

NOMBRE DEL TRABAJO

**TESIS FINAL (APROBADA POR JURADO).  
pdf**

AUTOR

**Jose Ramos**

RECUENTO DE PALABRAS

**104201 Words**

RECUENTO DE CARACTERES

**411950 Characters**

RECUENTO DE PÁGINAS

**302 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**24.1MB**

FECHA DE ENTREGA

**Jul 6, 2024 6:06 PM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Jul 6, 2024 6:10 PM GMT-5**

### ● 5% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 4% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 0% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

### ● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)

3

**UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR  
UNTELS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN**

**CARRERA PROFESIONAL**

**INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA**



**TESIS**

**“ANÁLISIS TÉCNICO Y ECONÓMICO PARA LA INSTALACIÓN DE  
GAS NATURAL EN UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR CON  
TOPOLOGÍAS DE SISTEMAS DE TUBERÍAS DE COBRE DE DOBLE  
REGULACIÓN SEGÚN LA NTP 111.011:2014”**

3

**PARA OPTAR EL TÍTULO DE**

**INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICISTA**

**PRESENTADO POR:**

**BACHILLER: JOSÉ JEAN FRANCO RAMOS RUPAY**

**BACHILLER: RUDY JESÚS CAPA ILIZARBE**

**ASESOR : Ph.D. FABIO ZEGARRA CHOQUE**

Villa El Salvador, 2023

PERÚ

# ACTA DE SUSTENTACIÓN

## DEDICATORIA

*Dedico con todo mi corazón esta tesis a Dios por haberme dado fortaleza y sabiduría para seguir adelante.*

*A mi madre Marisol Ilizarbe y padre Teodoro Capa, por haberme cuidado, alentado y apoyado, pues sin su apoyo incondicional no lo habría logrado.*

*A mis hermanos por sus cuidados, apoyo emocional y estar siempre acompañándome, a lo largo de mis estudios universitarios.*

***Atte. Capa Ilizarbe, Rudy Jesús.***

26

*Dedico esta tesis a Dios quien supo orientarme por el buen camino, enseñarme a encarar las dificultades y por brindarme salud para sobrellevarlas.*

*A mi madre Nilda Rupay Díaz y padre José H. Ramos Córdova por ser los motores que le dan impulso a mi vida, por su apoyo, confianza, consejos y todo el amor brindado en cada momento.*

*A mis hermanos Maicol y Luhana por su apoyo animándome y alegrándome los días.*

*A mi mamita Fermina Díaz por siempre impulsarme a continuar preparándome profesionalmente.*

*A mis tíos, Julia, Hugo y Yanixa por su ayuda, impulso y consejos oportunos.*

*A mis mejores amig@s y las buenas personas que la vida me puso en el camino.*

***Atte. Ramos Rupay, José Jean Franco.***

## **AGRADECIMIENTOS**

*Agradecemos a la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur por brindarnos la oportunidad de ser parte de ella y formarnos en sus aulas.*

*Nuestro agradecimiento a todos los catedráticos por brindarnos sus conocimientos y experiencias que nos ayudaron a formar una base sólida como profesionales.*

## RESUMEN

La viabilidad de un proyecto depende sustancialmente de la validación de su inversión, en este escenario se realizó una investigación que nos orientó hacia la correcta toma de decisiones con el fin de garantizar la certeza y mayor rentabilidad sobre la factibilidad del proyecto técnica y económicamente. El objetivo principal de esta tesis es describir el estudio de la aplicación de los tres modelos de las topologías de la Norma Técnica Peruana NTP 111.011:2014 para el diseño de instalaciones de gas natural seco en el “Edificio Multifamiliar Siena” con regulación de dos etapas en términos técnicos y económicos. La investigación está enfocada en un estudio cualitativo de diseño no experimental de tipo descriptivo. Las propuestas de diseño se concibieron para un edificio multifamiliar de 14 pisos y un total de 66 departamentos con 3 gasodomésticos<sup>1</sup> típicos para cada uno; el suministro de gas natural a la edificación fue mediante una regulación de dos etapas y para el diseño se consideró un proyecto de inversión para cada una de las tres topologías propuestas por la NTP 111.011:2014 para dos etapas de regulación en edificios multifamiliares. Los resultados obtenidos indicaron que “técnicamente”, las tres topologías propuestas cumplieron con todos los requerimientos necesarios contemplados en las normas técnicas vigentes en el Perú, por lo que considerar solo este aspecto no resulta una objetiva selección de la propuesta; y “económicamente” se consideraron dos subetapas, la primera dirigida a la evaluación de los costos directos totales generados en cada una de las topologías, de las cuales el menor costo directo resultó de la Topología 1; la segunda subetapa, es la validación del proyecto como una inversión utilizando criterios de selección de inversiones. En conclusión el análisis técnico y económico, determinó que la “Topología 1: Centro de regulación y medición ubicado por piso”, es la Topología que cumple simultáneamente la menor caída de presión entre 17mbar a 25 mbar, velocidad de circulación menor al máximo permitido (40 m/s) que la norma exige, menores costos directos totales (S/132,490.21) y con valores VAN de S/55,042.84 y TIR de 34% se validó la selección de la topología 1 como la correcta toma de decisión de inversión del proyecto Edificio Multifamiliar Siena.

Palabras claves:

Eficiencia, gas natural, análisis técnico y económico, norma NTP 111.011.

---

<sup>1</sup> Gasodoméstico: Artefacto a gas que convierte el gas natural seco en energía, puede ser una cocina, terma, etc.

## ABSTRACT

The viability of a project depends substantially on the validation of its investment. In this scenario, an investigation was carried out that guided us towards correct decision-making in order to guarantee certainty and greater profitability regarding the feasibility of the project technically and economically. The main objective of this thesis is to describe the study of the application of the three models of the topologies of the Peruvian Technical Standard NTP 111.011:2014 for the design of dry natural gas installations in the “Siena Multifamily Building” with two-stage regulation . in technical and economic terms. The research is focused on a qualitative study with a non-experimental, descriptive design. The design proposals were conceived for a multifamily building with 14 floors and a total of 66 apartments with 3 typical gas appliances for each one; The supply of natural gas to the building was through a two-stage regulation and for the design an investment project was demonstrated for each of the three topologies proposed by NTP 111.011:2014 for two stages of regulation in multifamily buildings. The results obtained indicated that "technically", the three topology proposals met all the necessary requirements contemplated in the technical standards in force in Peru, so considering only this aspect does not result in an objective selection of the proposal; and “economically” two substages were considered, the first aimed at the evaluation of the total direct costs generated in each of the topologies, of which the lowest direct cost resulted from Topology 1; The second substage is the validation of the project as an investment using investment selection criteria. In conclusion, the technical and economic analysis, gears that “Topology 1: Centralized regulation and measurement center per floor”, is the Topology that simultaneously meets the lowest pressure drop between 17 mbar to 25 mbar, circulation speed less than the maximum allowed ( 40 m/s) that the standard requires, lower total direct costs (S/132,490.21) and with NPV values of S/55,042.84 and IRR of 34%, the selection of topology 1 was validated as the correct investment decision making for the project. Siena Multifamily Building.

Keywords:

Efficiency, natural gas, technical and economic analysis, NTP 111.011 standard.

# ÍNDICE

|    |  |     |
|----|--|-----|
| 13 | ACTA DE SUSTENTACIÓN .....                         | ii  |
|    | DEDICATORIA .....                                  | iii |
|    | AGRADECIMIENTOS .....                              | iv  |
|    | RESUMEN .....                                      | v   |
|    | ABSTRACT .....                                     | vi  |
|    | ÍNDICE.....  | vii |
|    | INTRODUCCIÓN.....                                  | 1   |
| 3  | I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....                | 3   |
|    | 1.1. Motivación .....                              | 3   |
|    | 1.2. Estado del Arte.....                          | 3   |
|    | 1.3. Descripción del Problema .....                | 4   |
|    | 1.4. Formulación del Problema.....                 | 10  |
|    | 1.4.1. Problema General .....                      | 10  |
|    | 1.4.2. Problemas Específicos .....                 | 10  |
|    | 1.5. Objetivos .....                               | 11  |
|    | 1.5.1. Objetivo General .....                      | 11  |
|    | 1.5.2. Objetivos Específicos.....                  | 11  |
|    | 1.6. Justificación .....                           | 12  |
|    | II. MARCO TEÓRICO .....                            | 13  |
|    | 2.1. Antecedentes .....                            | 13  |
| 38 | 2.1.1. Antecedentes Nacionales .....               | 13  |
|    | 2.1.2. Antecedentes Internacionales .....          | 14  |
|    | 2.2. Bases Teóricas .....                          | 15  |
|    | 2.2.1. El Gas Natural .....                        | 15  |
|    | 2.2.1.1. Composición del Gas Natural .....         | 17  |
|    | 2.2.1.2. Procesamiento del Gas Natural .....       | 18  |
|    | 2.2.1.3. Características del Gas Natural Seco..... | 20  |
| 68 | 2.2.2. El Gas Natural en el Perú .....             | 20  |
|    | 2.2.2.1. El Proyecto de Camisea .....              | 21  |
|    | 2.2.2.2. Cadena de Valor del Gas Natural .....     | 24  |



|   |    |
|---|----|
| 2.2.2.2.1. Explotación.....   | 25 |
| 2.2.2.2.2. Transporte.....  | 25 |
| 2.2.2.2.3. Distribución.....  | 27 |
| 2.2.2.3. Usos del Gas Natural Seco.....   | 28 |
| 2.2.3. Equipos, Materiales y Accesorios.....  | 29 |
| 2.2.3.1. Regulador de Presión.....  | 29 |
| 2.2.3.2. Medidores.....   | 30 |
| 2.2.3.2.1. Clasificación de Medidores.....  | 30 |
| 2.2.3.3. Gabinetes de Regulación y Medición.....  | 32 |
| 2.2.3.4. Tuberías para el Transporte de Gas Natural.....  | 33 |
| 2.2.3.5. Sujeción de Tuberías.....  | 37 |
| 2.2.3.6. Accesorios de Cobre para Tuberías de Gas Natural.....                                    | 38 |
| 2.2.3.6.1. Válvulas.....  | 38 |
| 2.2.3.6.2. Codo.....  | 39 |
| 2.2.3.6.3. Reducción Campana.....   | 39 |
| 2.2.3.6.4. Tee o Conexión Tee.....  | 40 |
| 2.2.3.6.5. Tapón Hembra.....  | 40 |
| 2.2.3.6.6. Tapón Macho.....   | 41 |
| 2.2.3.6.7. Unión Simple o Copla.....  | 41 |
| 2.2.3.6.8. Adaptador o Conector.....  | 42 |
| 2.2.3.6.9. Unión Universal.....   | 42 |
| 2.2.3.7. Soldadura por Capilaridad.....   | 43 |
| 2.2.3.8. Artefactos a Gas – Gasodomésticos.....   | 46 |
| 2.2.3.8.1. Clasificación según la Categoría:.....   | 46 |
| 2.2.3.8.2. Clasificación según la Instalación y Métodos de los Productos de la<br>Combustión..... | 47 |
| 2.2.4. Aspectos Normativos.....   | 49 |
| 2.2.4.1. Reglamento Nacional de Edificaciones.....  | 50 |

|   |    |
|---|----|
| 2.2.4.2. Código Nacional de electricidad – Utilización.....                 | 53 |
| 2.2.4.3. NTP 111.011 (2014).....  | 54 |
| 2.2.5. Diseño y Cálculo de Redes .....                                      | 56 |
| 2.2.5.1. Selección de Medidores y Reguladores.....                          | 56 |
| 2.2.5.2. Dimensionamiento de Tuberías de Cobre .....                        | 58 |
| 2.2.6. Estudio de Topologías según NTP 111.011:2014.....                    | 63 |
| 2.2.6.1. Topología 1: “CRM ubicado por Piso” .....                          | 63 |
| 2.2.6.2. Topología 2: “CRM centralizado en primer Piso” .....               | 66 |
| 2.2.6.3. Topología 3: “CRM centralizado en Techo” .....                     | 67 |
| 2.2.7. Sistemas de Tuberías Internas de Gas Natural.....                    | 68 |
| 2.2.8. Normas Aplicadas a Instalaciones de Gas Natural .....                | 68 |
| 2.2.8.1. Reglamento Nacional de Edificaciones EM 040-2018.....              | 68 |
| 2.2.8.2. Norma Técnica Peruana NTP 111.011 (2014) .....                     | 68 |
| 2.2.9. Parámetros de Diseño.....  | 68 |
| 2.2.9.1. Condiciones de Variables de Diseño .....                           | 69 |
| 2.2.9.1.1. Condiciones Normales.....  | 69 |
| 2.2.9.1.2. Condiciones Estándares .....                                     | 69 |
| 2.2.9.2. Presión Absoluta.....  | 69 |
| 2.2.9.3. Densidad Relativa del Gas Natural.....                             | 70 |
| 2.2.9.4. Potencia Nominal de los Gasodomésticos.....                        | 70 |
| 2.2.9.5. Presiones Máximas y Mínimas de las Líneas Interiores.....          | 70 |
| 2.2.10. Tipos de Instalaciones Internas de Gas Natural Seco Bajo Norma..... | 71 |
| 2.2.10.1. Instalación de Primera o Única Etapa.....                         | 71 |
| 2.2.10.2. Instalación de dos Etapas de Regulación.....                      | 71 |
| 2.2.11. Sistema de Tuberías para Gas Natural Seco .....                     | 71 |
| 2.2.11.1. Línea Montante.....   | 71 |
| 2.2.11.2. Línea Individual.....   | 71 |
| 2.2.12. Diseño y Dimensionamiento del Sistema de Tuberías.....              | 71 |
| 2.2.13. Parámetros de evaluación de inversiones.....                        | 72 |

|             |  |           |
|-------------|--|-----------|
| 4           | 2.2.13.1. Valor Actual Neto (VAN) .....  | 73        |
|             | 2.2.13.2. Tasa Interna de Retorno (TIR).....   | 73        |
| <b>III.</b> | <b>METODOLOGÍA.....</b>  | <b>75</b> |
| 3.1.        | Descripción de la Metodología .....  | 75        |
| 3.1.1.      | Etapas del Desarrollo de la Tesis .....  | 75        |
| 3.2.        | Implementación de la Investigación .....   | 83        |
| 3.2.1.      | Topología 1: CRM ubicado por piso.....   | 90        |
| 3.2.1.1.    | Ubicación de Gabinetes de 1° y 2° Etapa.....   | 91        |
| 3.2.1.2.    | Cálculo del sistema de ventilación .....   | 92        |
| 3.2.1.2.1.  | Determinación de los ambientes interiores confinados en los<br>departamentos:.....           | 94        |
| 3.2.1.2.2.  | Cálculo y selección de rejillas de ventilación permanente en los<br>departamentos:.....      | 97        |
| 3.2.1.2.3.  | Cálculo y selección de rejillas de ventilación permanente en los<br>conductos técnicos ..... | 103       |
| 3.2.1.3.    | Selección de Reguladores y Medidores.....  | 103       |
| 3.2.1.4.    | Dimensionamiento de Tuberías – Línea Montante.....   | 105       |
| 3.2.1.5.    | Dimensionamiento de Tubería – Línea Individual Interior .....                                | 116       |
| 3.2.1.6.    | Cálculo de Costos Directos .....   | 129       |
| 3.2.1.6.1.  | Línea Montante o Común.....  | 129       |
| 3.2.1.6.2.  | Línea Individual Interior.....   | 130       |
| 3.2.1.7.    | Validación del proyecto de inversión .....   | 135       |
| 3.2.1.7.1.  | Cálculo de VAN .....   | 135       |
| 3.2.1.7.2.  | Cálculo de TIR .....   | 136       |
| 3.2.2.      | Topología 2: CRM centralizado en primer piso.....  | 137       |
| 3.2.2.1.    | Ubicación de Gabinetes de 1° y 2° Etapa.....   | 138       |
| 3.2.2.2.    | Cálculo del Sistema de Ventilación.....  | 140       |
| 3.2.2.2.1.  | Determinación de los ambientes interiores confinados en los<br>departamentos.....            | 140       |

|  |     |
|--|-----|
| 3.2.2.2.2. Cálculo y selección de rejillas de ventilación permanente en los departamentos.....     | 141 |
| 3.2.2.2.3. Cálculo y selección de rejilla de ventilación permanente en banco de medidores .....    | 142 |
| 3.2.2.3. Selección de Reguladores y Medidores.....   | 142 |
| 3.2.2.4. Dimensionamiento de Tuberías – Línea Montante.....  | 143 |
| 3.2.2.5. Dimensionamiento de Tuberías - Línea Individual Interior .....                            | 146 |
| 3.2.2.6. Cálculos de los Costos Directos .....   | 172 |
| 3.2.2.6.1. Línea Montante o Común.....   | 172 |
| 3.2.2.6.2. Línea Individual Interior.....  | 173 |
| 3.2.2.7. Validación del proyecto de inversión .....  | 173 |
| 3.2.2.7.1. Cálculo de VAN .....  | 174 |
| 3.2.2.7.2. Cálculo de TIR .....  | 174 |
| 3.2.3. Topología 3: CRM centralizado en techo .....  | 176 |
| 3.2.3.1. Ubicación de Gabinetes de 1° y 2° Etapa.....  | 177 |
| 3.2.3.2. Cálculo del Sistema de Ventilación.....   | 179 |
| 3.2.3.2.1. Determinación de los ambientes interiores confinados en los departamentos.....          | 179 |
| 3.2.3.2.2. Cálculo y selección de rejillas de ventilación permanente en los departamentos.....     | 180 |
| 3.2.3.2.3. Cálculo y selección de rejillas de ventilación permanente en un banco de medidores..... | 181 |
| 3.2.3.3. Selección de Reguladores y Medidores.....   | 181 |
| 3.2.3.4. Dimensionamiento Tubería – Línea Montante.....  | 182 |
| 3.2.3.5. Dimensionamiento de Tuberías – Línea Individual Interior .....                            | 185 |
| 3.2.3.6. Cálculo de los Costos Directos.....   | 211 |
| 3.2.3.6.1. Línea Montante o Común.....   | 211 |
| 3.2.3.6.2. Línea individual interior .....   | 212 |

|   |     |
|---|-----|
| 3.2.3.7. Validación del proyecto de inversión .....                           | 212 |
| 3.2.3.7.1. Cálculo de VAN .....   | 213 |
| 3.2.3.7.2. Cálculo de TIR .....   | 213 |
| 3.2.4. Pruebas Realizadas.....  | 215 |
| 3.2.5. Resumen de los Valores de las Pruebas Realizadas.....                  | 216 |
| 3.2.5.1. Resumen de la prueba realizada para Medidores .....                  | 216 |
| 3.2.5.2. Resumen de la prueba realizada para Reguladores .....                | 216 |
| 3.2.5.3. Resumen de la prueba para validación de proyectos de inversión ..... | 218 |
| 3.3. Resultados.....  | 220 |
| 3.3.1. Resultados de Caída de Presiones .....                                 | 220 |
| 3.3.2. Resultados de Velocidades.....   | 226 |
| 3.3.3. Resultados de los Costos Directos .....                                | 231 |
| 3.3.4. Resultados de la Validación de los Proyectos de Inversión.....         | 234 |
| IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....   | 235 |
| V. CONCLUSIONES.....  | 251 |
| VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....  | 253 |
| VII. ANEXOS .....   | 258 |
| 7.1. Anexo 2. Glosario de Términos .....                                      | 259 |
| 7.2. Anexo 3. Normas Técnicas Peruanas vinculadas al gas natural .....        | 261 |
| 7.3. Anexo 4. Fichas Técnicas .....   | 263 |
| 7.4. Anexo 5: Cálculos justificativos .....                                   | 269 |
| 7.5. Anexo 6: Planos .....  | 271 |

## INTRODUCCIÓN

La presente investigación titulada “Análisis técnico y económico para la instalación de gas natural en un edificio multifamiliar con topologías de sistemas de tuberías de cobre de doble regulación según la NTP 111.011:2014” se presenta como una alternativa ante la problemática que actualmente en el sector no existe un estudio en la literatura que permita al proyectista tener una clara perspectiva para discernir entre una topología u otra del sistema de tuberías de cobre para gas natural seco contemplada en la Norma Técnica Peruana NTP 111.011:2014 por lo que nos planteamos realizar un estudio en el que podamos analizar los tres modelos de topologías para el diseño de instalaciones de gas natural en un edificio multifamiliar con regulación de dos etapas en términos técnicos económicos.

Para llevar a cabo el estudio, la metodología de la tesis se realizó en cuatro etapas, la primera etapa de la investigación es donde se describen los aspectos generales en el proyecto del edificio multifamiliar que incluyen los requerimientos de la instalación y la propuesta arquitectónica, entre otros aspectos. En la segunda etapa es donde ya con el panorama general del requerimiento se plantean las posibles soluciones al requerimiento, aquí es donde nacen los modelos de las topologías que se han planteado como propuestas de proyectos de inversión que posteriormente fueron validadas técnicamente en base a la NTP 111.011:2014. En la tercera etapa es donde luego de conocer la factibilidad técnica de cada topología se analizan y comparan las topologías vistas como proyectos de inversión que posteriormente fueron validados económicamente teniendo como criterio los costos directos totales que generan cada una de las tres topologías planteadas en este estudio. En la cuarta y última etapa, se sintetizan ambos pilares, la parte técnica y la parte económica para dar a conocer mediante la validación de estos proyectos de inversión la topología de diseño que brinda un resultado más eficiente y rentable por medio de las herramientas financieras del valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR) las cuales muestran la viabilidad de un proyecto desde el punto de vista de la rentabilidad.

El contenido de la presente tesis está dividido en siete capítulos, en el capítulo I se desarrolla el planteamiento del problema, la cual hace énfasis en la motivación por la que se origina el interés de desarrollar esta tesis, evaluando la problemática y objetivos planteados, el capítulo II presenta el gas natural como concepto general, desde su composición, procesamiento, transporte hasta conceptos ligados al mismo, como tuberías,

soldadura, normatividad de diseño, entre otras; solo con la finalidad de que el lector comprenda la importancia del uso de este combustible amigable con el medio ambiente y se familiarice con el desarrollo de diseños de proyectos de sistemas para gas natural en edificios multifamiliares. El capítulo III muestra la implementación desarrollada en esta investigación, donde se detalla el paso a paso a seguir para la total comprensión de la literatura, desarrollados para cada topología, se presenta también las pruebas realizadas, así mismo se presentan los resultados obtenidos. En el capítulo IV se presenta la discusión de resultados de manera gráfica para que el lector asimile sencillamente las comparaciones entre una y otra propuesta de diseño realizada en esta tesis. En el capítulo V concluimos que la topología de distribución de gas natural en la que el centro de medición y regulación de segunda etapa está distribuido por piso es la que mejor se adecua en aspectos técnicos económicos y que el factor determinante en la elección de una topología u otra es la aprobación técnica y económica del proyecto mediante la validación del proyecto como inversión. En el capítulo VI se muestran las referencias bibliográficas. En el capítulo VII se presenta los anexos para facilitar y completar la información presentada en esta tesis, que está comprendida por el glosario de términos, las normas técnicas peruanas vinculadas al sector, las fichas técnicas de los gasodomésticos contemplados en la investigación, cálculos justificativos y los planos del proyecto realizado para cada una de las tres topologías estudiadas que abarca el diseño, vistas isométricas, detalles de diseño, etc. Finalmente se plantea como recomendación implementar un estudio similar al presentado, pero a mayores presiones con la finalidad de estimar si existe un comportamiento similar.

## I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1. Motivación

Cada día son más numerosos los proyectos de diseño de instalaciones de gas natural seco<sup>2</sup> (GNS) para edificios multifamiliares en la empresa Gedelco Ingenieros S.A.C. El diseño, revisión, supervisión y ejecución que hemos podido realizar, a los numerosos proyectos de instalaciones de gas natural seco para edificios multifamiliares, en los diversos distritos de Lima, nos han motivado a cuestionarnos la razón por la cual, al realizar el diseño de un proyecto de gas natural seco para edificios multifamiliares, los proyectistas mecánicos fuerzan sus diseños a un mismo modelo de topología, de los tres principales que existen, para instalaciones de gas natural seco bajo la Norma Técnica Peruana NTP 111.011:2014 y enmiendas, de manera frecuente; a pesar que cada edificio multifamiliar posee distintos requerimientos y disposiciones arquitectónicas como estructurales. En la actualidad, se presenta el aumento progresivo en las construcciones de edificios multifamiliares, lo que hace más habitual la aplicación de instalaciones de gas natural seco en este tipo de edificaciones, dicho aumento progresivo en la construcción de edificios multifamiliares es una respuesta a la demanda insatisfecha de viviendas generadas por el hacinamiento de viviendas en las ciudades urbanas, por ejemplo, Lima.

Mediante el desarrollo numeroso de proyectos de diseño de instalaciones de gas natural seco para edificios multifamiliares, queda en evidencia la ausencia de un estudio que permita comparar las tres principales topologías de diseño en la distribución del sistema de tuberías para gas natural seco, con una regulación de presión de dos etapas, dentro del marco normativo correspondiente. Así mismo, la necesidad de realizar este estudio radica en conocer cuál de estos principales modelos de topologías de diseño en la distribución del sistema de tuberías para gas natural seco, que contempla la norma, tiene un resultado técnico económico más eficiente.

### 1.2. Estado del Arte

Gómez García (2022) propone un estudio, el cual tiene como objetivo principal, implementar un sistema de tuberías que funcione como medio alternativo a los tradicionales existentes, en una red de tuberías de gas natural seco, para lograr disminuir los

---

<sup>2</sup> El gas natural seco (GNS) es uno de los productos obtenidos del procesamiento del gas natural extraído de la naturaleza.



costos de instalación en un condominio, que se encuentra ubicado en el distrito de San Juan de Lurigancho, Lima, Perú. Dicho estudio lo desarrolló con referencias en la Norma Alemana VDI 2221, buscando soluciones para aminorar los costos generados, este estudio lo llevó a realizar un análisis comparativo técnico y económico sobre los tres tipos de materiales utilizados en la construcción de sistemas de tuberías para gas natural seco, materiales tales como tuberías de acero, tuberías de cobre y tuberías multicapas, esta última está compuesta por tres capas, las cuales son: Polietileno (Pe), Aluminio (Al) y Polietileno (Pe), también conocida como tubería multicapa Pe-Al-Pe o simplemente como tubería Pe-Al-Pe. Su estudio dio como resultado que implementar la tubería multicapa Pe-Al-Pe, como medio alternativo a los tradicionales, le permitió disminuir los costos de instalación.

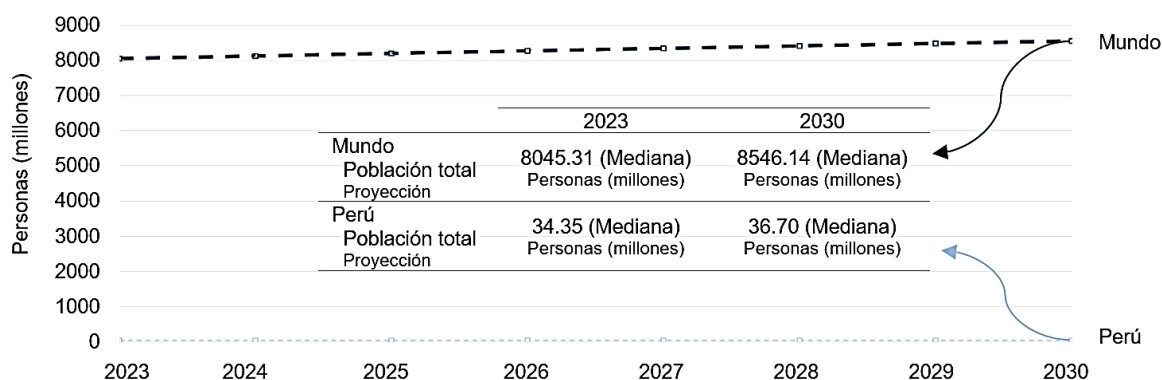
### 1.3. Descripción del Problema

Durante las últimas décadas, venimos siendo testigos del aumento demográfico por el que atravesamos de manera global, este fenómeno es ocasionado por diversos factores de entre los cuales podemos resaltar, por ejemplo, la tendencia positiva en las tasas de fecundidad; en segundo lugar, al aumento de la longevidad, ya que gracias a los avances tecnológicos médicos se ha conseguido aumentar la esperanza de vida; y finalmente también podemos considerar a las migraciones nacionales e internacionales como factor en el aumento demográfico.

En la **Figura 1** nos muestra que existe un comportamiento similar en la tendencia hacia el crecimiento de la población, entre las proyecciones a nivel mundial y en el Perú; desde el año 2023 hasta el año 2030. Según la Organización de las Naciones Unidas (ONU, 2022) para el año 2030 seremos 6.22% más personas en comparación con el año 2023, a nivel mundial; así mismo, la población en el Perú aumentaría en un 6.84% del año 2023 hasta el año 2030.

**Figura 1**

*Proyección de la población mundial y en el Perú, 2023 - 2030*



Nota. Adaptado de **66** *perspectivas de la población mundial: revisión 2022*, por ONU, 2022, datos adquiridos a través del sitio web. <https://acortar.link/zIPy7l>

El aumento demográfico o crecimiento poblacional por el que atraviesa un país o una ciudad genera efectos positivos para el desarrollo de esa sociedad, principalmente en su economía, pero también generan efectos negativos sobre la misma, al hospedar a millones de personas; en primer lugar, las ciudades presentan una expansión acelerada y descontrolada de las zonas urbanas lo que deriva en hacinamiento y congestión; en segundo lugar, se forman elevados grados de desigualdad a nivel de empleos, ya que suele abundar la mano de obra, lo que faculta salarios bajos o mínimos; pero el problema principal es a nivel de servicios básicos, requerimientos de energía y viviendas. Al existir un aumento rápido en el número de personas en las zonas urbanas de las ciudades origina una creciente demanda de viviendas que no pueden complacerse en su totalidad, dando lugar a invasiones ilegales o no adecuadas de zonas para vivir, asentamientos humanos, barrios jóvenes, etc. La **Tabla 1** presenta la proyección de la población peruana por cada año hasta el 2030, comparando cifras a nivel nacional con su capital.

**Tabla 1***Proyección de la población peruana entre los años 2023-2030*

| Año  | Población        |                      |
|------|------------------|----------------------|
|      | A nivel Nacional | A nivel Capital Lima |
| 2023 | 33,725,844       | 11,147,924           |
| 2024 | 34,038,457       | 11,304,993           |
| 2025 | 34,350,244       | 11,461,995           |
| 2026 | 34,660,114       | 11,618,679           |
| 2027 | 34,957,600       | 11,771,859           |
| 2028 | 35,244,330       | 11,921,911           |
| 2029 | 35,521,943       | 12,069,205           |
| 2030 | 35,792,079       | 12,214,119           |

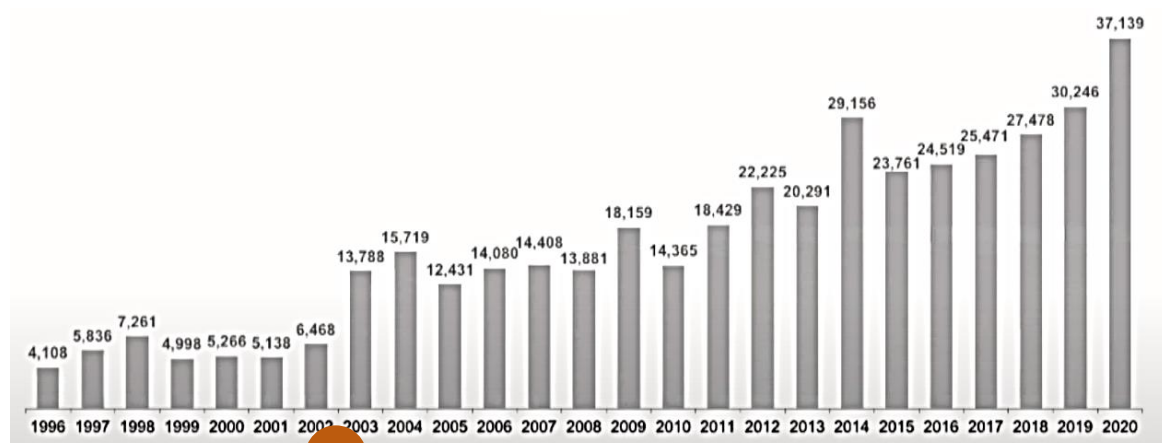
*Nota.* Elaborado con datos tomados del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) <https://proyectos.inei.gob.pe/microdatos/>

El evidente aumento poblacional que reflejan las proyecciones genera una demanda creciente de viviendas principalmente en las zonas urbanas donde el espacio geográfico permanece constante ante el aumento en el número de personas. Ante este suceso el Estado asume un rol en la creación y fiscalización de programas sociales.

Como afirman Espinoza y Fort (2020) en las ciudades del Perú se forman en promedio cada año más de 142 mil nuevos hogares, en consecuencia se necesita el mismo número de viviendas cada año. Sin embargo, el sector construcción solo genera 128 mil viviendas anuales. Se concluye, que la diferencia anual es de 14 mil nuevos hogares, estos deben resignarse con ocupar viviendas construidas informalmente, generalmente inadecuadas; o sencillamente forzados a convivir con otros hogares, en otras palabras, en condición de hacinamiento. Por lo que, Juárez Carrasco (2023) propone, ante el preocupante déficit habitacional, la masificación de la gestión e identificación de los predios viables para el desarrollo de nuevos proyectos multifamiliares como alternativa para remediar dicho déficit. La **Figura 2** muestra que la oferta de vivienda creció en el 2020 un 22.8% con respecto al 2019.

**Figura 2**

*Oferta total de viviendas 1996 - 2020 , en unidades*



Nota. Recuperado de *El Mercado de edificaciones urbanas en Lima Metropolitana 2020*, 25°, por Cámara Peruana de la Construcción [CAPECO], 2020. <https://acortar.link/W3GduN>

Ante esta situación, se refleja la importancia de masificar las construcciones de edificios multifamiliares, la construcción de nuevos edificios multifamiliares conllevaría a reducir los índices de hacinamiento. Por otra parte, el diseño y construcción de nuevos edificios multifamiliares implica realizar grandes inversiones económicas, las empresas encargadas siempre buscarán mitigar gastos y ser cada vez más precisos en las inversiones; lo que conlleva a realizar una evaluación minuciosa técnica y económica en el diseño arquitectónico, de estructuras y especialidades de instalaciones que conlleva una edificación multifamiliar, tales como, las instalaciones eléctricas, sanitarios, HVAC (calefacción, ventilación y aire acondicionado), de gas natural seco, entre otros.

En el contexto mundial, la importancia económica, en la construcción de edificios multifamiliares, va de la mano con el interés por el impacto y responsabilidad ambiental, estas políticas nos ha llevado a masificar el uso de fuentes de energía con poca huella de carbono, el uso de gas natural seco en estas edificaciones llega como una manera de lograr dicho objetivo, de hacer uso de una fuente de energía más barata y con bajos niveles de contaminación. Una mayor demanda del uso de gas natural seco, lleva a desarrollar una ingeniería en el diseño complementándose con evaluaciones técnicas y económicas de la instalación, por ejemplo en edificaciones multifamiliares. Como afirma De los Llanos Matea (2023) el uso del gas natural seco en los hogares de España está orientado principalmente como calefacción, esto explica el aumento en la demanda del gas natural a temporadas con determinadas condiciones climatológicas. Esta demanda vuelve al gas

natural seco como el principal combustible para calentar a las familias españolas (40%) superando a la energía eléctrica (34%).

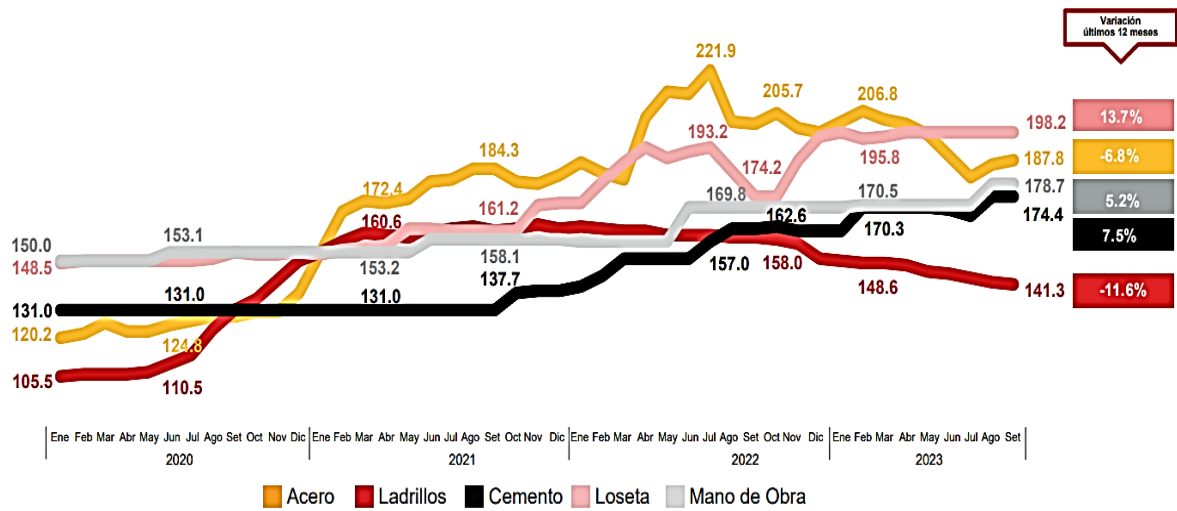
En Latinoamérica, donde la mayoría de países están en vías de desarrollo, lo que se prioriza en las construcciones de edificios multifamiliares y construcciones en general, es una adecuada relación entre los costos de los materiales y el beneficio que brinda el uso del gas natural seco. Por ejemplo, dentro de un edificio multifamiliar que busca implementar el sistema de gas natural seco Pineda Malagón y Pirachican Pullido (2016) plantea el reemplazo del uso de las tuberías de acero, hierro galvanizado y cobre ya que estos sistemas tienen elevados número de uniones, conectores y procedimientos que terminan elevando el costo de implementar gas natural seco y en su reemplazo presentan a la tubería multicapa Pe-Al-Pe como un recurso para bajar los costos de instalación, al ser, esta última, una tubería multicapa flexible de fácil uso, por ejemplo, al poder doblarse en curvas, sin necesidad de uniones o accesorios complementarios para lograr dar forma al diseño de la instalación.

En el Perú, está aumentando la demanda el gas natural seco para uso residencial, en viviendas unifamiliares y multifamiliares, gracias a las políticas realizadas por el gobierno Peruano a través del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, y del Ministerio de Energía y Minas (MINEM); el implementar el sistema de gas natural seco a proyectos de edificios multifamiliares conlleva a los especialistas a plantear una ingeniería en el diseño con el objetivo de lograr mejores resultados tanto técnicos y económicos , buscando alternativas para reducir costos, bajo este enfoque Delgado Martínez (2021) sostiene que es importante implementar la filosofía Lean Construction para la programación en proyectos de instalaciones de gas natural seco en viviendas multifamiliares ya que esta filosofía enfocada en los detalles y etapas, permite una mejor planificación y programación del proyecto, generando un menor impacto en pérdidas técnicas y económicas.

La **Figura 3** presenta la evolución de precios de los principales insumos de la construcción desde enero del 2020 hasta setiembre del 2023, con índice base: diciembre 2009 = 100.

**Figura 3**

*Evolución de precios en principales insumos de la construcción (enero 2020 - setiembre 2023)*



Nota. Recuperado de *Informe económico de la construcción* (p. 14), N° 70, por CAPECO Publicaciones, octubre 2023. <https://acortar.link/uCenPw>

La implementación de sistemas de gas natural seco en los edificios multifamiliares es una tarea compleja que requiere un análisis cuidadoso del planteamiento del diseño, la topología asignada, caída de presión, velocidad del fluido, diámetro de tuberías, selección de dispositivos de control, medición y regulación; evaluación de costos, entre otros.

En la empresa Gedelco Ingenieros S.A.C. los proyectistas mecánicos electricistas al momento de realizar los proyectos en instalaciones mecánicas de gas natural seco en edificaciones multifamiliares suelen utilizar un solo modelo de topología, de los tres contemplados en la norma técnica vigente NTP 111.011:2014, sin analizar si alguno de los otros dos modelos, que dejan sin considerar, podría generar un diseño más adecuado acorde a la infraestructura presentada por el arquitecto; este problema ocurre por estandarizar todos los proyectos a un solo modelo de topología, cuando en la realidad los requerimientos son distintos en cada proyecto; también ocurre porque en la norma técnica vigente no existe una clasificación de topologías de red donde el proyectista pueda consultar para poder discernir mediante el análisis y requerimientos del proyecto; con el objetivo de una eficiente selección de topología de redes en el diseño de instalaciones de gas natural seco; y finalmente, este problema también radica en la filosofía y lineamientos de cada empresa al no dar lugar a la innovación en el diseño.

Este problema a la larga puede generar una limitación en el mercado ya que ocasiona que se presenten resultados sobredimensionados, de continuar realizándose dicha práctica se generará un mayor impacto negativo en la rentabilidad de la empresa y del cliente, así como, el uso de mayor tiempo empleado en el diseño de cada proyecto de instalaciones de gas natural seco y sus modificaciones respectivas, al existir un mayor número de modificaciones en la arquitectura por integrar el diseño de gas natural seco no se puede lograr cumplir los tiempos programados ocasionando demoras en la aprobación de dichos proyectos, lo que conlleva a un retraso total del expediente del proyecto arrastrando al retraso a las otras especialidades de instalaciones que conllevan una edificación, tales como, las instalaciones eléctricas, sanitarias, HVAC, de gas natural seco; entre otros.

Ante esta problemática, realizar un estudio donde se desarrolle un análisis técnico y económico de las tres principales topologías de red según la Norma Técnica Peruana NTP 111.011:2014 se presenta como una alternativa de innovación para los proyectos de diseño de instalaciones de gas natural seco futuros, para lograr identificar cuál de estas topologías es la que logra generar una mayor eficiencia, en una arquitectura determinada.

## 1.4. Formulación del Problema

A continuación, se dará a conocer el problema general y los problemas específicos.

### 1.4.1. Problema General

¿Cómo se comparan los tres modelos de las topologías de red según la Norma Técnica Peruana NTP 111.011:2014 para el diseño de instalaciones de gas natural seco en un edificio multifamiliar con regulación de dos etapas en términos técnicos económicos?

### 1.4.2. Problemas Específicos

#### Problema Específico 1

¿En qué medida la caída de presión del gas natural seco en el sistema de tuberías influye en la comparación de los tres modelos de las topologías de red según la Norma Técnica Peruana NTP 111.011:2014 para el diseño de instalaciones de gas natural seco en un edificio multifamiliar?

### Problema Específico 2

¿En qué medida la velocidad del gas natural seco dentro del sistema de tuberías influye en la comparación de los tres modelos de las topologías de la Norma Técnica Peruana NTP 111.011:2014 para el diseño de instalaciones de gas natural seco en un edificio multifamiliar?

### Problema Específico 3

¿Cómo la comparación de los tres modelos de las topologías, de la Norma Técnica Peruana NTP 111.011:2014 para el diseño de instalaciones de gas natural seco en un edificio multifamiliar, influye en la evaluación técnico y económico de los costos directos de los materiales del sistema de tuberías para gas natural seco ?

## 1.5. Objetivos

A continuación, se dará a conocer el objetivo general y los objetivos específicos.

### 1.5.1. Objetivo General

Describir el estudio de la aplicación de los tres modelos de las topologías de la Norma Técnica Peruana NTP 111.011:2014 para el diseño de instalaciones de gas natural seco en un edificio multifamiliar con regulación de dos etapas en términos técnicos económicos.

### 1.5.2. Objetivos Específicos

#### Objetivo Específico 1

Determinar la caída de presión de gas natural seco en el sistema de tuberías para la comparación de los tres modelos de las topologías de la Norma Técnica Peruana NTP 111.011:2014 en el diseño de instalaciones de gas natural seco en un edificio multifamiliar.

#### Objetivo Específico 2

Determinar la velocidad del gas natural seco en el sistema de tuberías para la comparación de los tres modelos de las topologías de la Norma Técnica Peruana NTP 111.011:2014 en el diseño de instalaciones de gas natural seco en un edificio multifamiliar.



### Objetivo Específico 3

Determinar la evaluación técnico y económico de los costos directos de materiales en el sistema de tuberías para la comparación de los tres modelos de las topologías de gas natural seco según la Norma Técnica Peruana NTP 111.011:2014 en el diseño de instalaciones de gas natural seco en un edificio multifamiliar.

#### 1.6. Justificación

Este proyecto de investigación busca llenar un vacío en la literatura y proporcionar una comparación detallada de los tres modelos de topologías en el diseño de sistemas de gas natural seco según la Norma Técnica Peruana NTP 111.011:2014, el Reglamento Nacional de Edificaciones y demás normas complementarias. Los resultados de este estudio podrían ayudar a los proyectistas, ingenieros y arquitectos a diseñar sistemas de gas natural seco más eficientes técnicamente y económicamente, y más seguros para los residentes de los edificios multifamiliares en el Perú.

Este proyecto de investigación se justifica tecnológicamente porque el análisis del diseño de una instalación interna de gas natural seco permitirá reducir pérdidas de presión y velocidad del gas natural seco; mediante, por ejemplo, la correcta selección del diámetro de las tuberías, selección de dispositivos de control, medición y regulación, etc. de acuerdo a la Norma Técnica Peruana NTP 111.011:2014, trayendo consigo criterios apropiados para una adecuada interpretación de la normativa.

Este proyecto de investigación se justifica socialmente debido a la necesidad del uso del gas natural seco para un inmueble multifamiliar, por lo cual se le considera como un proyecto de mejora. Dando solución a la optimización de tiempo y recursos mediante el análisis técnico económico, para la correcta selección del modelo de topología, en el desarrollo del diseño para la propuesta arquitectónica propiamente dicha conllevando a mejoras y reduciendo pérdidas económicas en un sistema de gas natural seco, lo cual finalmente traerá consigo una mejora en diseño para ser aplicados por otros profesionales afines.

## 2.1. Antecedentes

### 2.1.1. Antecedentes Nacionales

Gómez García (2022) en su tesis titulada: *Implementación de un sistema alternativo en una red de tuberías de gas natural para reducir los costos de un condominio en el distrito de San Juan de Lurigancho, 2022*. Universidad Nacional del Callao, Perú. El objetivo de este estudio se centra en la implementación de un sistema alternativo en una red de tuberías de gas natural seco con el objetivo de reducir los costos de instalación en un condominio en el distrito de San Juan de Lurigancho. El autor utilizó un enfoque cuantitativo y un diseño no experimental para recopilar información actualizada de varias muestras sobre el mismo objeto de investigación y caracterizarlo en base a una comparación. La investigación se llevó a cabo utilizando planos CAD (Computer Aided Design o Diseño asistido por ordenador) para el metrado de tuberías y logró cuantificar los principales resultados. La tesis concluye que la implementación de un sistema alternativo en una red de tuberías de gas natural seco puede reducir los costos de instalación de un condominio.

Ancajima Taboada (2022) en su tesis titulada: *Diseño de la red de gas natural para abastecer a los usuarios de la torre 03 de la Mz G del condominio Torres del Campo, ciudad de Collique, urbanización El Retablo, distrito de Comas, Lima, 2022*. Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, Perú. El objetivo de este estudio se centra en el diseño de una red de gas natural seco para abastecer a los usuarios de una torre específica en el condominio Torres del Campo, en la ciudad de Collique, Lima. El objetivo general del estudio era diseñar la red de gas natural seco para proporcionar un suministro eficiente a la población. Los resultados obtenidos indicaron que la implementación de la red de gas natural seco generó ahorros significativos en la economía de los usuarios de este servicio. La tesis concluye que la implementación de la red de gas natural seco fue una necesidad crucial para mejorar la calidad de vida de los usuarios del servicio.

Delgado Martínez (2021) en su tesis titulada: *Propuesta de programación de un proyecto de instalación de gas en viviendas multifamiliares usando la filosofía Lean Construction*. Pontificia Universidad Católica del Perú, Perú. El objetivo de este estudio se centra en proponer una implementación para el mayor control en los proyectos de instalaciones de gas natural seco en viviendas multifamiliares. Por otro lado, como existen pocas publicaciones sobre procesos constructivos de instalaciones de gas natural seco, las

cuales tienen escaso nivel de detalle sobre las programaciones definidas en obra se analizaron las actividades de construcción de estas instalaciones y se propuso una metodología de planificación y programación bajo el enfoque de la filosofía Lean Construction, metodología que optimiza los procesos y reduce las pérdidas. Esta tesis detalló los procesos constructivos en las distintas fases del proyecto. El estudio incluye las herramientas, técnicas y buenas prácticas de cada proceso y servirá de guía para todos los involucrados en proyectos de vivienda multifamiliar. La tesis concluye con una propuesta del programa detallado para la planificación del sistema de gas natural en el edificio multifamiliar, la cual será de utilidad como guía para las empresas involucradas en este tipo de proyectos para la optimización de sus procesos.

### 2.1.2. Antecedentes Internacionales

Carrera Galán (2022) en su tesis titulada: *Estudio de mejora del sistema de generación de agua caliente y calefacción en un bloque de viviendas*. Universidad de Sevilla, España. El objetivo general de este estudio radica en generar una oferta a la comunidad de propietarios que deje como evidencia la gran viabilidad económica y las mejoras en términos ambientales relacionadas con la instalación de calderas de tipología de condensación mediante el empleo del gas natural como combustible. El nivel de investigación es de tipo proyecto factible mediante el cálculo del ahorro económico relativo a las mejoras propuestas y la reducción del impacto ambiental. Los resultados indicaron que los proyectos vinculados a la mejora de la eficiencia energética de los sistemas de calefacción en edificios mediante el uso de gas natural no solo resulta viable económicamente sino que también deja en evidencia beneficios para la salud humana y el medioambiente ligado a la reducción de emisiones al aire.

Garrido Núñez, M. y Mendoza López, Y. (2021) en su tesis titulada: *El gas natural como fuente de energía, desarrollo e industrialización a nivel mundial; un área de oportunidad para México*. Universidad Nacional de México, México. El objetivo general de esta tesis radica en identificar la relación entre la industrialización y la seguridad energética de México a través de los combustibles para obtener un adecuado y eficiente aprovechamiento de gas natural seco. Los resultados indican que México debería mantener como prioridad el gas natural como fuente de energía primaria para la optimización de la generación de electricidad, industrialización y exportaciones hacia el mercado creciente de gas natural.

Mora Fernández (2019) en su tesis titulada: *Ingeniería básica de una instalación de aprovechamiento de gas natural tipo industrial con base a Normas Oficiales Mexicanas y Códigos Internacionales*. Universidad Nacional de México, México. El objetivo general de esta tesis es desarrollar la ingeniería básica de la instalación de gas natural seco aplicando los conocimientos técnicos en el diseño de instalaciones de gas natural seco de acuerdo a las normas vigentes de México, elaborando el diagrama representativos de las tuberías y los planos isométricos de la instalación. Los resultados de la tesis identifican las ventajas del uso del gas natural respecto a otros combustibles fósiles, tales como mejoras en el dimensionamiento de la sección de las tubería, caída de presión, velocidad del gas natural seco, entre otras variables. Se presenta también que existen ventajas en relación a costos y al medio ambiente.

53

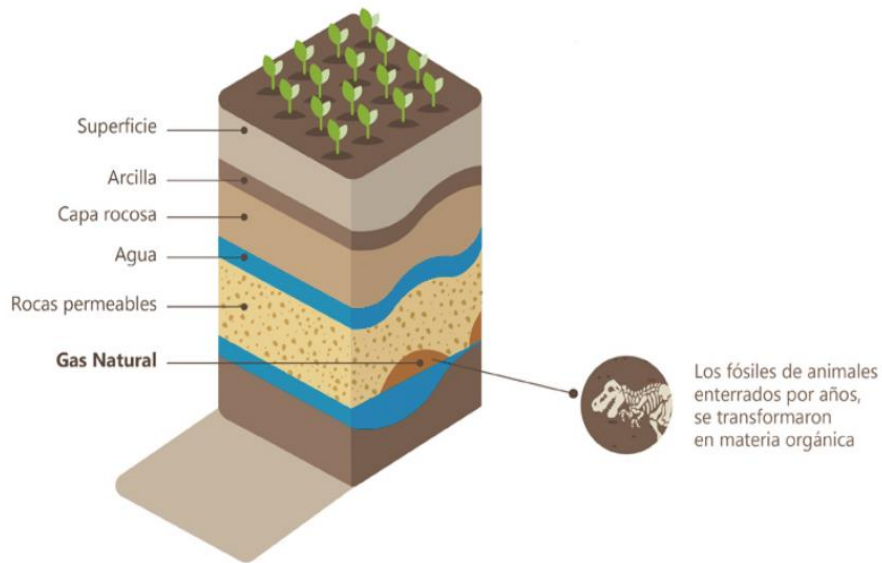
## 2. Bases Teóricas

### 2.2.1. El Gas Natural

El gas natural, es un combustible natural que no es renovable, de origen fósil y que se haya normalmente en el subsuelo. Para Parra Iglesias (2003) el gas natural tiene su origen hace millones de años en un proceso natural el cual tiene de base la descomposición de materia orgánica, como plantas y animales que quedaron sepultados con arena y lodo a lo largo del tiempo, de esta manera se fueron formando capas una sobre otra, que fueron sometidas a la presión causada por el propio peso de las mismas, como se representa mediante la **Figura 4** y que sumado al calor interno de la tierra dio origen a un lento proceso de transformación de la materia orgánica hasta convertirse en lo que hoy conocemos como petróleo crudo y gas natural. La aglomeración de gas natural bajo rocas porosas o permeables en estructuras geológicas que impiden que el gas fluya libremente constituye un yacimiento.

## Figura 4

### Representación del gas natural en la naturaleza

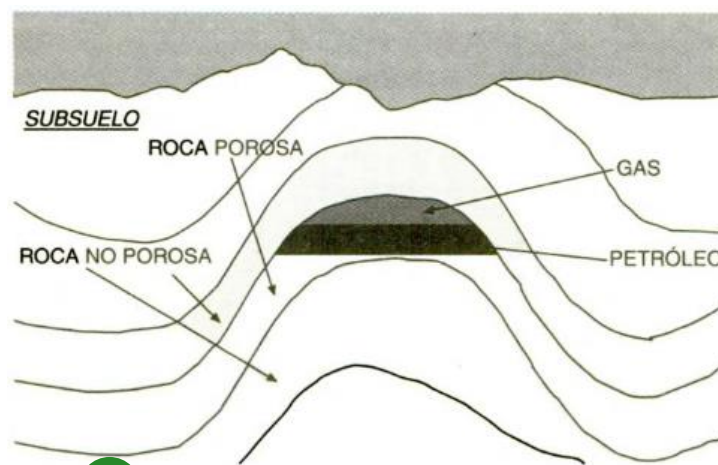


Nota. Recuperado de Cálidda. <https://acortar.link/XGtdJM>

El gas natural acumulado, que se encuentran en los yacimientos, se puede hallar de dos maneras, la primera es de manera asociada, cuando el gas natural comparte yacimiento con cantidades de petróleo, véase la **Figura 5**; y por otra parte, se puede hallar de manera no asociada, cuando el gas natural no comparte yacimiento con el petróleo, únicamente con pequeñas cantidades de otros hidrocarburos o gases.

## Figura 5

### Representación de un yacimiento con gas natural asociado



Nota. Recuperado de <sup>89</sup> *Petróleo y gas natural: industria, mercados y precios*, p. 33, por Parra Iglesias, 2003. <https://acortar.link/kx3V3Y>

### 2.2.1.1. Composición del Gas Natural

El gas natural está compuesto por varios hidrocarburos gaseosos, pero principalmente por el metano ( $\text{CH}_4$ ) con casi el 90% de presencia, y en el poco más del 10% restante hallamos al etano ( $\text{C}_2\text{H}_6$ ), propano ( $\text{C}_3\text{H}_8$ ), butano ( $\text{C}_4\text{H}_{10}$ ), pentano ( $\text{C}_5\text{H}_{12}$ ), nitrógeno ( $\text{N}_2$ ) y dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ). La **Tabla 2** presenta un resumen de los hidrocarburos gaseosos y su respectiva abundancia, que componen al gas natural.

**Tabla 2**

15 *Composición del gas natural y su abundancia*

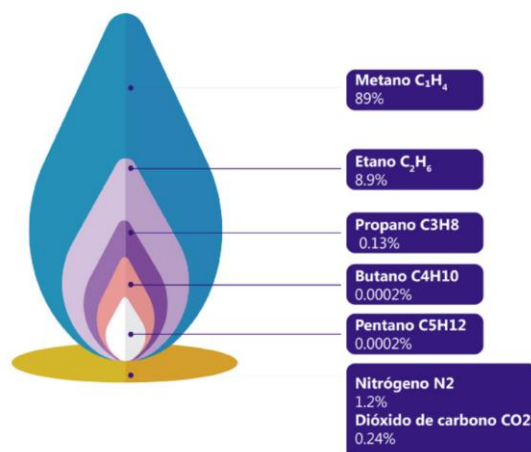
| Hidrocarburo       | Composición química       | Abundancia (%) |
|--------------------|---------------------------|----------------|
| Metano             | $\text{CH}_4$             | 89%            |
| Etano              | $\text{C}_2\text{H}_6$    | 8.9%           |
| Propano            | $\text{C}_3\text{H}_8$    | 0.13%          |
| Butano             | $\text{C}_4\text{H}_{10}$ | 0.0002%        |
| Pentano            | $\text{C}_5\text{H}_{12}$ | 0.0002%        |
| Dióxido de carbono | $\text{CO}_2$             | 0.24%          |
| Nitrógeno          | $\text{N}_2$              | 1.2%           |

*Nota.* Elaborado con datos obtenidos de Cálidda. <https://acortar.link/XGtdJM>

En la **Figura 6** se aprecia como se representa la composición química del gas natural mediante la intensidad de niveles de la llama.

**Figura 6**

*Composición química del gas natural*



*Nota.* Recuperado de Cálidda. <https://acortar.link/XGtdJM>

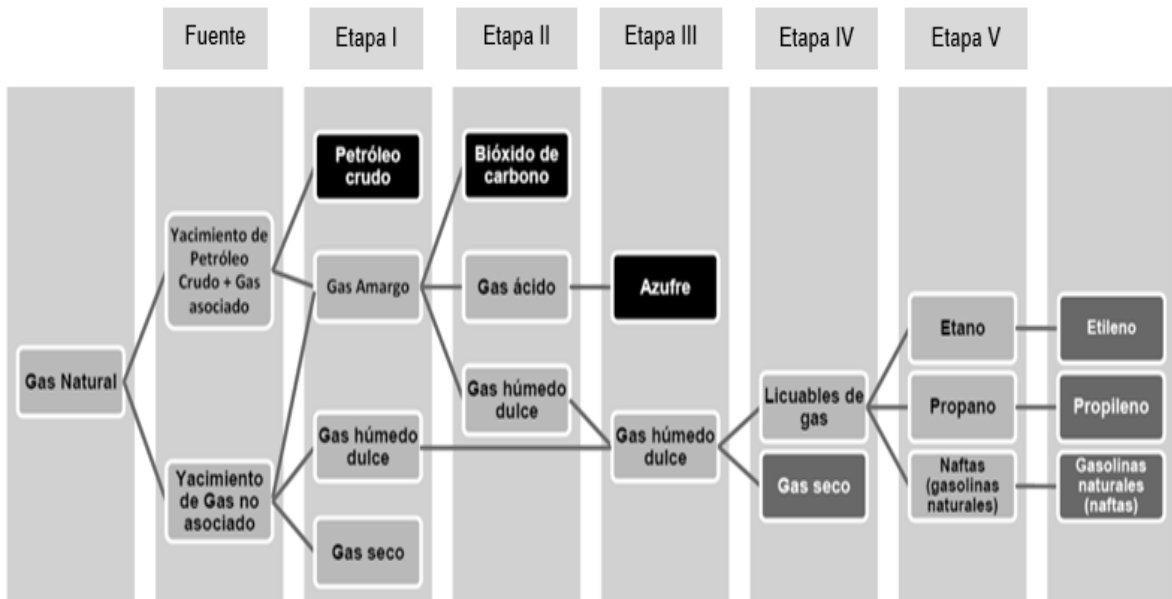
## 2.2.1.2 <sup>72</sup> Procesamiento del Gas Natural

Para poder transformar el gas natural extraído del subsuelo en gas natural seco (comercial) y gas licuado de petróleo (GLP) se pasa varias etapas dentro de un proceso industrial conocido como procesamiento del gas natural. El procesamiento del gas natural visto de manera general se puede entender de la siguiente manera.

El gas natural extraído del subsuelo se puede clasificar en dos grandes fuentes, la primera es cuando se encuentra en el yacimiento acompañado con el petróleo crudo (asociado), y la segunda, cuando no está acompañado de petróleo crudo (no asociado). Independientemente de la fuente de origen del gas natural se da inicio al procesamiento del gas natural mediante la primera etapa (Etapa I: Separación) los productos que se obtengan de esta primera etapa van a depender del tipo de fuente de origen de la cual proviene el gas natural. En la segunda etapa (Etapa II: Endulzamiento) se procesan los productos obtenidos en la primera etapa provenientes de la fuente del gas natural asociado, se busca retirar principalmente al ácido sulfhídrico y dióxido de carbono del gas natural. En la tercera etapa (Etapa III: Recuperación de azufre) se separa el azufre como un producto terminado para comercializarlo en el mercado. Para la cuarta etapa (Etapa IV: Recuperación de licuables) tenemos solo hidrocarburos gaseosos, en esta etapa se diferencia el gas natural seco y los líquidos de gas natural (GNL) mediante procesos criogénicos, el principal producto obtenido es el gas natural seco para la comercialización. En la quinta y última etapa (Etapa V: Fraccionamiento de hidrocarburos) se procesan los líquidos de gas natural con la finalidad de obtener otros productos principales para su posterior comercialización. Todas las etapas del procesamiento del gas natural explicado anteriormente han sido representadas en la **Figura 7**, la cual esquematiza de manera progresiva y resumida la secuencia de las etapas del procesamiento del gas natural descritas.

**Figura 7**

*Etapas del procesamiento del gas natural*

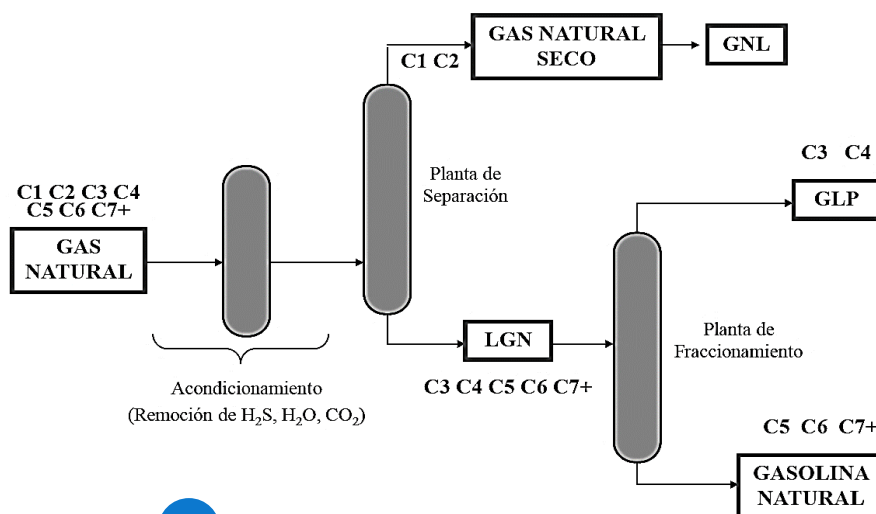


Nota. Recuperado de *Gas natural* (p. 2), por la Secretaría de Energía, Dirección General de Gas Natural y Petroquímicos, 2015.

En la **Figura 8** se complementa la representación el procesamiento del gas natural mediante la secuencia y orden por el que pasa el gas natural desde su extracción hasta obtener los productos finales.

**Figura 8**

*Procesamiento del gas natural*



Nota. Recuperado de *Operación de plantas de procesamiento de gas natural* [Diapositiva 8], por Jessica Gómez, Osinergmin. <https://acortar.link/vaKDyA>



### 2.2.1.3. Características del Gas Natural Seco

El gas natural posee las siguientes características:

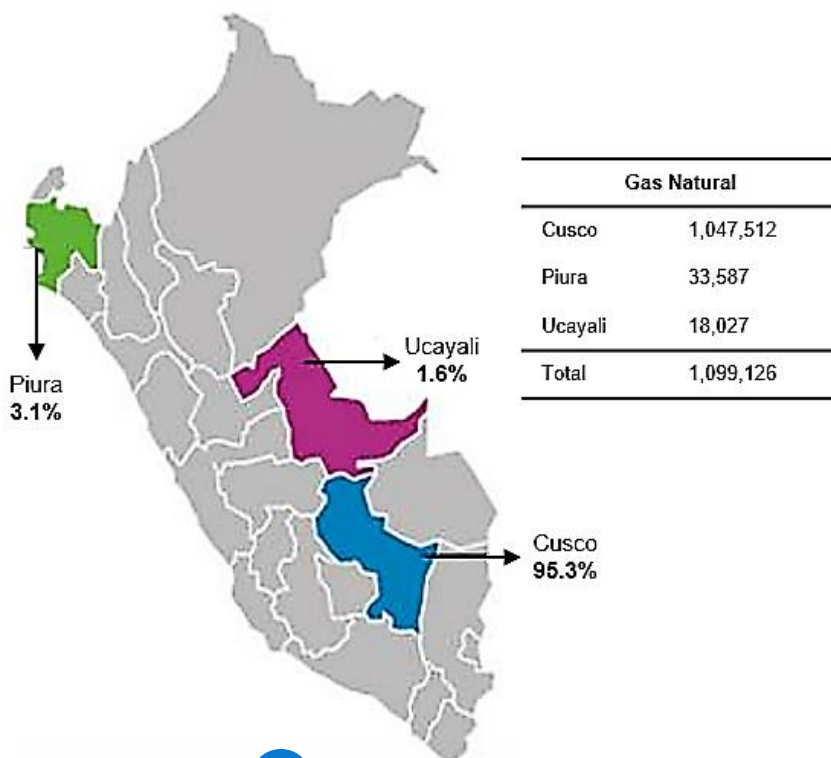
- Incoloro e insípido
- Inodoro, es decir, el gas natural no posee olor. Pero, en el trayecto antes de llegar al consumidor final, específicamente en el City Gate, ubicado en Lurín, al gas natural se le agrega mercaptano, un agente químico, que le atribuye un olor artificial con la finalidad de detectar de manera inmediata una posible fuga de gas.
- No es tóxico, es decir, en el caso que el gas natural sea inhalado por una persona, este no representa riesgo alguno para su salud.
- Es liviano, más ligero que el aire, la densidad relativa del gas natural es 0.60, la cual es inferior respecto al aire 1.00, estos valores explican la razón por la cual el gas natural tiende a elevarse fácilmente y por ende, en el caso de una posible fuga el gas natural se disiparía fácilmente.
- Tiene una combustión más limpia que otros combustibles fósiles (emite menor cantidad de gases de efecto invernadero).

### 2.2.2. El Gas Natural en el Perú

Osinerming (2012) sostiene que la industria de gas natural en el Perú se encuentra focalizada principalmente en tres zonas geográficas: zona nor-occidental en Tumbes y Piura (yacimientos de la costa y el zócalo norte), en la zona centro oriental en Ucayali (yacimiento de Aguaytía) y en la zona sur oriental en Cusco (yacimiento de Camisea). La producción de gas natural en la zona nor-occidental y centro oriental del Perú son poco relevantes y su importancia radica principalmente como uso en la generación de energía eléctrica, mientras que en la zona sur oriental del Perú es donde se desarrolla la gran industria del gas natural y esta se inicia con la explotación de los yacimientos de Camisea.

López Moreno (2014) hace mención que en el Perú la producción total de gas natural para el año 2011 fue de 1,099,126 pies cúbicos por día, como se presenta en la **Figura 9**, se representa las tres principales zonas geográficas de extracción y producción de gas natural, y su relación porcentual de cada zona geográfica con la producción a nivel nacional al 2011.

## Producción del gas natural por región



Nota. Recuperado de [Aspectos Generales de la Industria de Gas Natural y Supervisión de Ductos de Transporte de Gas Natural y Líquidos de Gas Natural](#) [Diapositiva 11], por F. López Moreno, Osinergmin, 2014. <https://acortar.link/naSj2j>

### 2.2.2.1. El Proyecto de Camisea

Pluspetrol (2022) define a Camisea como un mega yacimiento de gas natural, el más importante del Perú y referente en Latinoamérica. Camisea es un consorcio conformado por Pluspetrol, Hunt Oil, SK Innovation, Tecpetrol, Repsol y Sonatrach. Camisea está comprendido por los lotes 88, 56, 57 y 58.

Camisea (2022) muestra que los niveles de producción para el año 2022 son los que se muestran en la **Tabla 3**.

**Tabla 3**

*Niveles de producción 2022*

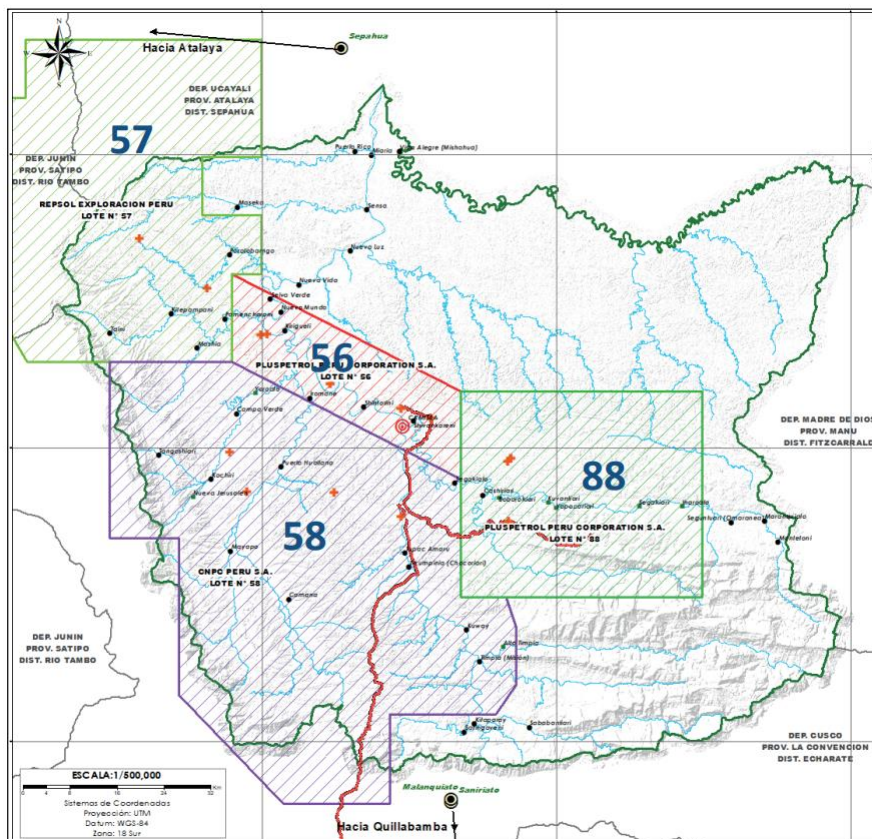
| Producción*    | Cantidad (MMBOE**) |
|----------------|--------------------|
| Total Operada  | 117.1 MMBOE        |
| Total Líquidos | 23.8 MMBOE         |
| Total Gas      | 93.3 MMBOE         |

*Nota.* \*. Incluye consumos, reinyección y flare de seguridad; \*\*BOE: barriles de petróleo equivalente por su sigla en inglés. 1 MMBOE = 1,000,000 BOE. Adaptado de *Informe de sostenibilidad de Camisea* (p. 7), por Camisea, 2022. <https://acortar.link/fOLHAA>

En la **Figura 10** que se presenta a continuación, se muestra la ubicación georreferencial del distrito de Megantoni, departamento de Cusco, Perú. En el que se visualizan los lotes 56, 57, 58 y 88 de Camisea.

**Figura 10**

Ubicación de los lotes 56, 57, 58 y 88 en el distrito de Megantoni, Cusco



*Nota.* Recuperado de El gas de Camisea (p. 20), por M. Caro Reyes, Grupo Propuesta Ciudadana, 2019. <https://acortar.link/IO4J7Y>

Camisea (2022) referente al gas natural como producto generado, afirma que sus clientes se dividen en generadores, el sector industrial, los distribuidores y las plantas de GNL. Estos clientes se clasifican dependiendo al mercado en el que están orientados como muestra la **Tabla 4**, para el mercado local (58%) y para el mercado de exportación (42%).

**Tabla 4**

*Representación de clientes del consorcio Camisea de acuerdo al tipo de mercado*

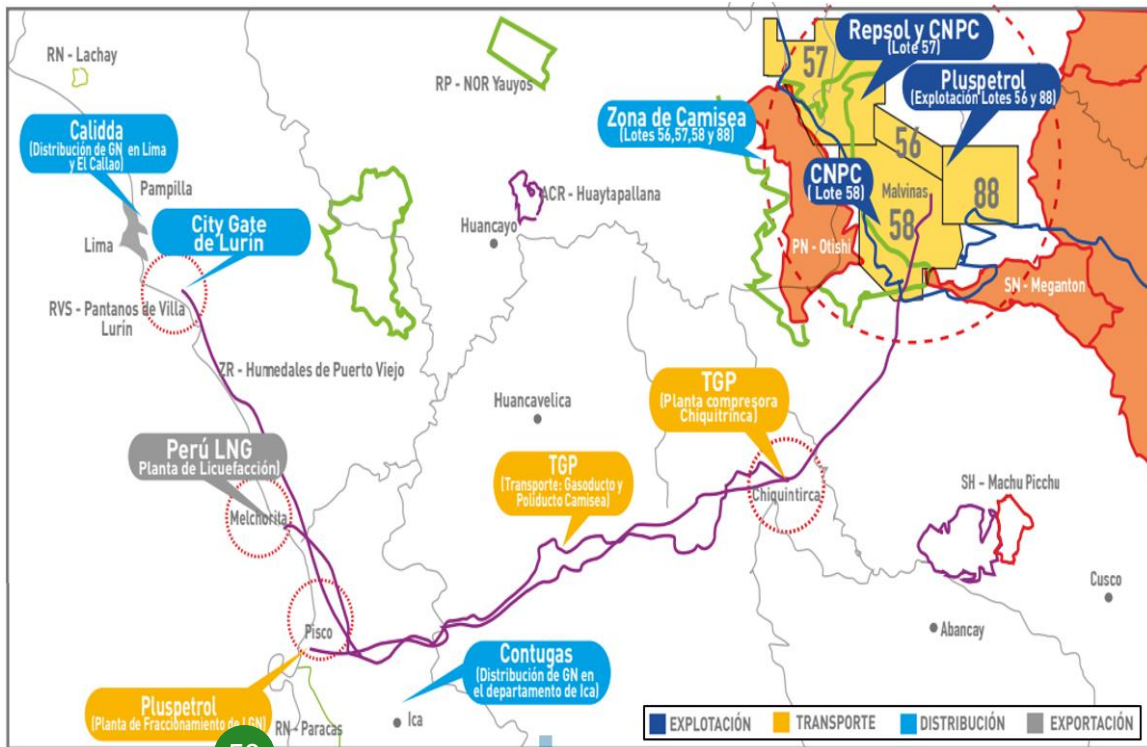
| Tipo de Mercado     | Representación |
|---------------------|----------------|
| Mercado Local       | 58%            |
| Mercado Exportación | 42%            |

*Nota.* Adaptado de *Informe de sostenibilidad de Camisea* (p. 7), por Camisea, 2022.  
<https://acortar.link/f0LHAA>

En la **Figura 11** se visualiza el diseño del proyecto de Camisea, el cual contempla desde la **4** extracción del gas natural, la distribución del gas natural seco o líquidos de gas natural, a través de los gasoductos que atraviesan la selva y andes del Perú hasta llegar a la costa peruana para la posterior distribución o exportación de los productos finales.

**Figura 11**

*Diseño del proyecto de Camisea*



Nota. Recuperada de La industria del gas natural en el Perú. A diez años del Proyecto Camisea (p. 81), por Osinergmin, 2014. <https://acortar.link/zozAUe>

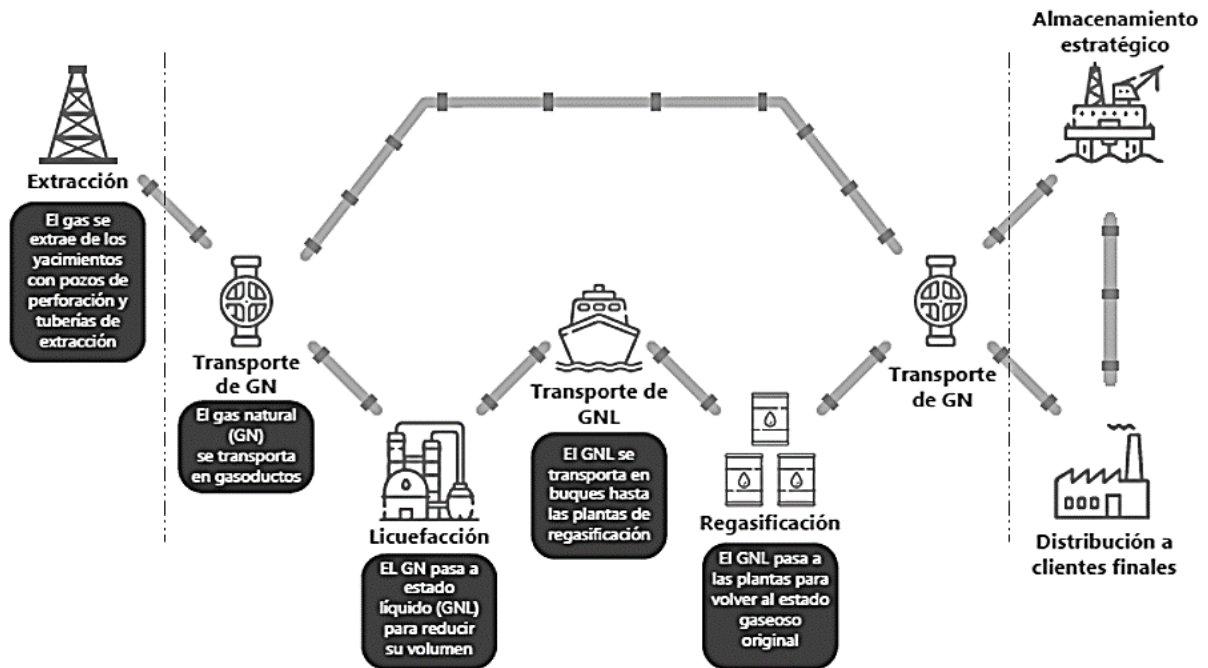
### 2.2.2.2. Cadena de Valor del Gas Natural

En el marco normativo se contempla tres actividades principales en Camisea. La primera son la explotación, resaltando la extracción del gas natural y la separación entre el gas natural seco y los líquidos de gas natural. La segunda son las actividades de transporte, la cual está formada por dos principales ductos, uno para el gas natural seco y el otro para los líquidos de gas natural. La tercera actividad es en relación a la distribución de gas natural, la cual abarca la instalación y operación de las redes de ductos de alta y baja presión para llevar el hidrocarburo hacia los consumidores. Osinergmin (2012).

En la Figura 12 se muestra la cadena de valor del gas natural contemplando su explotación o extracción, transporte y distribución.

**Figura 12**

*Cadena de valor del gas natural*



Nota. Recuperado de *Anuario Estadístico 2020 de la Dirección General de Hidrocarburos* (p. 96), por Dirección General de Hidrocarburos, 2021. <https://acortar.link/OmGeLC>

#### 2.2.2.2.1. Explotación

La empresa productora (Pluspetrol) extrae los hidrocarburos para procesarlos en la planta de separación en Malvinas, esto con la finalidad de eliminar impurezas y separar el gas natural seco de los líquidos de gas natural, este proceso termina cuando el productor inyecta los hidrocarburos en los ductos para su transporte.

#### 2.2.2.2.2. Transporte

La empresa transportadora (TGP) lleva los hidrocarburos hacia la costa peruana mediante los ductos: uno para gas natural seco (730 km) y el otro para los líquidos de gas natural (540 km). La ruta empieza en la selva del cusco, pasando por Ayacucho y Huancavelica terminando en la costa peruana.

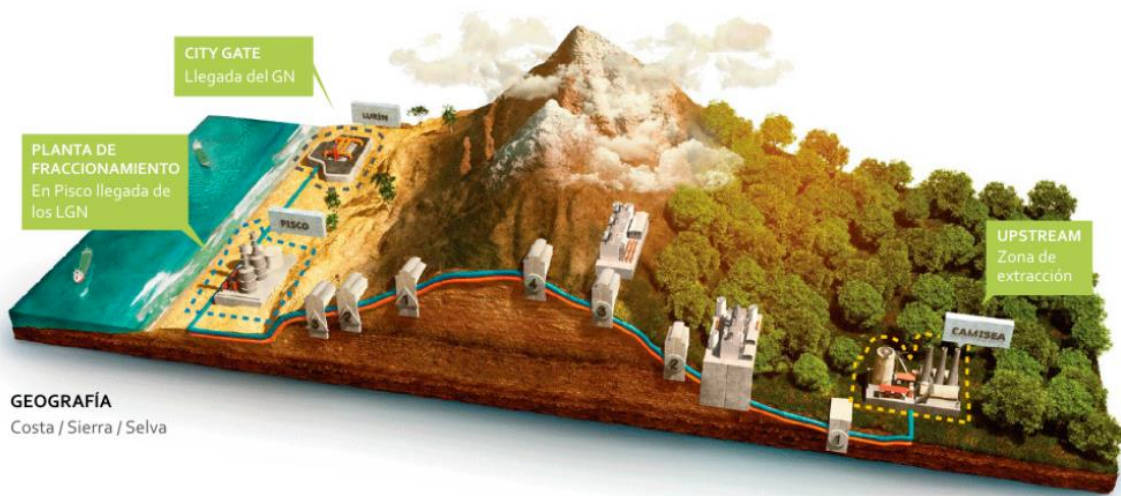
El gas natural seco es entregado a los consumidores (generados eléctricos, grandes industrias y distribuidores) de Lima e Ica.

Los líquidos de gas natural son entregados en Ica <sup>33</sup> productor en la planta de fraccionamiento Lobería para que puedan ser procesados y posteriormente lleguen al mercado local en forma de GLP y otros combustibles.

La **Figura 13** muestra <sup>82</sup> el sistema de transporte de gas natural por ductos para gas natural seco (gasoducto azul) y <sup>51</sup> líquidos de gas natural (gasoducto rojo) desde Camisea hasta el City Gate en Lurín y la planta de fraccionamiento en Pisco, respectivamente.

### Figura 13

*Sistema de transporte por ductos*

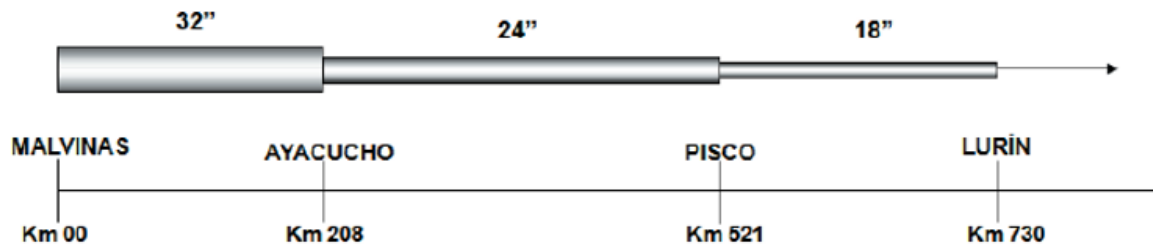


*Nota.* Recuperado de TGP. <https://acortar.link/lwxsBd>

La **Figura 14** presenta los diámetros de las tuberías usadas para el transporte de hidrocarburos desde Camisea hasta su llegada a la costa, específicamente a la planta de fraccionamiento en Pisco y el City Gate en Lurín. También representa las longitudes, en kilómetros, de gasoductos por diámetros, y la longitud total del tramo de gasoductos que son 730 km aproximadamente.

**Figura 14**

*Diámetros de tuberías usados para el transporte de hidrocarburos*



Nota. Recuperado de Osinergmin

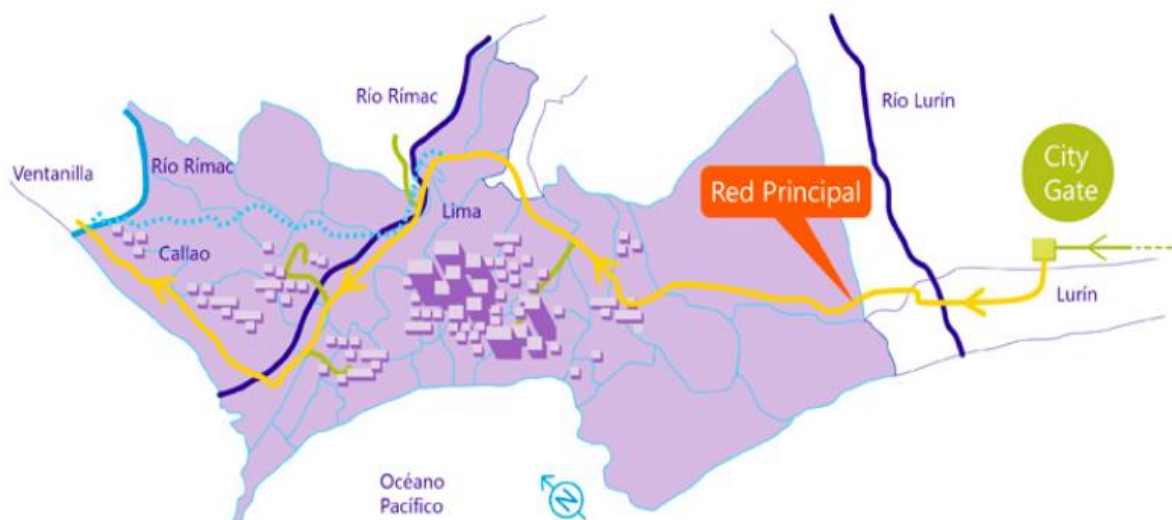
### 2.2.2.2.3. Distribución

Las empresas distribuidoras (Lima e Ica) reciben el gas natural seco entregado por TGP, los distribuidores tienen la función de suministrar residencias, pequeñas industrias y comercios, despachos de gas natural vehicular, etc. A través de redes de ductos.

Por ejemplo, en Lima, como se aprecia en la **Figura 15**, el gas natural es recibido por Cálidda en el City Gate ubicado en Lurín, altura del kilómetro 35 de la Panamericana Sur. Desde este punto es donde se distribuye a los usuarios de Lima y Callao a través de ductos subterráneos. El gasoducto troncal de Cálidda inicia en el City Gate y culmina en la Central Térmica de Ventanilla (Callao).

**Figura 15**

Sistema de Distribución en Lima y Callao de Cálidda



Nota. Recuperado de Cálidda. <https://acortar.link/4ljwb5>



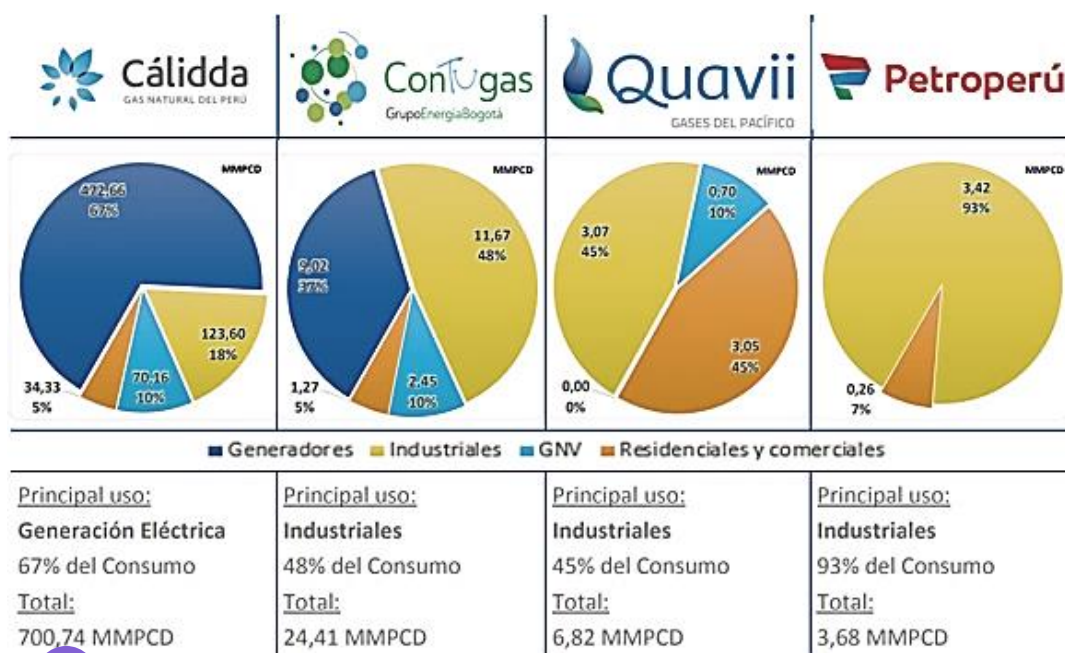
### 2.2.3. Usos del Gas Natural Seco

El gas natural tiene importancia en varios sectores, su uso es principalmente energético como medio alternativo a los combustibles tradicionales en diversas aplicaciones. Los principales sectores económicos en los que participa el gas natural como fuente de energía para su uso, son cuatro; para el uso en la generación de energía eléctrica, para el uso industrial, para el uso en el transporte (en su variación: gas natural vehicular - GNV) y para su uso en residencias y comercio.

En la **Figura 16** se presentan las cuatro principales concesionarias de gas natural del Perú y, en cada una de estas, cual es el porcentaje de gas natural destinado al uso en cada sector económico.

**Figura 16**

*Demanda de gas natural estimada por sectores de las concesiones de distribución – 2do trimestre 2023*



Nota: adaptado de *Boletín estadístico: Procesamiento, producción y transporte de gas natural* (p.22), División de Supervisión de Gas Natural, 2023. <https://acortar.link/JOABFb>

### 2.2.3. Equipos, Materiales y Accesorios

#### 2.2.3.1. Regulador de Presión

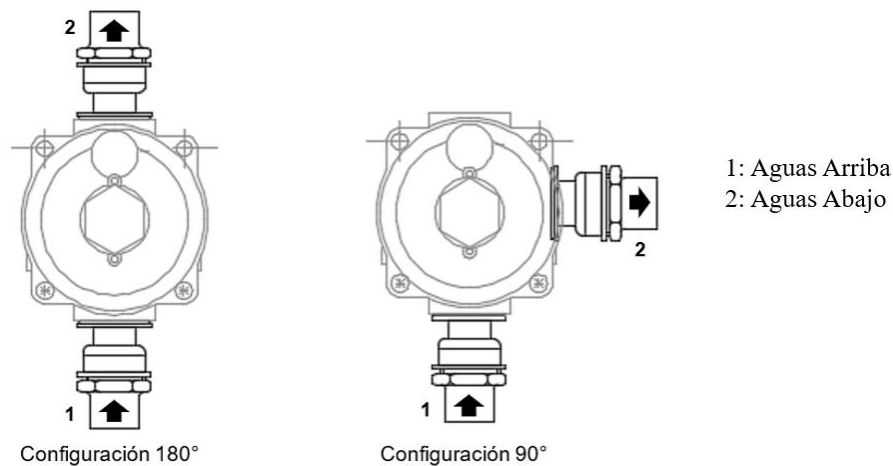
El regulador de presión es un aparato que sirve para el control de flujo, está diseñado para mantener una presión constante aguas abajo del regulador independientemente de la variación de presión que puedan ocurrir aguas arriba del regulador, dentro del rango permitido. La selección, operación y mantenimiento adecuado de estos aparatos asegura el correcto funcionamiento del artefacto (gasodoméstico) al que provee gas natural. (NTP 111.011, 2014).

La selección del regulador dentro de una instalación va a depender de la necesidad de reducción de presión entre la transición de una etapa y otra. También va a depender de la presión a la cual está diseñada la instalación.

En la **Figura 17** se representan a los reguladores de presión, estos reguladores tienen dos tipos de configuraciones, de 90° y 180°, la selección entre estas configuraciones va a depender del tipo de gabinete y de la cantidad de artefactos a alimentar.

**Figura 17**

*Representación de las configuraciones 180° y 90° para reguladores*



Tahara Fukuhara (2009) sostiene que la presión que viene por la tubería de conexión de la red externa es de entre 5 bar de entrada y dependiendo del tipo de cliente, las presiones de salida son diferentes.

- Residencial (unifamiliar): 25 mbar.
- Multifamiliar: línea montante de 340mbar y red interna de 25 mbar.
- Comercial: 340 mbar.

Para el caso de edificios multifamiliares se necesitan dos reguladores, el primer regulador (1era etapa) baja la presión de 4-5 bar a 340mbar, por la línea montante circula 340 mbar, el segundo regulador (2da etapa) baja la presión de 340mbar a 25 mbar como máximo hacia los artefactos. Este tipo de regulación es conocido como de segunda etapa.

En la **Tabla 5** se observa cuáles son los reguladores comerciales con los que trabaja Cálidda, concesionaria de Lima y Callao; su caudal y la aplicación que pueda tener ya sea como regulador de única etapa, primera etapa o segunda etapa.

**Tabla 5**

*Reguladores con los que trabaja Cálidda*

| Regulador | Caudal Máx.<br>m <sup>3</sup> /h | Única Etapa     | Primera Etapa    | Segunda Etapa      |
|-----------|----------------------------------|-----------------|------------------|--------------------|
|           |                                  | 5 bar - 25 mbar | 5 bar - 340 mbar | 340 mbar - 25 mbar |
| B6        | 6                                | X               |                  | X                  |
| B10       | 10                               | X               | X                |                    |
| B25       | 25                               | X               | X                |                    |
| B50       | 50                               |                 | X                |                    |

Nota. Adaptado de **1** *Guía de Diseño de Proyectos de Gas Natural* (p. 17), por Cálidda, 2021.

### 2.2.3.2. Medidores

**1** NTP 1110.11 (2014) El medidor es un aparato que tiene como finalidad cuantificar o medir el volumen de gas natural seco que fluye a través del sistema de tuberías. Registra el volumen de gas consumido.

Los medidores actualmente han evolucionado significativamente, ahora se caracterizan por tener un mínimo desgaste, su alta confiabilidad, amplio rango y una reducción de las caídas de pérdida de carga en el punto de medición.

#### 2.2.3.2.1. Clasificación de Medidores

Tahara Fukuhara (2009) presenta que los medidores se pueden clasificar de acuerdo al mecanismo usado para cuantificar el volumen de gas natural seco.

- Medidores Tipo Volumétricos:

Su mecanismo de funcionamiento radica en desplazar un volumen constante de forma cíclica. El volumen de estos contadores está limitado a 100 m<sup>3</sup>/h.

1. Medidor de membrana o paredes deformables

2. Medidor de pistones rotativos

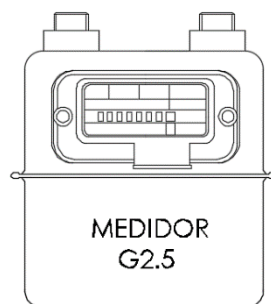
- Medidores Tipo de Velocidad (No volumétrico):

Su mecanismo de funcionamiento radica en que el caudal del gas es proporcional a la velocidad, se trata de un medidor de turbina.

El medidor que se utiliza para uso residencial y comercial es el medidor de membrana (paredes deformables), como se puede visualizar en la **Figura 18**, el medidor de membrana dispone externamente de una carcasa, e internamente de un conjunto de medición formado por dos pulmones (cámaras) de volumen fijo subdivididas internamente por una membrana.

### Figura 18

Representación de un medidor G 2.5



En la **Tabla 6** se presenta a los medidores comerciales utilizados por Cálidda clasificados por calibre, detallando el rango de volumen de medición y la presión de medición.

**Tabla 6****1 Rangos de caudales según la presión de regulación**

| Calibre | Rango de Volumen de medición |                   | Presión de Medición (mbar) |                    |                    |                    |
|---------|------------------------------|-------------------|----------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|         | Min.                         | Máx.              | 25                         |                    | 340                |                    |
|         |                              |                   | Min.                       | Máx.               | Min.               | Máx.               |
|         | m <sup>3</sup> /h            | m <sup>3</sup> /h | m <sup>3</sup> /h*         | m <sup>3</sup> /h* | m <sup>3</sup> /h* | m <sup>3</sup> /h* |
| G1.6    | 1.60                         | 2.50              | 1.64                       | 2.56               | 2.14               | 3.35               |
| G2.5    | 2.5                          | 4                 | 2.56                       | 4.10               | 3.35               | 5.36               |
| G4      | 4                            | 6                 | 4.10                       | 6.15               | 5.36               | 8.04               |
| G6      | 6                            | 10                | 6.15                       | 10.25              | 8.04               | 13.40              |
| G10     | 10                           | 16                | 10.25                      | 16.40              | 13.40              | 21.44              |
| G16     | 16                           | 25                | 16.40                      | 25.63              | 21.44              | 33.50              |
| G25     | 25                           | 40                | 25.63                      | 41.00              | 33.50              | 53.60              |

Nota. m<sup>3</sup>/h\* = metros cúbicos estándar por hora. Recuperado de **1** *Guía de Diseño de Proyectos de Gas Natural* (p. 16), por Cálidda, 2021.

**2.2.3.3. Gabinetes de Regulación y Medición**

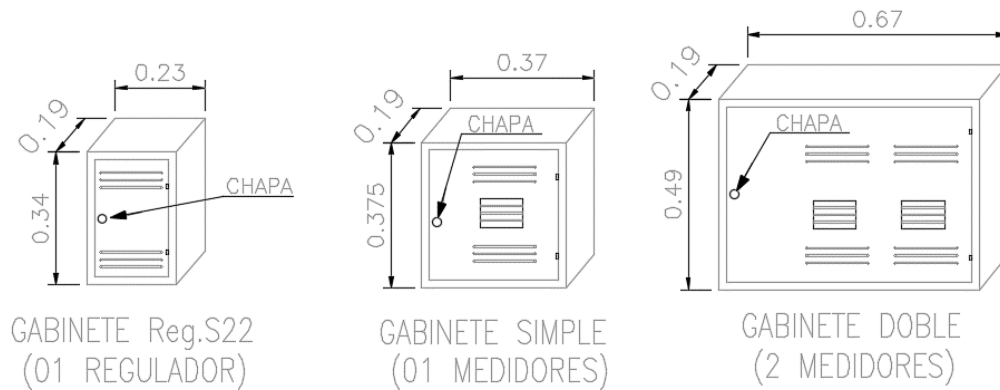
Brindan protección a los aparatos de regulación y medición contra daños en general, daños mecánicos, por ejemplo los golpes o fuerzas externas; o daños ambientales como exposición a la intemperie, la humedad, entre otros.

Como especificaciones tenemos que debe tener una puerta con llave universal, cerradura de aluminio y el material de los gabinetes puede ser metálico o no metálico.

**4** En la **Figura 19** y la **Figura 20** se muestran los gabinetes de regulación y medición utilizados para uso residencial y comercial, estos gabinetes se clasifican dependiendo de su capacidad para albergar a una cantidad de medidores específicas; pudiendo ser, gabinete S22 (solo un regulador), gabinete simple “CM” (un solo medidor con o sin regulador), gabinete doble “CM2” (dos medidores con o sin regulador), gabinete triple “CM3” (tres medidores con o sin regulador) y un gabinete cuádruple “CM4” (cuatro medidores con o sin regulador).

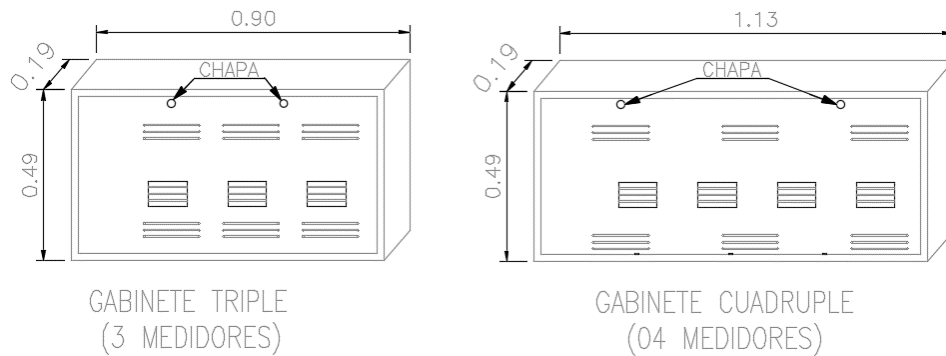
## Figura 19

Gabinetes para uso residencial y comercial (S22, Simples “CM”, Dobles “CM2”)



## Figura 20

Gabinetes para uso residencial y comercial (Triple “CM3” y Cuádruple “CM4”)



### 2.2.3.4. Tuberías para el transporte de Gas Natural

Las tuberías se utilizan para el transporte de gas natural, GLP, biogás, etc. Además de otros fluidos en general. Las tuberías que conforman las instalaciones de gas natural tienen que ser de materiales con características mecánicas apropiadas a la tarea a desarrollar y garantizar que no sufran daños ni por el gas distribuido, ni por el medio exterior con el que estará en contacto.

NTP 111.011 (2014) hace referencia que en las instalaciones internas residenciales y comerciales está permitido hacer uso de tuberías de los siguientes materiales: cobre, acero,  $\text{e-Al-Pe}$ ,  $\text{Pex-Al-Pex}$ . Las tuberías de cobre pueden ser rígidas, como se muestra en la **Figura 21**, o flexibles, en relación a las tuberías de cobre rígido para gas natural deberán estar adecuadas a la NTP 342.052, o ASTM B 88, con referencia a las tuberías A y B (Tipo K y L respectivamente), o una norma técnica análoga.

## Figura 21

### Tubos de cobre rígidos



Nota. Recuperado de Dincorsa. <https://acortar.link/FMOUO8>

GasNatural (2014) hace mención que los tubos de cobre utilizados en construcción de instalaciones de gas natural tienen que ser tubos redondos de precisión estirado en frío sin soldadura, para usarse con accesorios (codos, tee, etc.) soldados por capilaridad.

En la **Tabla 7** se muestran las razones por las que es recomendable hacer uso de tuberías de cobre en instalaciones de gas natural seco.

## Tabla 7

### Características de las tuberías de cobre

| Característica           | Descripción  |
|--------------------------|--|
| Durabilidad              | Posee alta resistencia a la corrosión de la atmósfera.   |
| Higiene                  | El cobre posee propiedades antibacterianas, evita transmitir enfermedades a través del agua.                                     |
| 11 Versatilidad          | El cobre es moldeable y dúctil, permite gran variedad de uniones, coplas, etc.   |
| Facilidad de instalación | Las tuberías de cobre son fácilmente instalables y en corto tiempo.  |
| 11 Mantenimiento         | Las cañerías de cobre luego de instaladas ya no necesitan atención alguna, no se corroen, quiebran y mantienen su funcionalidad. |
| Eficiencia               | Las paredes internas son lisas lo que asegura una mínima caída de presión.   |

Nota. Adaptado de Dincorsa. <https://acortar.link/heQGwD>

En la **Tabla 8**, se presentan los tipos de tubería rígidas de cobre con sus principales características y usos.

**Tabla 8***Clasificación de tuberías rígidas*

| Tubería | Norma de fabricación | P. y T de Trabajo | Código de Color | Usos   |
|---------|----------------------|-------------------|-----------------|--|
| Tipo M  | ASTM B 88            | Normal            | Tinta roja      | Instalaciones hidráulicas de agua fría y caliente en casas, edificios habitacionales.                              |
| Tipo K  | ASTM B 88            | Severo            | Tinta verde     | Instalaciones tipo industrial para conducción de líquidos y gases.   |
| Tipo L  | ASTM B 88            | Elevadas          | Tinta azul      | Instalaciones hidráulicas, gas natural, GLP, calefacción, refrigeración, aire comprimido, aire acondicionado, etc. |

Nota. P: presión, T: temperatura. Adaptado de Dincorsa. <https://acortar.link/FMOUO8>

La **Figura 22**, presenta las características técnicas de las tuberías rígidas de cobre tipo K, clasificadas por diámetros comerciales.

**Figura 22***Clasificación de las medidas de diámetros de tuberías de cobre tipo K*

Nota. \*:

| TIPO     | DIAMETRO NOMINAL PULGADAS | DIAMETRO EXTERIOR |       | ESPESOR DE PARED |       | PESO     | PRESION DE TRABAJO* |
|----------|---------------------------|-------------------|-------|------------------|-------|----------|---------------------|
|          |                           | PULG.             | MM    | PULG.            | MM    | kg/metro | PSI A 38°C          |
| <b>K</b> | 1/4                       | 3/8               | 9.52  | 0.035            | 0.89  | 0.216    | 1595                |
|          | 3/8                       | 1/2               | 12.70 | 0.049            | 1.24  | 0.400    | 1745                |
|          | 1/2                       | 5/8               | 15.87 | 0.049            | 1.24  | 0.512    | 1375                |
|          | 5/8                       | 3/4               | 19.05 | 0.049            | 1.24  | 0.622    | 1135                |
|          | 3/4                       | 7/8               | 22.22 | 0.065            | 1.65  | 0.954    | 1315                |
|          | 1                         | 1 1/8             | 28.57 | 0.065            | 1.65  | 1.249    | 1010                |
|          | 1 1/4                     | 1 3/8             | 34.92 | 0.065            | 1.65  | 1.548    | 820                 |
|          | 1 1/2                     | 1 5/8             | 41.27 | 0.072            | 1.83  | 2.024    | 765                 |
|          | 2                         | 2 1/8             | 53.97 | 0.083            | 2.11  | 3.066    | 665                 |
|          | 2 1/2                     | 2 5/8             | 66.67 | 0.095            | 2.41  | 4.360    | 520                 |
|          | 3                         | 3 1/8             | 79.37 | 0.109            | 2.77  | 5.953    | 605                 |
|          | 3 1/2                     | 3 5/8             | 92.07 | 0.120            | 3.05  | 7.619    | 570                 |
| 4        | 4 1/8                     | 104.77            | 0.134 | 3.40             | 9.688 | 555      |                     |

Presión de trabajo hasta 68°C – Tubo rígido 9000PSI. Recuperado de *Ficha técnica de tubo de cobre rígido* (p. 2), por Eberhardt, 2015. <https://acortar.link/aFi7ce>

La **Figura 23**, presenta las características técnicas de las tuberías rígidas de cobre tipo M, clasificadas por diámetros comerciales.



**Figura 23**

Clasificación de las medidas de diámetros de tubería de cobre tipo M

| TIPO     | DIAMETRO NOMINAL<br>PULGADAS | DIAMETRO EXTERIOR |       | ESPESOR DE PARED |       | PESO     | PRESION DE |
|----------|------------------------------|-------------------|-------|------------------|-------|----------|------------|
|          |                              | PULG.             | MM    | PULG.            | MM    | TEORICO  | TRABAJO*   |
|          |                              |                   |       |                  |       | kg/metro | PSI A 38°C |
| <b>M</b> | 3/8                          | 1/2               | 12.70 | 0.025            | 0.63  | 0.216    | 840        |
|          | 1/2                          | 5/8               | 15.87 | 0.028            | 0.71  | 0.304    | 760        |
|          | 3/4                          | 7/8               | 22.22 | 0.032            | 0.81  | 0.488    | 610        |
|          | 1                            | 1 1/8             | 28.57 | 0.035            | 0.89  | 0.692    | 515        |
|          | 1 1/4                        | 1 3/8             | 34.92 | 0.042            | 1.07  | 1.015    | 515        |
|          | 1 1/2                        | 1 5/8             | 41.27 | 0.049            | 1.24  | 1.399    | 510        |
|          | 2                            | 2 1/8             | 53.97 | 0.058            | 1.47  | 2.173    | 450        |
|          | 2 1/2                        | 2 5/8             | 66.67 | 0.065            | 1.65  | 3.021    | 410        |
|          | 3                            | 3 1/8             | 79.37 | 0.072            | 1.83  | 3.988    | 385        |
|          | 3 1/2                        | 3 5/8             | 92.07 | 0.083            | 2.11  | 5.328    | 385        |
| 4        | 4 1/8                        | 104.77            | 0.095 | 2.41             | 6.935 | 380      |            |

Nota. \*: Presión de trabajo hasta 68°C – Tubo rígido 9000PSI. Recuperado de *Ficha técnica de tubo de cobre rígido* (p. 2), por Eberhardt, 2015. <https://acortar.link/aFi7ce>

La **Figura 24**, presenta las características técnicas de las tuberías rígidas de cobre tipo L, clasificadas por diámetros comerciales.

**Figura 24**

Clasificación de las medidas de diámetros de tuberías de cobre tipo L

| TIPO     | DIAMETRO NOMINAL<br>PULGADAS | DIAMETRO EXTERIOR |        | ESPESOR DE PARED |      | PESO     | PRESION DE |
|----------|------------------------------|-------------------|--------|------------------|------|----------|------------|
|          |                              | PULG.             | MM     | PULG.            | MM   | TEORICO  | TRABAJO*   |
|          |                              |                   |        |                  |      | kg/metro | PSI A 38°C |
| <b>L</b> | 1/4                          | 3/8               | 9.52   | 0.032            | 0.76 | 0.199    | 1350       |
|          | 3/8                          | 1/2               | 12.70  | 0.035            | 0.89 | 0.295    | 1195       |
|          | 1/2                          | 5/8               | 15.87  | 0.040            | 1.02 | 0.424    | 1105       |
|          | 5/8                          | 3/4               | 19.05  | 0.042            | 1.07 | 0.539    | 965        |
|          | 3/4                          | 7/8               | 22.22  | 0.045            | 1.14 | 0.677    | 875        |
|          | 1                            | 1 1/8             | 28.57  | 0.050            | 1.27 | 0.975    | 770        |
|          | 1 1/4                        | 1 3/8             | 34.92  | 0.055            | 1.40 | 1.316    | 680        |
|          | 1 1/2                        | 1 5/8             | 41.27  | 0.060            | 1.52 | 1.697    | 630        |
|          | 2                            | 2 1/8             | 53.97  | 0.070            | 1.78 | 2.604    | 555        |
|          | 2 1/2                        | 2 5/8             | 66.67  | 0.080            | 2.03 | 3.691    | 520        |
|          | 3                            | 3 1/8             | 79.37  | 0.090            | 2.29 | 4.956    | 490        |
|          | 3 1/2                        | 3 5/8             | 92.07  | 0.100            | 2.54 | 6.384    | 470        |
|          | 4                            | 4 1/8             | 104.77 | 0.110            | 2.79 | 8.006    | 450        |

Nota. \*: Presión de trabajo hasta 68°C – Tubo rígido 9000PSI. Recuperado de *Ficha técnica de tubo de cobre rígido* (p. 2), por Eberhardt, 2015. <https://acortar.link/aFi7ce>

### 2.2.3.5. Sujeción de Tuberías

NTP 111.011 (2014) “las tuberías deben tener su soporte propio y no soportarse en otras tuberías. Asimismo, deben ser instaladas de forma tal que no se produzcan tensiones en estas” (p. 31).

En la NTP 111.011 (2014) se menciona que las tuberías que tengan que ser instaladas en una pared se tienen que sujetar con abrazaderas, soportes o grapas; teniendo en cuenta las distancias entre los dispositivos de anclaje según la **Tabla 9**.

En la **Tabla 9** se muestra la separación máxima que debe existir entre puntos de sujeción para las tuberías rígidas de cobre según su diámetro comercial.

**Tabla 9**

*Distancias entre dispositivos de anclaje para tuberías rígidas de cobre*

| Tubería               | 1 Diámetro nominal |         | Separación máxima (m) |                          |
|-----------------------|--------------------|---------|-----------------------|--------------------------|
|                       | mm                 | Pulgada | Horizontal            | Vertical                 |
| Rígida<br>de<br>Cobre | 12.70              | ½       | 1.0                   | 1.5                      |
|                       | 19.05              | ¾       | 1.5                   | 2.0                      |
|                       | 25.40              | 1       |                       |                          |
|                       | 31.75              | 1 ¼     | 2.5                   | 3.0                      |
|                       | > 31.75            | > 1 ¼   | 3.0                   | 1 por planta, máximo 3.5 |

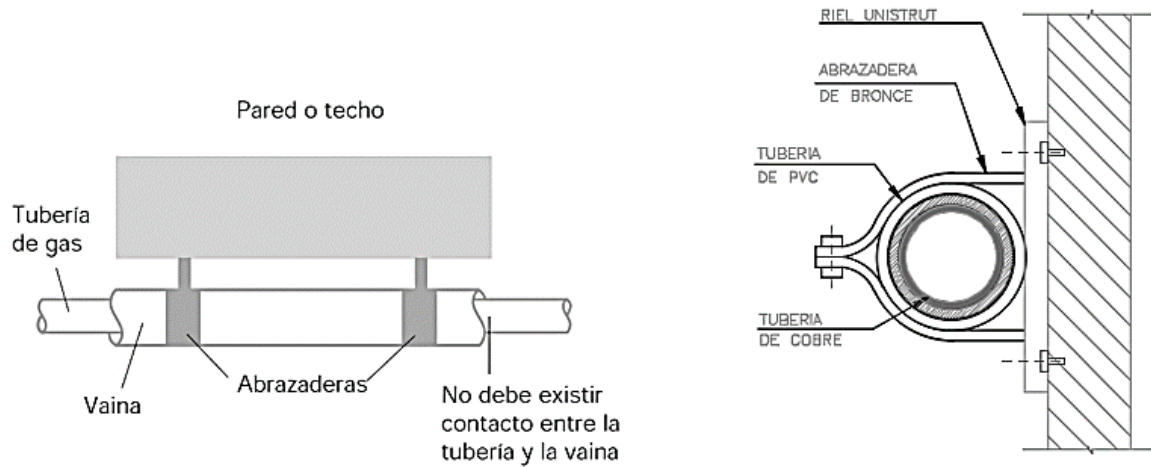
*Nota.* Adaptado de NTP 111.011 (2014) y GasNatural (2014).

NTP 111.011 (2014) “Se deberá colocar entre las tuberías y las sujeciones un elemento aislante que proteja la tubería contra cualquier tipo de corrosión” (p. 31).

En la **Figura 25**, se presentan algunos detalles de alternativas de sujeción adosadas al muro o techo para las tuberías rígidas de cobre y el elemento aislante (vaina o tubería de PVC) como protección de la tubería de cobre ante cualquier tipo de corrosión.

## Figura 25

Detalle de sujeción adosado al muro o techo de la tubería de cobre



### 2.2.3.6. Accesorios de Cobre para Tuberías de Gas Natural

Estos sirven para realizar conexiones dentro del sistema de tuberías de gas natural:

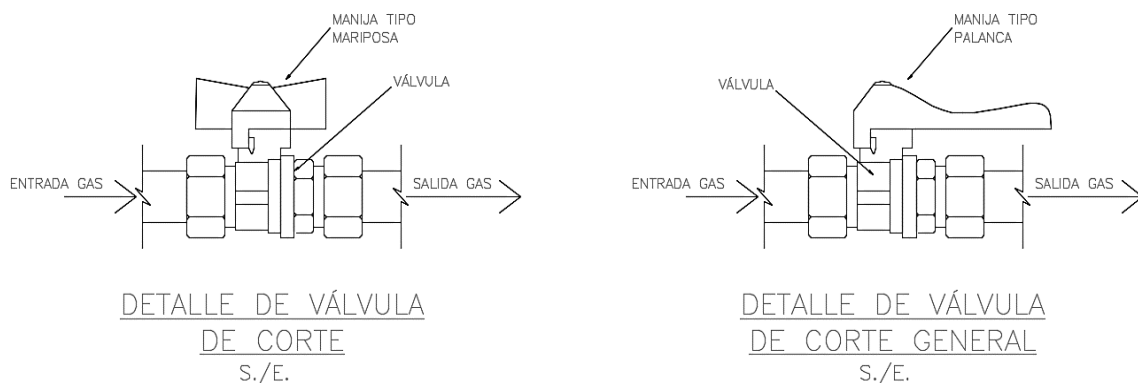
#### 2.2.3.6.1. Válvulas

Las válvulas o llamadas también llaves, son dispositivos de control en una instalación con la función de abrir o cerrar el paso del fluido, a través de una maniobra manual. En las instalaciones de gas natural residencial y comercial se usan principalmente válvulas esféricas o de bola, como se aprecia en la **Figura 26**.

NTP 111.011 (2014) “El material de las válvulas debe tener correspondencia con el material del sistema de tuberías de la instalación interna” (p. 19).

## Figura 26

Detalles de válvulas de corte



Según la NTP 111.011 (2014) “las válvulas de corte deben ser de cierre rápido y de un cuarto de vuelta con tope, y deberán ser aprobadas para el manejo del gas natural seco” (p. 19).

Según la NTP 111.011 (2014) “la norma técnica aplicable para las válvulas de corte deben cumplir con la EN 331 o la ANSI B16.44 y deben tener una clasificación de resistencia de 1000 kPa de presión (10 bar)” (p.19).

La NTP 111.011 (2014) también hace referencia que las válvulas de corte deberán indicar la posición cerrada o posición abierta, para la primera, la manija deberá estar en posición perpendicular a la tubería y para la segunda, la manija deberá estar en posición paralela a la tubería. La manija debe moverse solamente durante la duración de los trabajos de mantenimiento.

#### **2.2.3.6.2. Codo**

Se le denomina codo al accesorio que tiene por función, gracias a su forma, de cambiar el sentido de dirección en la conducción del fluido dentro de una tubería. Existen codos de 45° y 90°, un codo puede tener una única medida en ambos extremos o pueden tener medidas diferentes en cada extremo, véase **Figura 27**.

#### **Figura 27**

*Tipos de codos, codo de 90° y 45° de cobre*



*Nota.* Recuperado de Dincorsa. <https://acortar.link/RGevDd>

#### **2.2.3.6.3. Reducción Campana**

Se le denomina reducción campana al accesorio que reduce el diámetro de las tuberías de conexiones de una instalación, es decir, posee diámetros diferentes entre sus extremos, véase **Figura 28**.

## Figura 28

Reducción campana de cobre



Nota. Recuperado de Dincorsa. <https://acortar.link/RGevDd>

### 2.2.3.6.4. Tee o Conexión Tee

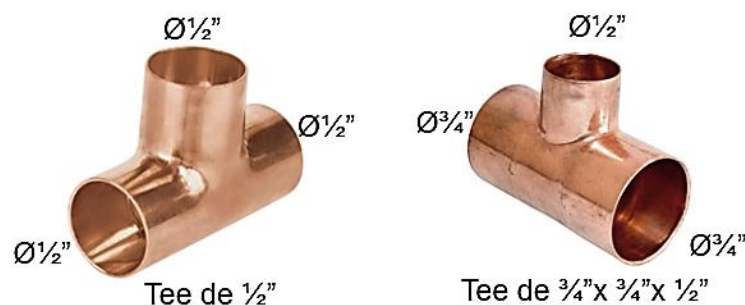
Se le denomina Tee al accesorio que físicamente tiene la forma de la letra “T”. Este accesorio tiene por función generar una derivación a 90° del recorrido regular de la tubería, véase **Figura 29**.

Este accesorio debido a su diversidad y combinaciones de diámetros, de sus tres extremos, los podemos clasificar de la siguiente manera.

- Si los tres extremos tienen la misma medida, se denomina: Tee de ½”, 1”, etc.
- Si alguno de los tres extremos tienen diferente medida, se denomina: primero mencionamos los extremos laterales y al final el extremo central del accesorio.

## Figura 29

Tipos de Tee, de diámetros iguales y diferentes de cobre



Nota. Recuperado de Dincorsa. <https://acortar.link/RGevDd>

### 2.2.3.6.5. Tapón Hembra

Se le denomina tapón hembra al accesorio que sirve para tapan las conexiones que queda abiertas en el sistema de tuberías, véase **Figura 30**.

### **Figura 30**

*Tapón de cobre*



*Nota.* Recuperado de Dincorsa. <https://acortar.link/RGevDd>

15

#### **2.2.3.6.6. Tapón Macho**

Se le denomina tapón macho al accesorio que de un extremo tiene una rosca exterior y el otro extremo de manera hexagonal para poder trabajarse con llaves, véase **Figura 31**.

### **Figura 31**

*Tapón macho*



*Nota.* Recuperado de Dincorsa. <https://acortar.link/RGevDd>

#### **2.2.3.6.7. Unión Simple o Copla**

Se le denomina unión simple al accesorio que tiene como función unir (empalmar) tramo de tuberías con el mismo diámetro en línea recta. Una unión simple tiene el mismo diámetro en ambos extremos, véase **Figura 32**.

### **Figura 32**

*Unión simple o copla*



*Nota.* Recuperado de Dincorsa. <https://acortar.link/RGevDd>

### 2.2.3.6.8. Adaptador o Conector

Se le denomina adaptador o conector al accesorio que une tuberías y tiene uno de sus extremos con rosca (Hembra o Macho), véase **Figura 33**.

**Figura 33**

*Adaptador o conector hembra y macho*



*Nota.* Recuperado de Dincorsa. <https://acortar.link/RGevDd>

### 2.2.3.6.9. Unión Universal

Se le denomina unión universal al accesorio que tiene una tuerca de unión que sirve para cerrar un sistema y su importancia radica en facilitar la operación al reemplazar tramos de tubería o mantenimiento de algún dispositivo que implique el retiro temporal del mismo, es decir, cuando hay que conectar tubos que tengan que desmontarse ocasionalmente, véase **Figura 34**.

La hermeticidad de su funcionamiento radica en la compresión directa de una junta generalmente de material plástico sobre la superficie del tubo; esta junta puede ser de otros materiales también, por ejemplo de estopa, caucho o anillos de plomo, cobre o latón.

**Figura 34**

*Unión universal*



*Nota.* Recuperado de Dincorsa. <https://acortar.link/RGevDd>

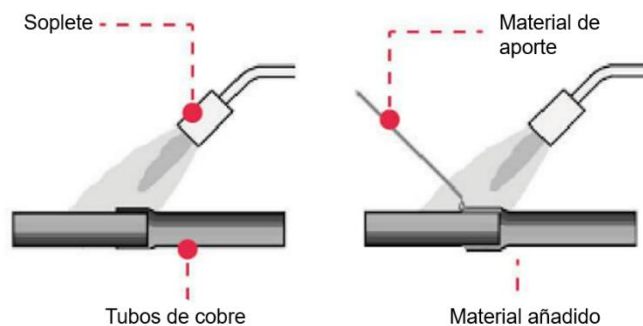
### 2.2.3.7 Soldadura por Capilaridad

La soldadura por capilaridad consiste en unir un tubo de cobre y un accesorio mediante la aportación de un metal en estado de fusión debido al calentamiento de la unión, que se introduce en el intersticio entre ambos, este tipo de soldadura es la más común para unir tuberías con accesorios de cobre, la **Figura 35** simboliza la soldadura por capilaridad utilizada en tubería rígida de cobre.

En referencia a la soldadura por capilaridad la NTP 111.011 (2014) sostiene que son “operaciones en las cuales las piezas metálicas se unen mediante el aporte, por capilaridad, de un metal en estado líquido, que las moja y cuya temperatura de fusión es inferior a las de las piezas a unir” (p. 13).

#### Figura 35

*Soldadura por capilaridad*



*Nota.* Recuperado de Aprende Institute. <https://acortar.link/U6c3e4>

La soldadura por capilaridad se clasifica dependiendo del punto de fusión del material de aportación.

- “Soldadura Blanda: Proceso de unión mediante la acción capilar de un metal de aporte con temperatura de fusión (líquidus) inferior a 450°.” (NTP 111.011, 2014, p.13)
- “Soldadura Dura: Proceso de unión mediante la acción capilar de un metal de aporte con temperatura de fusión (líquidus) superior a 450°.” (NTP 111.011, 2014, p.13)

Ventajas del uso de soldadura en tubería de cobre:

- Resistencia a la corrosión
- Capacidad de absorber esfuerzos originados por las presiones del fluido, vibraciones y fatiga térmica.



La **Tabla 10** presenta los tipos de soldadura por capilaridad y las principales características con las que se relacionan.

**Tabla 10**

*Clasificación y características de los tipos de soldadura por capilaridad*

|                      | Soldadura                                      |  |
|----------------------|--|--|
|                      | Blanda   | Fuerte   |
| T° de fusión del MA* | < 450°C  | > 450°C  |
| MA*                  | Estaño   | Aleación de cobre + plata<br>Aleación de cobre + fósforo |
| Presentación del MA* | En carretes                                    | En varillas desnudas o revestidas                        |
| Fundente             | Cloruro de Zinc (Pasta)                        | Desoxidante (Polvo)                                      |
| Usos                 | Uniones sometidas a bajos esfuerzos mecánicos. | Uniones sometidas a mayores esfuerzos mecánicos.         |
|                      | Instalaciones con T° máx. de servicio <125°C.  | Instalaciones con T° máx. de servicio entre 125°C-175°C. |
|                      | Instalaciones de gas natural de baja presión.  | Instalaciones de gas natural de media y alta presión.    |

*Nota.* MA\*:Material de aporte

Las aleaciones comerciales por el tipo de material de aporte y composición son las siguientes.

En la **Figura 36** se muestra los materiales de aporte comerciales de cobre fosforoso para soldadura fuerte, su composición y características respectivas.

### Figura 36

Material de aporte de cobre fosforoso para soldadura fuerte

| Producto | Composición |     |      | Norma  | Rango de fusión |             |
|----------|-------------|-----|------|--------|-----------------|-------------|
|          | Ag%         | P%  | Cu%  |        | Solidus °C      | Liquidus °C |
| TW-0     | 0           | 7   | 93   | BCuP-2 | 710             | 793         |
| TW-2P    | 2           | 7   | 91   | BCuP-6 | 643             | 788         |
| TW-5P    | 5           | 6   | 89   | BCuP-3 | 643             | 813         |
| TW-6P    | 6           | 7.2 | 86.8 | BCuP-4 | 643             | 718         |
| TW-15P   | 15          | 5   | 80   | BCuP-5 | 643             | 802         |

Nota. La más usada en instalaciones de media presión es la TW-15P. Recuperado de Tecnoweld. <https://acortar.link/e9Hh6Y>

En la **Figura 37** se muestra los materiales de aporte comerciales de cobre y plata para soldadura fuerte, su composición y características respectivas.

### Figura 37

Material de aporte de cobre y plata para soldadura fuerte

| Producto | Composición |     |     |    |       | Norma  | Rango de fusión |             |
|----------|-------------|-----|-----|----|-------|--------|-----------------|-------------|
|          | Ag%         | Cu% | Zn% | Ni | Otros |        | Solidus °C      | Liquidus °C |
| TW-25CF  | 25          | 38  | 33  | 2  | 2 Mn  | BAg-26 | 707             | 800         |
| TW-25Sn  | 25          | 40  | 33  |    | 2 Sn  | BAg-37 | 688             | 779         |
| TW-30    | 30          | 38  | 32  |    |       | BAg-20 | 677             | 766         |
| TW-35    | 35          | 32  | 33  |    |       | BAg-35 | 685             | 754         |
| TW-45CF  | 45          | 30  | 25  |    |       | BAg-5  | 663             | 743         |
| TW-45Sn  | 45          | 27  | 25  |    | 3 Sn  | BAg-36 | 646             | 677         |
| TW-50    | 50          | 34  | 16  |    |       | BAg-6  | 688             | 774         |
| TW-56    | 56          | 22  | 17  |    | 5Sn   | BAg-7  | 618             | 652         |

Nota. Para instalaciones de altas presiones se usan generalmente aquellas con composición entre el 35% y 45% de Ag. Recuperado de Tecnoweld. <https://acortar.link/xdyIqx>

En la **Figura 38** se muestra los materiales de aporte comerciales de estaño para soldadura blanda, su composición y características respectivas.

### Figura 38

#### Material de aporte de estaño para soldadura blanda

| Producto | Composición |     |     |       | Norma | Rango de fusión |             |
|----------|-------------|-----|-----|-------|-------|-----------------|-------------|
|          | Ag%         | Sn% | Cu% | Otros |       | Solidus °C      | Liquidus °C |
| TW-496   | 4           | 96  | 0   | 0     | Sn96  | 220°C           | 220°C       |
| TW-595   | 5           | 95  | 0   | 0     | Sn95  | 230°C           | 255°C       |
| TW-973   | 0           | 97  | 3   | 0     |       | 240°C           | 265°C       |
| TW-955   | 0           | 95  | 0   | 5Sb   | Sb5   | 235°C           | 255°C       |

Nota. Recuperado de Tecnoweld. <https://acortar.link/CsA3aD>

Los elementos que participan del proceso de soldadura son los siguientes:

- Tubería de cobre y accesorios.
- Material de aporte: Aleaciones metálicas que se funden para la soldadura.
- Fundente: Se usa para remover y eliminar óxidos e impurezas de la zona a soldar ayudando a acelerar la fusión del material de aporte.
- La fuente de calor: Sopletes o botellas de gas que contienen butano.

#### 2.2.3.8. Artefactos a Gas – Gasodomésticos

Para Tahara Fukuhara (2009) los artefactos a gas son todos los dispositivos que están destinados al consumo de gas por medio de la combustión completa del gas, utilizando el calor generado para lograr un objetivo específico en determinada actividad, por ejemplo, la cocción, producir agua caliente, calefacción, refrigeración, etc.

Un gasodoméstico entonces se entiende como un artefacto a gas que es de uso doméstico, puede utilizar gas natural seco o GLP en residencias y comercios. Y se pueden clasificar de la siguiente manera.

##### 2.2.3.8.1. Clasificación según la Categoría:

Esta clasificación depende del número de familias que utilizan.

- Categoría I: Gasodomésticos que usan gas de una sola familia.
- Categoría II: Gasodomésticos que usan gas de dos familias.
- Categoría III: Gasodomésticos que usan gas de tres familias.

En la **Tabla 11** se muestran las tres familias en las que están clasificadas los gases.

**Tabla 11**

*Clasificación de las familias de gases*

| Familia de gases |   |
|------------------|---|
| Familia          | Característica                                |
| Primera familia  | Formada por gases manufacturados (gas ciudad) |
| Segunda familia  | Formada principalmente por metano (GNS)       |
| Tercera familia  | Formada por propano y butano (GLP)            |

*Nota.* Adaptado de la NTP 111.023 (2008)

### 2.2.3.8.2. Clasificación según la Instalación y Métodos de los Productos de la

#### **Combustión**

##### - Artefactos Tipo A:

NTP 111.022 (2008) lo define como un “artefacto usado sin conexión a un conducto de evacuación de los productos de la combustión, dejando que estos se mezclen con el aire del recinto en que está ubicado el artefacto, el aire se obtiene desde el recinto interior”. (p. 2)

##### - Artefacto Tipo B:

NTP 111.022 (2008) lo define como un “artefacto usado con conexión a un conducto de evacuación de los productos de la combustión hacia el exterior del recinto donde está ubicado el artefacto” (p. 2).

NTP 111.022 (2008) complementa con “el aire para la combustión se obtiene desde el recinto interior o espacio interno en que está instalado el artefacto a gas, se distinguen dos clases de artefactos Tipo B (Tipo B.1 y Tipo B.2)”. (p. 2)

Tipo B.1: Artefactos para conductos de evacuación por tiro natural.

Tipo B.2: Artefactos para conductos de evacuación por tiro mecánico.

- Artefacto Tipo C:

NTP 111.022 (2008) lo define como un “artefacto usado con conexión a un sistema de conducto de evacuación de los productos de la combustión hacia el exterior del recinto en que está ubicado el artefacto” (p. 3).

NTP 111.022 (2008) complementa con “el aire para la combustión se obtiene desde el exterior del recinto en que está instalado el artefacto a gas, los ductos deben ser herméticos con respecto al recinto donde se instalen” (p. 2).

Podemos agruparlos en tres tipos:

- a) Tipo C1: Artefactos que tienen dos ductos concéntricos, uno para la toma de aire y el otro para evacuar.
- b) Tipo C2: Artefactos con un solo ducto por donde entra y a la vez se evacuan los gases producto de la combustión.
- c) Tipo C3: Son artefactos con dos ductos independientes uno para el aire y el otro para evacuar los gases producto de la combustión.

En la **Tabla 12**, podemos apreciar la clasificación de los gasodomésticos.

**Tabla 12**

*Tabla resumen de la clasificación de los gasodomésticos*

| Clasificación | Ductos de evacuación | Aire para la combustión | Subclasificación  |
|---------------|----------------------|-------------------------|---|
| Tipo A        | No                   | Recinto interior        | -   |
| Tipo B        | Sí                   | Recinto interior        | B.1: Tiro natural<br>B.2: Tiro mecánico   |
| Tipo C        | Sí                   | Recinto exterior        | C.1: 2 ductos concéntricos<br>C.2: 1 solo ducto<br>C.3: 2 ductos independientes |

#### 2.2.4. Aspectos Normativos

Para el manejo y uso del gas natural en industrias, en comercios, en aplicaciones residenciales, etc. Es necesario precisar de un marco normativo con el objetivo de regular las instalaciones de gas natural.

Las Normas Técnicas Peruanas (NTP) tienen como antecedentes a normas internacionales, principalmente son las que se muestran en la **Tabla 13**.

**Tabla 13**

*Principales fuentes de antecedentes para la elaboración de las NTP*

|      |   |
|------|---|
| NFPA | <i>National Fire Protection Association</i>                                   |
| NTC  | Norma Técnica Colombiana  |
| UNE  | Norma Técnica Española (Asociación Española de Normalización y Certificación) |
| INEM | Instituto Ecuatoriano de Normalización  |
| ISO  | <i>International Organization for Standardization</i>                         |

En el Perú, el marco normativo está dado por el Instituto Nacional de Calidad (INACAL), pero la generación de las NTP como tal, es elaborada por un Comité Técnico de Normalización de Gas Natural, este comité es convocado por el INACAL y está compuesto por la participación del Estado, el sector Privado e Ingenieros y personal Técnico certificados con mucha experiencia; como se muestra en la **Tabla 14**.

**Tabla 14**

*Formación del Comité Técnico de Normalización de Gas Natural*

| Estado | Privado                  | Técnicos   |
|--------|--------------------------|--|
| INACAL | Concesionarias (Cálidda) | Ingenieros certificados y con experiencia<br>Técnicos certificados y con experiencia |
|        | CIP                      |  |
|        | Fabricantes              |  |

En el diseño de una edificación que incluya instalaciones mecánicas de gas natural seco se deben aplicar los requisitos estipulados en las siguientes normativas peruanas:

### 2.2.4.1. Reglamento Nacional de Edificaciones

RNE G.030 (2018) indica los profesionales responsables para el desarrollo del proyecto de instalaciones de gas natural, y pueden ser un ingeniero mecánico, ingeniero mecánico – eléctrico, ingeniero petroquímico, ingeniero industrial o mecánico de fluidos, que además cumpla con la normas vigente en gas natural según sea el caso.

RNE A.010 (2021) a continuación, se mencionan artículos importantes a considerar:

A.010 (numeral 8.3.h, 2021) contempla que las instalaciones de reguladores y medidores para gas natural están permitidas en los retiros frontales de la edificación.

A.010 (numeral 18.2, 2021) contempla que los ambientes interiores para instalaciones mecánicas pueden tener una altura de piso a techo de 2 m siempre que se garantice la libre circulación.

A.010 (numeral 18.3, 2021) contempla que las estructuras como las vigas deben estar a una altura libre y no menor a 2.10 m, medida desde el piso terminado hasta el borde de la viga, para garantizar la libre circulación y actividades que albergan.

A.010 (numeral 20.b, 2021) contempla las distancias mínimas que debe tener entre muros o paredes con los pasajes de áreas comunes en interiores, como se ve en la **Figura 39**.

#### Figura 39

##### *Distancias mínimas de muro o pared con pasajes de áreas comunes*

| Tipo de pasajes y circulaciones   | Distancia |
|---|-----------|
| Interior de viviendas   | 0.90 m.   |
| Pasajes que sirven de acceso hasta a dos viviendas  | 1.00 m.   |
| Pasajes que sirven de acceso hasta a cuatro viviendas   | 1.20 m.   |
| Áreas de trabajo interiores en oficinas   | 0.90 m.   |
| Pasajes de servicio (que sirven de acceso a depósitos, a cuartos técnicos, a servicios higiénicos, a ambientes auxiliares, entre otros, que permita el normal desplazamiento de equipo previsto para mantenimiento, reparación o recambio de equipos) | 0.90 m.   |
| Establecimiento de hospedaje  | 1.20 m.   |
| Locales comerciales, entre góndolas o anaqueles de consumo cotidiano, y para productos especializados cuando las dimensiones del producto lo permitan.  | 1.20 m.   |
| Locales de salud  | 1.80 m.   |
| Locales educativos  | 1.20 m.   |

Nota. Recuperado del Reglamento Nacional de edificaciones A.010, 2021

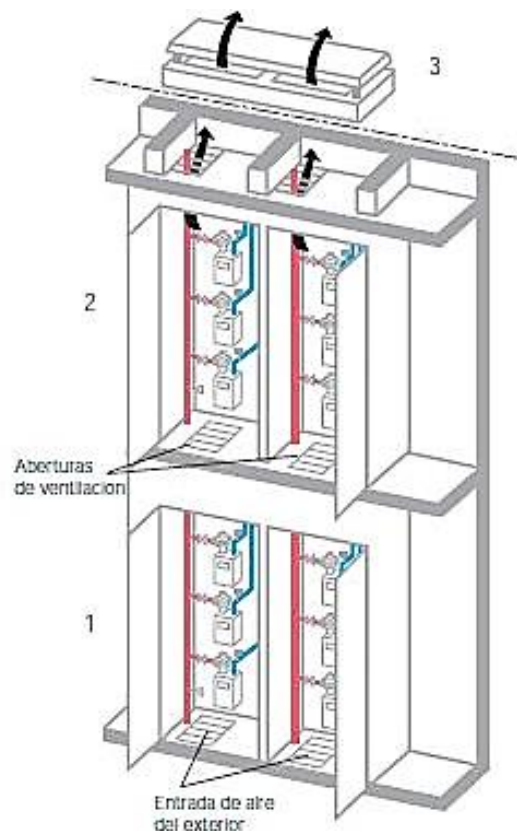
Esta tabla es muy útil cuando tengamos que definir propuestas de ubicación de gabinetes de reguladores y medidores para gas natural, previendo que el ancho del gabinete no reduzca el ancho bajo norma permitido para el pasaje común.

A.010 (numeral 25.3.i, 2021) contempla que en las escaleras protegidas de los edificios multifamiliares solo se permite instalar en su interior las instalaciones de agua contra incendio, con esta indicación queda claro que está prohibido instalar o cruzar la línea montante o individual de tuberías, ductos para gas natural y materiales combustibles.

A.010 (numeral 44.c, 2021) contempla que los ductos o conductos técnicos con un área mayor a  $0.36\text{m}^2$  deben contar con protección mecánicas para evitar la caída de una persona. Como se muestra en la **Figura 40**, cuando se proponga las dimensiones del ducto para instalaciones o técnico que contenga la línea montante, reguladore y medidores para gas natural en edificios multifamiliares, debemos instalar una malla electrosoldada para evitar la caída accidental del personal técnico.

### Figura 40

#### Ducto Técnico



Nota. 1 = “Planta Baja”, 2 = “1er piso” y 3 = “Azotea”. Recuperado de GasNatural, 2014 (p. 3.2-9)



A.010 (numeral 45.1, 2021) contempla que los ductos para instalaciones que contengan la línea montante para gas, debe tener un acceso abierto hacia una ambiente o área común para fines de instalación y mantenimiento.

A.010 (numeral 45.3, 2021) contempla que los ductos técnicos no deben ubicarse dentro de las escaleras, vestíbulos previos a las escaleras ni en la caja de escaleras.

RNE A.020 (2021) a continuación, se mencionan artículos importantes a considerar:

A.020 (numeral 22.2, 2021) contempla que las instalaciones de gas son parte de las instalaciones en las edificaciones y se instalaran bajo su respectiva normatividad.

A.020 (numeral 24.1, 2021) contempla que los ductos pueden servir para ventilación de los servicios sanitarios o instalar las líneas montantes de electricidad, gas, agua y desagüe.

A.020 (numeral 24.3, 2021) contempla que los ductos para las líneas montantes incluyendo medidores de gas, agua y desagüe, pueden compartir un mismo ducto previendo espacio adecuada y accesibilidad, quedando prohibido que en un mismo ducto se comparta con las redes eléctricas.

A.020 (numeral 24.3, 2021) contempla que toda unidad de vivienda deba contar con un medidor de gas cuando se requiera, siguiendo las disposiciones establecidas por el concesionario para gas.

A.020 (numeral 25.2, 2021) contempla que los medidores de gas pueden ser instalados en áreas comunes de las edificaciones multifamiliares y similares, pudiendo estar centralizados en cuartos o expuestos para el registro y mantenimiento.

RNE EM 030 (2020) a continuación, se mencionan artículos importantes a considerar:

EM 030:2020-numeral 20 (2020) contempla que “las aberturas de ventilación, que también funcionan como sistemas de extracción, de los aparatos de cocina que funcionen con gas, a excepción de hornos, se regulan conforme las disposiciones de la *EM.040 Instalaciones de gas del RNE*” (p. 35).

RNE EM 040 (2018) a continuación, se mencionan artículos importantes a considerar:

EM 040 (numeral 7.1, 2018) indica que la ubicación de los reguladores y medidores estarán bajo la norma NTP 111.011 y sus modificaciones.

EM 040 (numeral 3.31, 2018) indica que en los edificios multifamiliares la sección transversal mínima será de 4.84 m<sup>2</sup> y el lado menor no deberá ser inferior a 2.20 m.

EM 040 (numeral 8.2.c.i., 2018) para las edificaciones nuevas en etapa de proyecto se considera obligatorio en el diseño arquitectónico que los ambientes de lavandería y/o cocina, cuenten con acceso al exterior de la edificación, es decir, con acceso a la atmósfera exterior, a un patio de ventilación o a un ambiente abierto hacia el exterior.

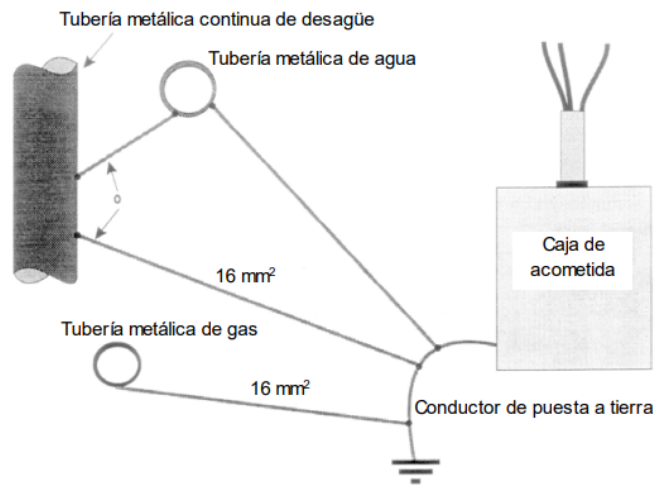
#### **2.2.4.2. Código Nacional de electricidad – Utilización**

CNE – U (020-322, 2006) (Equipos eléctricos cerca de medidores de gas y otros), indica que para evitar que una mezcla de aire y gas explote ante fugas dentro de una edificación, se debe separar los medidores (también aplica para los reguladores de presión con válvula de alivio de sobre presión) de gas por lo menos 0.90 m y 1 m cuando este en ambientes exteriores, de equipos eléctricos que produzcan arcos como son los motores eléctricos, arrancadores de motores y unidad centralizado de aire acondicionado, etc.

CNE – U (060-406, 2006) “Equipo no eléctrico”, indica que todas las tuberías metálicas en interiores como son las tuberías rígidas de cobre tipo K o L, que puedan ser energizadas, que pueden ser conectadas a sistema puesta a tierra mediante un enlace equipotencial con un conductor no menor a 16 mm<sup>2</sup> de sección transversal, como indica la **Figura 41.**

## Figura 41

### Enlace equipotencial del suministro de agua y gas



Nota. Recuperado de CNE - U (060-406, 2006)

CNE – U (150-702.7(b), 2006) indica que donde se ubique la salida de gas o tubería de gas para una cocina, se debe instalar una salida de tomacorriente detrás de la cocina a una altura de 0.13 m.

#### 2.2.4.3. NTP 111.011 (2014)

La NTP 111.011 (2014) fue elaborada por el comité técnico de normalización y dicho comité establece los requisitos y métodos del sistema de tuberías para la instalación de redes internas residenciales y comerciales.

Además, esta norma brinda a detalle las especificaciones técnicas de los materiales a usarse en la construcción de la instalación de gas natural seco, diseño y dimensionamiento para una operación confiable. Su aplicación es obligatoria según RNE EM 040:2018 artículo 4.1, a continuación, se mencionan capítulos importantes a considerar en el diseño de las instalaciones mecánicas para gas natural seco en edificaciones:

Cap.5.1, esta permitidas las tuberías de material de cobre, Pe-Al-Pe, Pex-Al-Pex, acero u otros materiales indicados en la presente norma para ser instaladas en instalaciones residenciales y comerciales.

Cap.5.4, esta permita el uso de tuberías de material de polietileno (PE) solo para cuando la instalación de tuberías de gas natural o tramos, recorran enterradas en área comunes tanto exterior como interior de la edificación.

#### Especificaciones técnicas para las tuberías:

Cap. 6.1.1, indica que las tuberías de cobre para gas natural serán redondas, sin costura en concordancia con la ASTM B88 o NTP 342.052, para las tuberías de cobre tipo K y L.

Cap.6.3.1 indica que se permite la instalación de tuberías flexibles sin costura de cobre con el único fin de mitigar las vibraciones, tensión, dilación térmica y facilitar las instalaciones, muy usado cuando se que tramos de tuberías que pasan por juntas de dilaciones en edificios multifamiliares o edificaciones de gran tamaño.

Cap.6.4, indica que las tuberías de Pe-Al-Pe pueden ser utilizadas para instalaciones de gas natural siempre que sea recomendado por algún fabricante y deberán estar bajo norma técnica: NTP-ISO 17484 o norma técnica reconocida para la aplicación de gas natural.

#### Especificaciones técnicas de accesorios:

Cap.7.1.1, indica que los accesorios de cobre serán unidos con soldadura fuerte por capilaridad mediante un material de aporte cuya temperatura de fusión será mayor a 450°C en concordancia con la NTP 342.522-1.

Cap.7.1.2, indica que los accesorios de cobre con dimensiones en pulgadas deberán estar en concordancia con la NTP 342.522-2 a NTP 342.522-20.

Cap.7.1.3, indica que para los accesorios de cobre con unión mecánica deberán estar en concordancia con la ANSI B16.18

#### Especificaciones técnicas para las válvulas de corte:

Cap.8, indica que las válvulas de corte serán de cierre rápido de un cuarto de vuelta sin restricciones y resistir una presión como mínimo de 10 bar, cerrado cuando la manija es perpendicular o cerrado cuando la manija este en paralelo a la tubería, el material será compatible con el sistema de tuberías para uso de gas natural, en concordancia con la ANSI B16.44.

Especificaciones técnicas de los medidores:

Cap.9, indica que los medidores tipo diafragma estarán en concordancia con la norma ANSI B109 o UNE EN 1359, y serán probados y fijado el valor de error de medición por la norma metroológica peruana NMP 016. Su verificación será cada 10 años.

Especificaciones técnicas de los reguladores de presión:

Cap.10, indica que los reguladores que estén hasta una máxima presión de operación de 50mbar, serán de bloqueo automático cuando la presión de suministros descienda a valores críticos establecido por el distribuidor, mantendrán siempre constante la presión de salida sin importar la fluctuación de la presión de entrada.

## 2.2.5. Diseño y Cálculo de Redes

### 2.2.5.1. Selección de Medidores y Reguladores

Para el cálculo se utilizarán las siguientes formulas:

#### **Cálculo del caudal nominal de un gasodoméstico a gas natural seco**

NTP 321.121 (2013) Para el cálculo del caudal nominal de un gasodoméstico, se usará la fórmula siguiente:

$$Q_n = \frac{P_n}{PCS}$$

Donde:

$Q_n$  = Caudal nominal del gasodoméstico en m<sup>3</sup>(s)/h

$P_n$  = Potencia nominal del gasodoméstico en kW o kcal/h

$PCS$  = Poder calorífico superior expresado en 11.05 kW-h/m<sup>3</sup>(s) o 9500 kcal/h

#### **Cálculo del caudal máximo de simultaneidad individual**

NTP 321.121 (2013) contempla que para el cálculo del caudal máximo de simultaneidad para la línea individual de un departamento, se usará la formula siguiente:

$$Q_{si} = Q_{n1} + Q_{n2} + \frac{Q_{n3} + Q_{n4} + \dots + Q_x}{2}$$

Donde:

$Q_{si}$  = Caudal máximo de simultaneidad individual en m<sup>3</sup>(s)/h

$Q_{n1}, Q_{n2}$  = Caudal nominal de los gasodomésticos de mayor consumo en m<sup>3</sup>(s)/h

$Q_{n3}, Q_{n4}, Q_x$  = Caudal del resto de los gasodomésticos en m<sup>3</sup>(s)/h

### Cálculo del caudal máximo simultaneidad común

NTP 321.121 (2013). Para el cálculo de caudal máximo simultáneo común para la línea montante y departamentos en un mismo piso, se usará la fórmula siguiente:

$$Q_{sc} = \sum Q_{si} \times S \times F_s$$

Si existiera varios pisos, como lo son los edificios multifamiliares, se usará la fórmula siguiente:

$$Q_{sc} = N \times Q_{si} \times S \times F_s$$

Donde:

$Q_{sc}$  = Caudal máximo de simultaneidad común en m<sup>3</sup>(s)/h

$N$  = Nro. de departamentos del edificio multifamiliar o grupo de departamentos en un piso

$Q_{si}$  = Caudal máximo de simultaneidad de cada departamento o local en m<sup>3</sup>(s)/h

$S$  = Factor de simultaneidad correspondiente al número de viviendas (en función del número de viviendas que alimenta la instalación común y de que estén instaladas o no termas o calentadores de agua)

$F_s$  = Factor de seguridad para demanda futuras, máximo 15%

En la **Tabla 15**, se presentan los valores de factores de seguridad para demandas futuras de consumo.

**Tabla 15***Factores de seguridad para demandas futuras*

| Número de Viviendas | Sin Termas | Número de Viviendas | Con Termas |
|---------------------|------------|---------------------|------------|
| N°                  | $S_1$      | N°                  | $S_2$      |
| 1                   | 1          | 1                   | 1          |
| 2                   | 0.50       | 2                   | 0.70       |
| 3 – 5               | 0.40       | 3                   | 0.60       |
| 6 – 8               | 0.30       | 4                   | 0.50       |
| 9 – 14              | 0.25       | 5 - 7               | 0.55       |
| 15 - 39             | 0.20       | 8 – 14              | 0.45       |
| 40 - 50             | 0.15       | 15 - 49             | 0.40       |
|                     |            | 50                  | 0.35       |

Nota. Recuperado de NTP 321.121(2013)

**2.2.5.2. Dimensionamiento de Tuberías de Cobre**

Para realizar los cálculos de tuberías en la línea montante y línea individual interior, se utilizará los valores ya calculados en la selección de reguladores y medidores como el  $Q_{si}$  (caudal máximo de simultaneidad individual) y  $Q_{sc}$  (caudal máximo de simultaneidad común), y se complementarán con las siguientes fórmulas:

**Cálculo de la longitud total**

En este caso en la NTP 321.121 (2013) se considera <sup>1</sup> la longitud real de la tubería o tramo más la resistencia de los accesorios contenidos en este tramo; el cuadro adjunto indica las equivalencias de los accesorios en longitudes lineales.

$$L_t = L_r + L_{eq}$$

Donde:

 $L_t$  = Longitud total (m) $L_r$  = Longitud real de tramo sin contar accesorios (m) $L_{eq}$  = Longitud equivalente de resistencia (m)

Para el cálculo de la longitud equivalente:

$$L_{eq} = \text{Número de accesorios} \times \text{factor}$$

Donde:

$L_{eq}$ : longitud equivalente

$N^\circ$  accesorios: son tee y codos

factor: según la siguiente **Tabla 16**

Teniendo la cantidad de accesorios de cada tramo ( $T_1, T_2, \dots, T_n$ ) seleccionamos el factor de longitud equivalente de la **Tabla 16**.

En la **Tabla 16** se muestran las longitudes equivalentes de los accesorios clasificados por diámetros comerciales para tuberías de cobre rígido tipo L.

**Tabla 16**

Tuberías y factor de accesorios por metro lineal

| Tabla de $L_{eq}$ de accesorios a longitud (m) |             |               |          |          |         |          |
|--|-------------|---------------|----------|----------|---------|----------|
| Material                                       | Diámetro    |               | Factores |          |         |          |
|  | Nominal     | Interior (mm) | Codo 45° | Codo 90° | Tee 90° | Tee 180° |
| Cobre tipo "L"                                 | 1/2" - Cu   | 13.84         | 0.24     | 0.46     | 0.92    | 0.30     |
|  | 3/4" - Cu   | 19.95         | 0.34     | 0.61     | 1.22    | 0.43     |
|  | 1" - Cu     | 26.04         | 0.43     | 0.76     | 1.52    | 0.52     |
|  | 1.1/4" - Cu | 32.13         | 0.55     | 1.07     | 2.14    | 0.70     |
|  | 1.1/2" - Cu | 38.24         | 0.64     | 1.22     | 2.44    | 0.79     |
|  | 2" - Cu     | 50.37         | 0.80     | 1.55     | 3.10    | 1.04     |

Nota. Adaptado de *Ficha técnica de tubo de cobre rígido* (p. 2), por Eberhardt, 2015.

<https://acortar.link/aFi7ce>

### Cálculo de la caída de presión en la tubería

Para hallar la caída de presión en la línea montante de media presión A, se aplicará la fórmula de Renouard Cuadrática ( $50 \text{ mbar} < \text{Presión} \leq 4 \text{ bar}$ ); NTP 111.010:2003 (revisada el 2014):

$$\Delta P = P_1^2 - P_2^2 = 48.6 \times d \times L \times \frac{Q^{1.82}}{D^{4.82}}$$



Donde:

$\Delta P$  = Pérdida de presión en unidad de atmosfera ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )

$P_1^2, P_2^2$  = Presiones Absolutas (Bar)

$d$  = Densidad relativa (0.61)

$L$  = Longitud (m)

$Q$  = Caudal ( $\text{m}^3(\text{s})/\text{h}$  a condiciones estándar)

$D$  = Diámetro interno (mm)

Para hallar la caída de presión en la línea individual interior de baja presión se aplicará la fórmula de Renouard Lineal (Presión  $\leq 50$  mbar); NTP 111.011 (2014).

$$\Delta P = 22759 \times d \times L \times Q^{1.82} \times D^{-3.2}$$

Donde:

$\Delta P$  = Pérdida de presión (mbar)

$d$  = Densidad relativa del gas natural seco

$L$  = Longitud (m)

$Q$  = Caudal ( $\text{m}^3(\text{s})/\text{h}$  a condiciones estándar)

$D$  = Diámetro interior de la tubería (mm)

CONAIF – SEDIGAS (2008) contempla que para hallar la variación de presión relativa en función de la altura, se aplicará la siguiente fórmula:

$$\Delta Ph = 0.1293 \times L_v \times (1 - d)$$

Donde:

$\Delta Ph$  = Variación de presión por altura (+: dirección de gas es ascendente y - : dirección del gas es descendente).

$L_v$  = Longitud vertical de tramo.

$d$  = Densidad relativa del gas natural seco.

### **Cálculo de la presión final del tramo**

Se aplicará la siguiente fórmula:

$$P_f = P - \Delta P + \Delta ph$$

Donde:

$P_f$  = Presión final del tramo (mbar)

$P$  = Máxima presión de operación, MAPO (mbar)

$\Delta P$  = Caída de presión (mbar)

$\Delta Ph$  = Variación de presión por altura

Luego la caída de presión porcentual estará dada por la fórmula:

$$\Delta P(\%) = \frac{\Delta P + \Delta Ph}{P} \times 100$$

Dónde:

$\Delta P(\%)$  = Caída de presión porcentual

$\Delta P$  = Caída de presión (mbar)

$\Delta Ph$  = Variación de presión por altura

$P$  = Máxima presión de operación, MAPO (mbar)

### **Cálculo de la velocidad de circulación del gas natural seco**

Teniendo el caudal y diámetro interior de la tubería seleccionado, la velocidad de circulación será menor o igual a 40m/s, para evitar vibraciones, ruidos o erosión del sistema de tuberías; NTP 111.010:2003 (revisada el 2014). Se aplicará la formula siguiente:

$$V = \frac{365.35 \times Q}{D^2 \times P} = \frac{365.35 \times Q}{D^2 \times \left( \frac{P_f}{1000} + 1.01325 \right)}$$

4 donde:

$V$  = velocidad lineal en m/s

$Q$  = Caudal en m<sup>3</sup>/h a condiciones estándar

$D$  = Diámetro de la tubería en (mm)

$P$  = Presión final del tramo en bar (presión absoluta)

### **Determinación de las condiciones de validez de las fórmulas de Renouard**

Una vez calculado la caída de presión en la línea montante y línea individual interior, se deberá validar cumpliendo con 4 condiciones simultáneamente, como se indican a continuación:

a) CONAIF – SEDIGAS (2008) presenta la relación entre el Caudal del tramo y el diámetro interior de la tubería seleccionada sea menor a 150, se usará la expresión siguiente:

$$\frac{Q}{D} < 150; \text{Aprobado}$$

Donde:

$Q$  = Caudal en  $\text{m}^3(\text{s})/\text{h}$ .

$D$  = Diámetro interior de la tubería (mm)

b) CONAIF – SEDIGAS (2008) menciona que el cálculo del número de Reynolds sea menor a 2 000 000, se usará la expresión siguiente:

$$R = T \times \frac{Q}{D} < 2\,000\,000; \text{flujo laminar}$$

Donde:

$T = 72\,000$  para GLP,  $22\,300$  para gas natural y  $24\,300$  para aire

c) NTP 111.011 (2014) menciona que el cálculo de la velocidad de circulación del gas natural seco en la tubería seleccionada sea menor o igual a 40m/s, se usará la expresión siguiente:

$$V \leq 40 \text{ m/s, aprobado}$$

Donde:

$V$  = Velocidad de circulación del gas natural seco (m/s)

d) NTP 111.011 (2014) menciona que el cálculo de la presión final del gas natural seco en la tubería seleccionada sea mayor o igual a 17 mbar para líneas individual y mayor o igual a 272 mbar para la línea montante, se usará la expresión siguiente:

$$P_f \geq 17 \text{ mbar, para línea individual interior}$$

$$P_f \geq 272 \text{ mbar, para línea montante}$$

Donde:

$P_f$  = Presión final del tramo de tubería (mbar)

### **Criterio de la máxima caída de presión proporcional de diseño para las tuberías de la línea individual interior.**

Para los cálculos en baja presión, asumiremos un criterio de diseño bajo norma NTP 111.011:2014 y su enmienda del año 2017.

a) Máxima caída de presión bajo norma:

La norma NTP 111.011 (capítulo 11.23, 2014) indica que la presión mínima de 17 mbar y la presión máxima de 25 mbar son las permitidas para uso interior en unidades de vivienda o departamentos, deduciéndose que se permite una caída de presión de 8 mbar o de 32% respecto a la máxima presión permitida; nosotros asumiremos una caída de presión de 7 mbar o 28%, un valor conservador para evitar el sobredimensionamiento, como se muestra a continuación:

$$\Delta P_{max} = 7 \text{ mbar}$$

b) Pérdida de carga proporcional de diseño:

Entendiendo que la caída de presión es proporcional a la longitud total hasta llegar a la carga térmica, se deduce el concepto de “Pérdida de carga proporcional por metro lineal”, como se muestra a continuación:

$$\Delta P_d = \Delta P_{max} \times \left( \frac{L_r}{L_a} \right)$$

Donde:

$\Delta P_d$  = Máxima caída de presión proporcional de diseño (mbar)

$\Delta P_{max}$  = Máxima caída de presión bajo norma (mbar)

$L_r$  = Longitud real del tramo (m)

$L_a$  = Longitud más alejado del tramo a analizar (m)

## **2.2.6. Estudio de Topologías según NTP 111.011:2014**

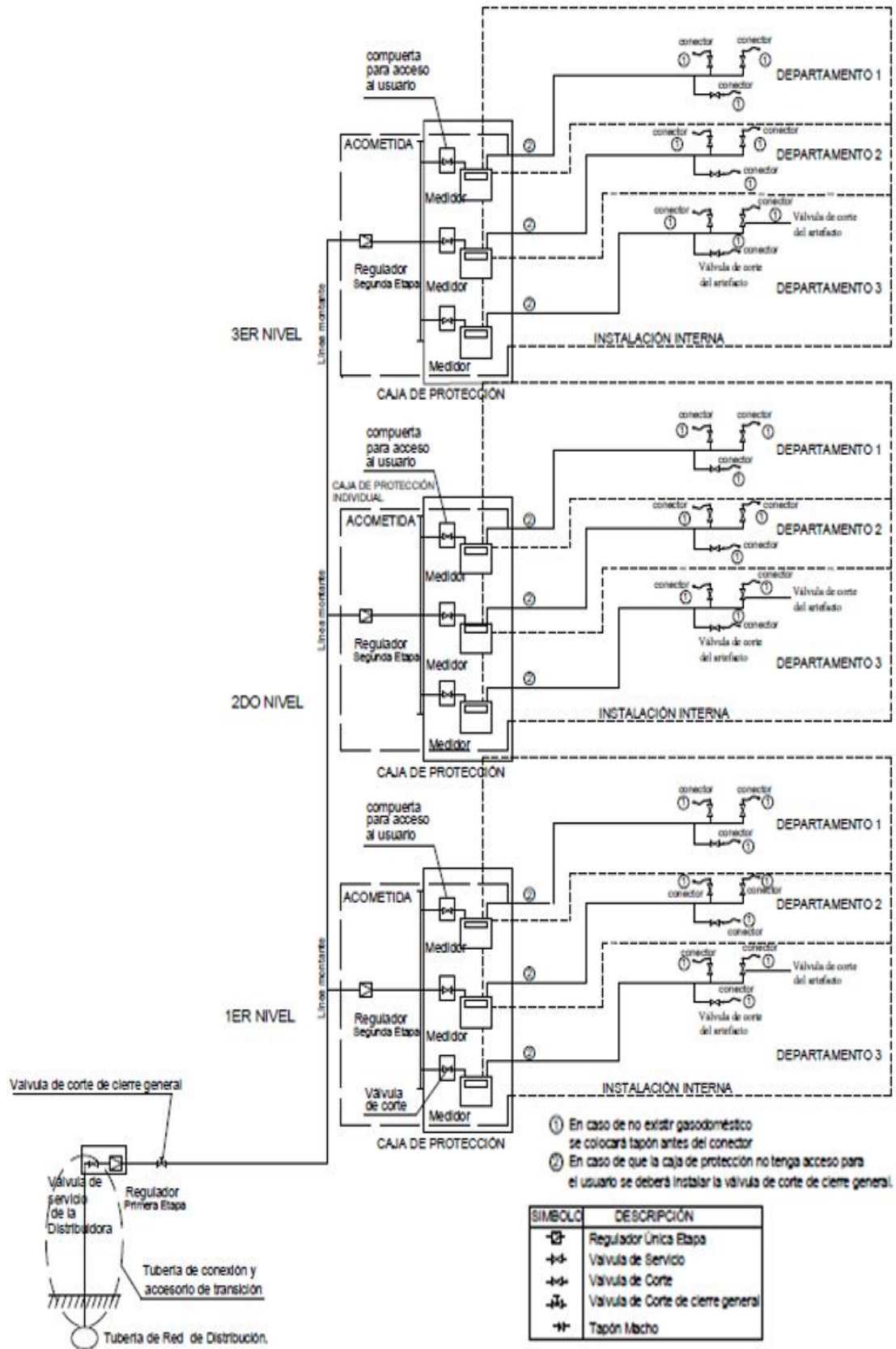
### **2.2.6.1. Topología 1: “CRM ubicado por Piso”**

En la **Figura 42** se visualiza la representación de la Topología 1: “CRM ubicado por Piso” la cual tiene dos etapas de regulación, la primera etapa de regulación se

encuentra ubicada en la primera planta mientras que la segunda etapa de regulación y los medidores están distribuidos por cada piso del edificio según el número de departamentos que contempla.

**Figura 42**

*Distribución del CRM ubicado por piso*

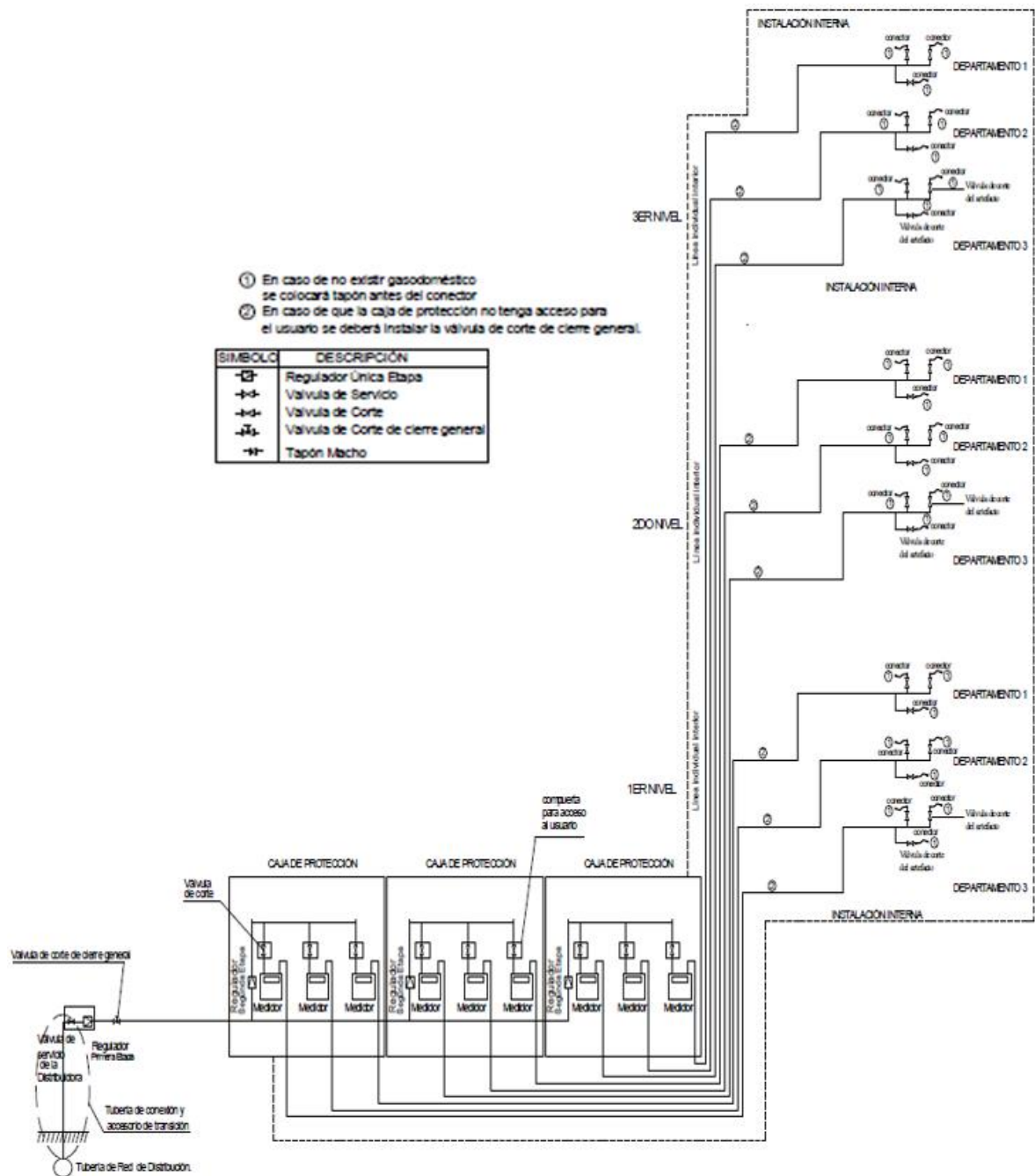


Nota. Recuperado de NTP 111.011, 2014 (p. 61)

### 2.2.6.2. Topología 2: “CRM centralizado en primer Piso”

En la **Figura 43** se visualiza la representación de la Topología 2: “CRM centralizado en primer Piso” la cual tiene dos etapas de regulación, la primera etapa de regulación, la segunda etapa de regulación y los medidores se encuentran ubicados en la primera planta del edificio multifamiliar.

**Figura 43**  
*Distribución del CRM centralizado en el primer Piso*



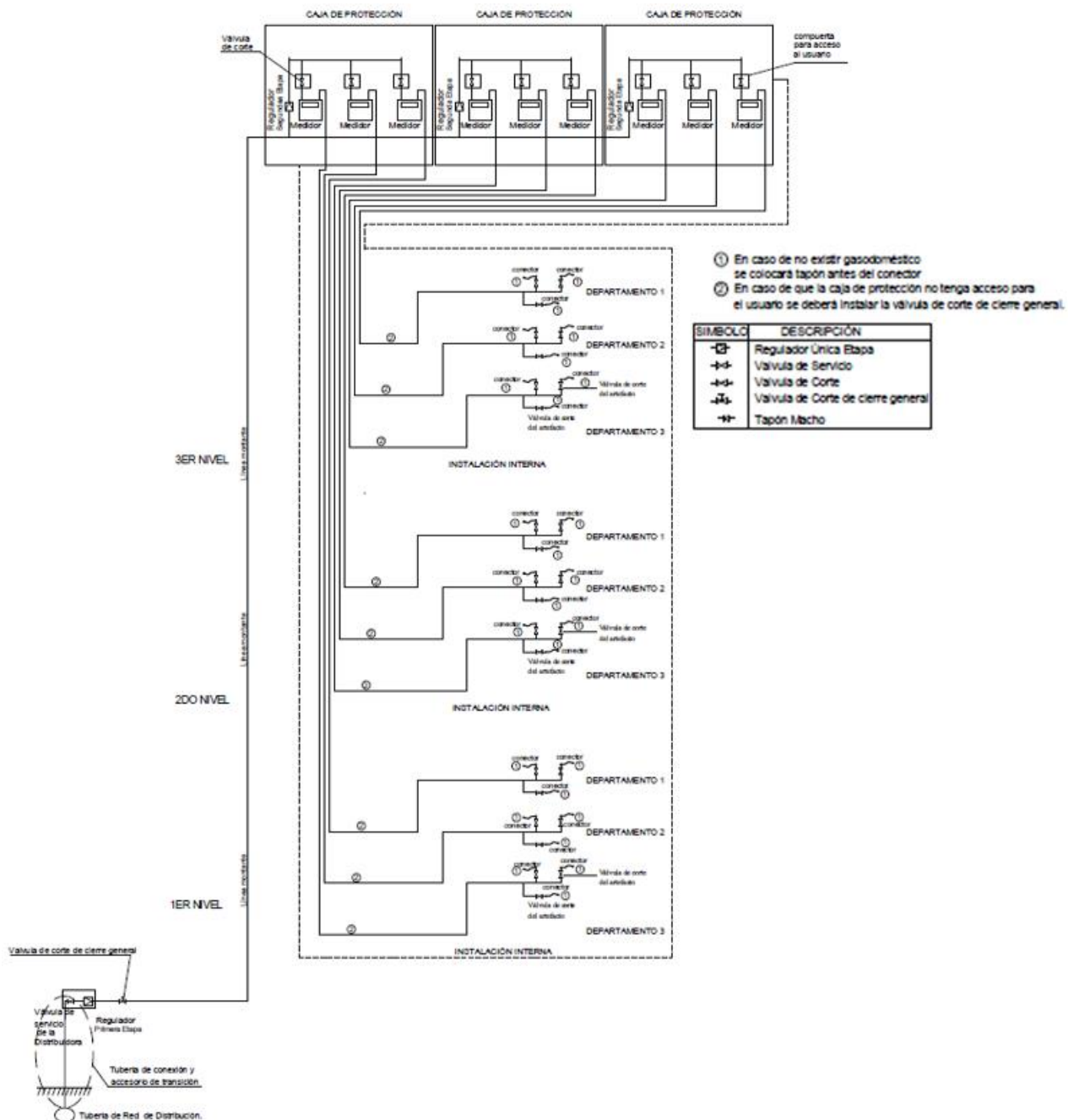
Nota. Recuperado de 111.011, 2014 (p. 63)

### 2.2.6.3. Topología 3: “CRM centralizado en Techo”

En la **Figura 44** se visualiza la representación de la Topología 3: “CRM centralizado en techo” la cual tiene dos etapas de regulación, la primera etapa de regulación se encuentra ubicada en la primera planta mientras que la segunda etapa de regulación y los medidores están ubicados en el techo del edificio multifamiliar.

**Figura 44**

*Distribución del CRM centralizado en el techo*



*Nota.* Recuperado de NTP 111.011, 2014 (p. 65)



### **2.2.7. Sistemas de Tuberías Internas de Gas Natural**

Cuando deseamos realizar el trazado de una instalación de Gas Natural, debemos seguir algunos criterios básicos que garanticen la seguridad de la instalación, así como la de las otras instalaciones de servicios con que se cuente dentro de la infraestructura. Para poder cumplir estos lineamientos debemos basarnos en el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) y la Norma Técnica Peruana NTP 111.011:2014, según sea el caso; si dentro de estas no figuran algunas situaciones particulares, nos basaremos en normas internacionales, que se ajusten a nuestra geografía y realidad.

### **2.2.8. Normas Aplicadas a Instalaciones de Gas Natural**

#### **2.2.8.1. Reglamento Nacional de Edificaciones EM 040-2018**

El reglamento, se encuentran los requisitos técnicos mínimos que incluyen el diseño y construcción de una edificación en la que se va a instalar redes internas de gas natural seco, y que su resulta ser de carácter obligatorio.

#### **2.2.8.2. Norma Técnica Peruana NTP 111.011 (2014)**

La NTP 111.011(2014) fue elaborada por el comité técnico de normalización y dicho comité establece los requisitos y métodos del sistema de tuberías para la instalación de redes internas residenciales y comerciales.

Además, esta norma brinda a detalle las especificaciones técnicas de los materiales a usarse en la construcción de la instalación de gas natural seco, diseño y dimensionamiento para una operación confiable y el cual se basó el RNE EM 040-2018 para su elaboración. Su uso es a criterio del ingeniero proyectista.

### **2.2.9. Parámetros de Diseño**

Cuando se dice diseño y cálculo de instalaciones se refiere fundamentalmente a las dimensiones y trazado de la red de tuberías que conducen el gas. Así las tuberías constituyen el elemento principal de la instalación y para poder diseñarlas se necesita conocer las condiciones a las que el gas fluirá.

## 2.2.9.1. Condiciones de Variables de Diseño

### 2.2.9.1.1. Condiciones Normales

Se representan con el símbolo (n) seguido de la variable, las condiciones normales equivalentes a una temperatura de 0 °C y a una presión de 1 atm (1.033 kg/cm<sup>2</sup>). Cada vez que mencionemos el caudal en condiciones normales en esta investigación, está indicarlo con una (n).

### 2.2.9.1.2. Condiciones Estándares

Se representan con el símbolo (st) seguido de la variable, las condiciones estándares equivalentes a una temperatura de 15 °C y a una presión de 1 atm (1.033 kg/cm<sup>2</sup>). Cada vez que mencionemos el caudal en condiciones estándares en esta investigación, debemos indicarlo con una (st).

Existe una relación entre las condiciones de variables de diseño, esta relación se usa cuando se requiera transformar el caudal estándar a caudal normales (0 °C y 1 atm).

$$Q_n = 0.948Q_{st} \text{ , en [m}^3\text{(n)/h]}$$

## 2.2.9.2. Presión Absoluta

Se define como la suma de la presión relativa ( $P_r$ ) o manométrica, la cual es la presión interna obtenida a través de aparatos de medida (manómetros), más la presión atmosférica ( $P_{atm}$ ).

$$P_{abs} = P_r + P_{atm}$$

Donde:

$P_{abs}$  = Presión absoluta

$P_r$  = Presión relativa

$P_{atm}$  = Presión atmosférica

### 2.2.9.3. Densidad Relativa del Gas Natural

La densidad relativa de un gas con respecto al aire se da como resultado de la relación entre densidad absoluta del gas y la densidad del aire en las mismas condiciones.

$$\rho_r = \frac{\rho_{gas}}{\rho_{aire}}$$

Donde:

$\rho_r$  = Densidad relativa del gas

$\rho_{gas}$  = Densidad absoluta del gas

$\rho_{aire}$  = Densidad del aire

### 2.2.9.4. Potencia Nominal de los Gasodomésticos

Es la energía que este consume en el funcionamiento normal de un gasodoméstico por unidad de tiempo. El valor de esta potencia se indica en una placa adosada al gasodoméstico y sus unidades utilizadas son: kW, kcal/h, donde: 1 kW=860 kcal/h

### 2.2.9.5. Presiones Máximas y Mínimas de las Líneas Interiores

La **Tabla 17** presenta los valores asignados de presiones máximas y mínimas en las líneas de suministro de gas natural para uso residencial. NTP 111.011 (2014).

**Tabla 17**

*Presiones máximas y mínimas en las líneas de suministro de gas natural para uso residencial*

| Tramo                     | Presión mínima | Presión máxima |
|---------------------------|----------------|----------------|
| Línea individual interior | 17 mbar        | 25 mbar        |
| Línea montante            | -              | 340 mbar       |

## **2.2.10. Tipos de Instalaciones Internas de Gas Natural Seco Bajo Norma**

### **2.2.10.1. Instalación de Primera o Única Etapa**

NTP 111.011 (2014) hace referencia a las instalaciones en las cuales se regula directamente la presión de la línea de distribución hacia la línea interior. El regulador es ubicado en función del tipo de regulador elegido y a criterio del diseñador de la instalación.

### **2.2.10.2. Instalación de dos Etapas de Regulación**

NTP 111.011 (2014) hace referencia en relación a la existencia de una segunda etapa, que en el caso de la línea montante se reduce la presión de la línea montante hasta la presión de la línea individual interior. El regulador es ubicado en función del tipo de regulador elegido y a criterio del diseñador de la instalación.

## **2.2.11. Sistema de Tuberías para Gas Natural Seco**

### **2.2.11.1. Línea Montante**

Se debe tener en cuenta que el montaje de la línea montante en las edificaciones, debe tener un recorrido con tramos generalmente horizontales y verticales, por el exterior de la edificación que permita la conducción del gas hacia los departamentos de los edificios con una presión máxima regulada a 340 mbar.

### **2.2.11.2. Línea Individual**

Es el tramo de tuberías en la instalación del sistema de gas natural de la edificación, cuyo propósito es conducir el gas natural seco hacia los distintos artefactos de un mismo usuario, queda comprendido entre el regulador, que regula a 25 mbar, hasta los gasodomésticos.

## **2.2.12. Diseño y Dimensionamiento del Sistema de Tuberías**

En el Perú la NTP 111.011 (2014) - Gas Natural Seco. Sistema de tuberías para instalaciones residenciales y comerciales, es la norma que rige los parámetros de diseño y debe considerarse los siguientes aspectos básicos:

- Máxima cantidad de gas natural seco requerido por los artefactos.

- Mínima presión de gas natural seco requeridos por los artefactos a gas.
- Las previsiones técnicas para atender demandas futuras.
- El factor de simultaneidad asociado al cálculo del consumo máximo probable.
- Gravedad específica y poder calorífico del gas natural seco. Para dimensionamiento de tuberías el poder calorífico superior es  $9500 \text{ kcal/m}^3$  medido a condiciones estándar.
- La caída de presión en la instalación interna y el medidor.
- Longitud de la tubería y cantidad de accesorios.
- Velocidad permisible del gas.
- Influencia de la altura (superior a 10 m)
- Material de tuberías y accesorios.

La velocidad de circulación del gas natural seco en la línea individual o en la línea montante debe ser menor o igual a 40 m/s, para evitar vibraciones, ruidos o erosiones en las tuberías.

Los cálculos para el diseño y dimensionamiento de la instalación interna residencial multifamiliar deberán garantizar las condiciones de presión y caudal requerido por los artefactos a gas natural.

La presión de uso para artefactos a gas natural para uso residencial deberá tener una presión mínima de 17 mbar y máxima de 25 mbar.

En el dimensionamiento de la instalación residencial o comercial se admitirán fórmulas de cálculo reconocidas, las cuales deben considerar el rango de presión bajo el cual la instalación funcionará. Los datos obtenidos deberán responder por lo menos a las exigencias de fórmulas como las de Renouard lineal o Renouard cuadrática.

### 2.2.13. *Parámetros de evaluación de inversiones*

Los parámetros de evaluación de inversiones tienen la finalidad de discernir entre sí la inversión que amerita un proyecto será o no rentable, en el tiempo.

Una manera de calcular la viabilidad de este proyecto es mediante el uso de dos métodos muy conocidos dentro de las evaluaciones de inversiones, nos referimos a:

- VAN Valor Actual Neto
- TIR Tasa Interna de Retorno

### 2.2.13.1. Valor Actual Neto (VAN)

Simisterra et al. (2018) menciona que el método de Valor Actual Neto o también conocido como Valor Presente Neto (VPN) es de un uso muy común cuando se busca evaluar proyectos de inversión ya que nos permite conocer si una inversión se podrá maximizar, ya que faculta la interpretación sencilla del resultado en términos monetarios calculando la cantidad total del aumento del capital a raíz del proyecto de inversión.

Fajardo et al. (2019) presenta la fórmula para el cálculo del VAN:

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{Fn_t}{(1+k)^t}$$

Donde:

$I_0$  = Es la inversión inicial

$k$  = Es la tasa de descuento

$Fn_t$  = Flujo neto de efectivo

$t$  = Es el número de periodos de tiempos

Milián (2012) da a conocer que la interpretación del VAN es:

$VAN > 0$ : Significa que la inversión va a producir ganancias sobre la rentabilidad, por lo tanto el proyecto puede aceptarse.

$VAN < 0$ : Significa que la inversión va a producir pérdidas por debajo de la rentabilidad, por lo tanto el proyecto debería rechazarse.

$VAN = 0$ : Significa que la inversión no producirá ni ganancias ni pérdidas, por lo tanto el proyecto no agrega valor económico por ende su decisión dependerá de otros factores.

### 2.2.13.2. Tasa Interna de Retorno (TIR)

Para Rocabert (2007) el método TIR nos representa el aumento de la inversión en términos relativos y halla la tasa de crecimiento de la inversión por periodo, también conocida como la Tasa Interna de Rentabilidad, de manera general se puede entender que resulta ser el valor de la tasa que hace que el valor VAN sea igual a cero y de esta manera es que se desprende que TIR es la tasa que iguala la suma de los flujos retirados de la inversión inicial.

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{Fn_t}{(1 + TIR)^t} = 0$$

El TIR se relaciona con el valor de la Tasa Mínima Aceptable de Redimiendo TMAR, la cual contempla el factor de riesgo de la inversión.

Interpretación:

Si  $TIR \geq TMAR$ : Aceptar el proyecto

Si  $TIR \leq TMAR$ : Rechazar el proyecto

TIR <sup>87</sup> Significa que la inversión va a producir ganancias sobre la rentabilidad, por lo tanto el proyecto puede aceptarse. <sup>10</sup>

TIR < 0: Significa que la inversión va a producir pérdidas por debajo de la rentabilidad, por lo tanto el proyecto debería rechazarse.

TIR = 0: Significa que la inversión no producirá ni ganancias ni pérdidas, por lo tanto el proyecto no agrega valor económico por ende su decisión depende de otros factores.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Descripción de la Metodología

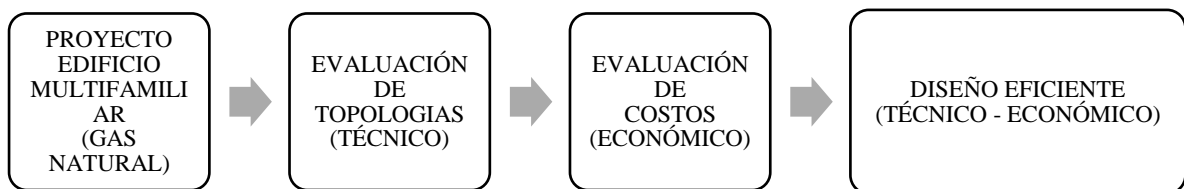
La investigación está enfocada en un estudio cualitativo de diseño no experimental de tipo descriptivo, para analizar los diferentes diseños de sistemas de tuberías de cobre para el edificio multifamiliar Siena. Se utilizarán fórmulas teóricas para analizar los diseños en función de la Norma NTP 111.011:2014 y herramientas de inversión como criterios para la selección de proyectos de inversiones, para finalizar con la toma de decisiones del mejor y más rentable proyecto de inversión en aspectos técnicos y económicos.

##### 3.1.1. Etapas del Desarrollo de la Tesis

La **Figura 45** muestra la representación del proceso en general, esta simboliza una vista panorámica de las cuatro etapas que está dividida esta investigación con la finalidad del desarrollo de los objetivos planteados.

#### Figura 45

*Proceso general de la investigación*

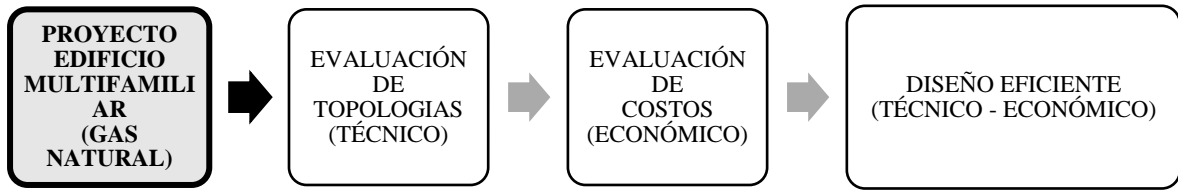


Luego de comprender el proceso general de la investigación, se detallarán a continuación cada etapa y subetapa del proceso para la obtención del diseño eficiente técnico y económicamente como producto final, empezando por la primera etapa como se presenta en la **Figura 46**.



**Figura 46**

*Etapa 1: Proyecto de Edificio Multifamiliar (Gas Natural)*



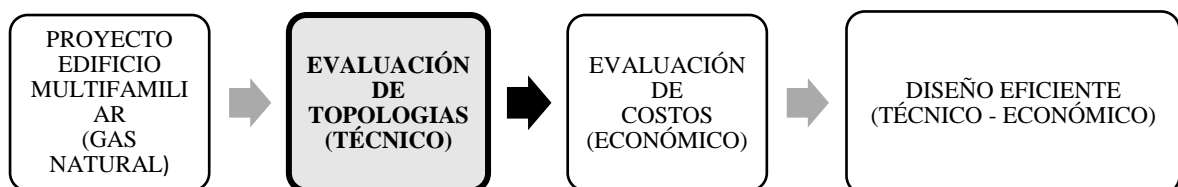
Esta es la etapa inicial, es aquí donde se reciben los aspectos generales del proyecto del edificio multifamiliar que solicita como requerimiento la instalación de un sistema de tuberías de gas natural seco. Con aspectos generales, nos referimos a, nombre del proyecto, ubicación del proyecto, propietario del proyecto, planos con la distribución de ambientes, áreas comunes, número de departamentos que contempla el proyecto, cantidad de artefactos por departamentos, tipo de artefactos a gas natural seco (gasodomésticos) y potencia de artefactos a gas natural seco (gasodomésticos).

En esta etapa se tiene que observar la propuesta de arquitectura del proyecto del edificio multifamiliar para buscar las zonas en las cuales habría posibilidad de poder ubicar el centro de regulación y medición (CMR), el trayecto que seguirían las líneas de tuberías de cobre y artefactos (gasodomésticos); de manera general.

En la **Figura 47**, se presenta la segunda etapa del proceso general de la investigación que consiste en la evaluación de las topologías que se relacionan con el aspecto técnico del proyecto.

**Figura 47**

*Etapa 2: Evaluación de Topología (Técnico)*

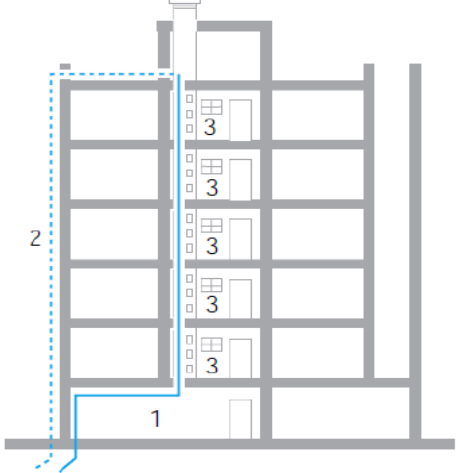
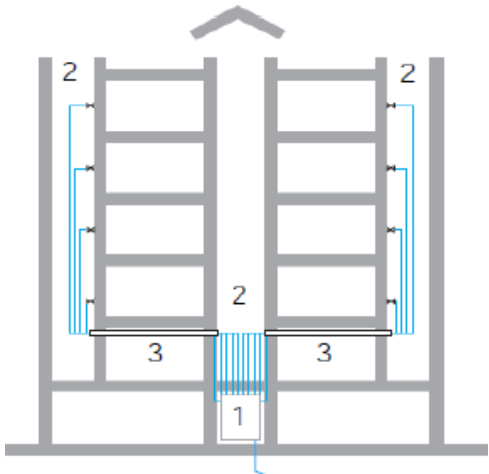
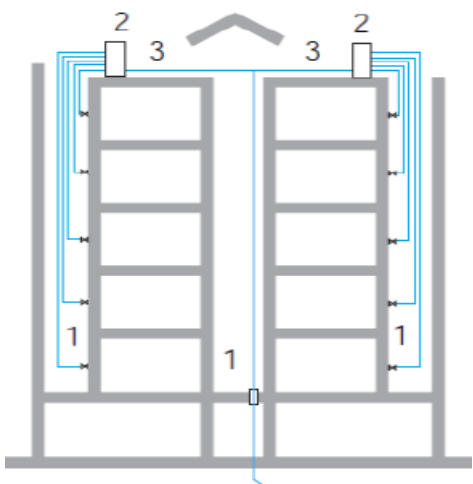


Esta es la segunda etapa, en la cual, luego de tener un panorama general de la esencia del proyecto del edificio multifamiliar, se pueden plantear posibles soluciones al requerimiento de la instalación de un sistema de tuberías de gas natural. Para el desarrollo

de este proyecto se están considerando como posibles soluciones tres topologías de todas las que están contempladas para una doble regulación (dos etapas de regulación) en la Norma Técnica Peruana 111.011:2014. **La Tabla 18** muestra la representación de las topologías presentadas como alternativas de soluciones propuestas para esta investigación.

**Tabla 18**

*Representación y denominación de topologías*

| Representación de Topología   | Propuesta de Solución   |
|---|---|
|    | <p style="text-align: center;">Topología 1<br/>“CRM ubicado por piso”</p> <hr/> <p>(1) Montante por ducto técnico o interior<br/>(2) Montante por fachada o exterior<br/>(3) Medidores por piso</p>       |
|   | <p style="text-align: center;">Topología 2<br/>“CRM centralizado en primer piso”</p> <hr/> <p>(1) Centralización del CRM<br/>(2) Patio de ventilación<br/>(3) Tubería por conducto (vaina protectora)</p> |
|  | <p style="text-align: center;">Topología 3<br/>“CRM centralizado en techo”</p> <hr/> <p>(1) Patio de ventilación<br/>(2) Centralización de medidores parcial<br/>(3) Instalación en Azotea</p>            |

*Nota.* Adaptado del *Manual de instalaciones receptoras* (p. 3.2-7), por gasNatural.

En esta segunda etapa de desarrolla la evaluación de cada parámetro de diseño, es decir, caída de presión ( $\Delta P$ ), velocidad del fluido al interior de la tubería de cobre ( $V$ ), el diámetro calculado de cada tramo de tubería ( $\emptyset$ ), etc. Estos parámetros serán calculados para cada tipo de solución propuesta, es decir, para los tres modelos de topologías que se representaron en la **Tabla 18**.

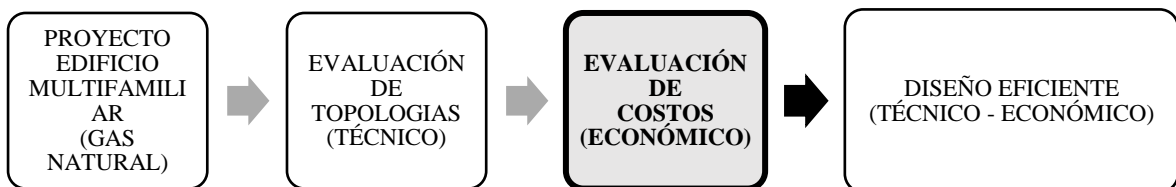
**5** De esta manera se analizan los datos obtenidos de cada propuesta de solución (topología) desarrollada, y se reajustan en el cálculo de ser necesario; por ejemplo, modificando el diámetro de algún tramo de tubería de cobre en específico a criterio del diseñador con la finalidad de cumplir con los lineamientos contemplados en la NTP 111.011:2014 para obtener la aprobación con la viabilidad técnica del diseño. Solo siguen en el proceso general de la investigación aquella(s) solución propuesta (topología) que logra obtener la aprobación técnica de diseño.

De ser el caso, en que alguna solución propuesta (topología) no encaje con lo contemplado en la NTP 111.011:2014, pese a haberse realizado todos los reajustes en el diseño que el diseñador considere necesario, esta propuesta de solución (topología) no avanzaría a la siguiente etapa en el proceso general de la investigación, descartándola totalmente como una solución propuesta.

En la **Figura 48**, se presenta la tercera etapa del proceso general de la investigación que consiste en la evaluación de costos directos que se relacionan con el aspecto económico del proyecto.

**Figura 48**

*Etapa 3: Evaluación de Costos (Económico)*



En esta tercera etapa, han llegado aquellas propuestas de soluciones (topologías) aprobadas técnicamente en sus diseños respectivos, en relación con la esencia del proyecto del edificio multifamiliar. En esta etapa se tiene q seleccionar cuál de las posibles

soluciones (topologías) genera un mayor rentabilidad, esto se logra mediante la evaluación de costos directos por ejemplo para los materiales y accesorios implicados en el proyecto.

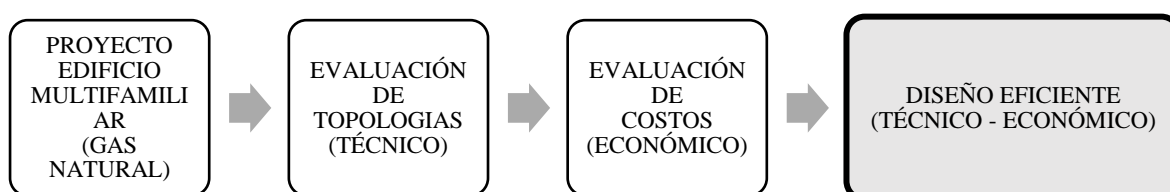
De esta manera al conocer los costos de los materiales y accesorios que se necesitan en una propuesta de solución determinada, se podrá estimar los costos totales de la misma y se selecciona aquella propuesta de solución (topología) que sea de menor costo total.

En esta investigación para el análisis económico se ha dividido cada propuesta de solución (topología) en 2 tramos (línea montante y línea individual interior), es así que, obtendremos dos “costos sub totales”, el primer costo subtotal está relacionado a los costos generados por la línea montante, mientras que el segundo costo subtotal está relacionado a los costos generados por las líneas individuales interiores.

En la **Figura 49**, se presenta la cuarta etapa del proceso general de la investigación que consiste en la evaluación de las topologías que se relacionan con la síntesis entre el aspecto técnico y el aspecto económico del proyecto.

**Figura 49**

*Etapa 4: Diseño Eficiente (Técnico - Económico)*

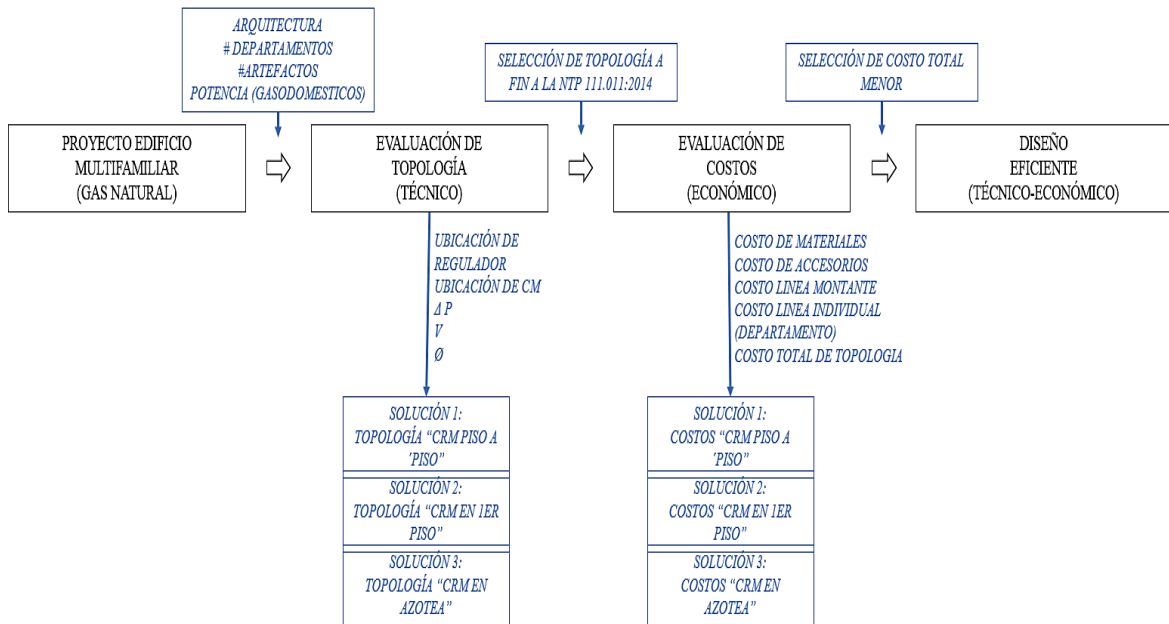


Esta es la última etapa, la propuesta de solución (topología) que ha de llegar a esta etapa ha sido aquella que en primera parte es viable técnicamente cumpliendo con todas las exigencias contempladas en la NTP 111.011:2014 y que a su vez también ha resultado de menor costo total en comparación con las otras propuestas de solución (topologías) analizadas en esta investigación.

En la **Figura 50** se muestra al proceso general de la investigación contemplando las etapas y subetapas que la misma conlleva para el desarrollo del proyecto.

**Figura 50**

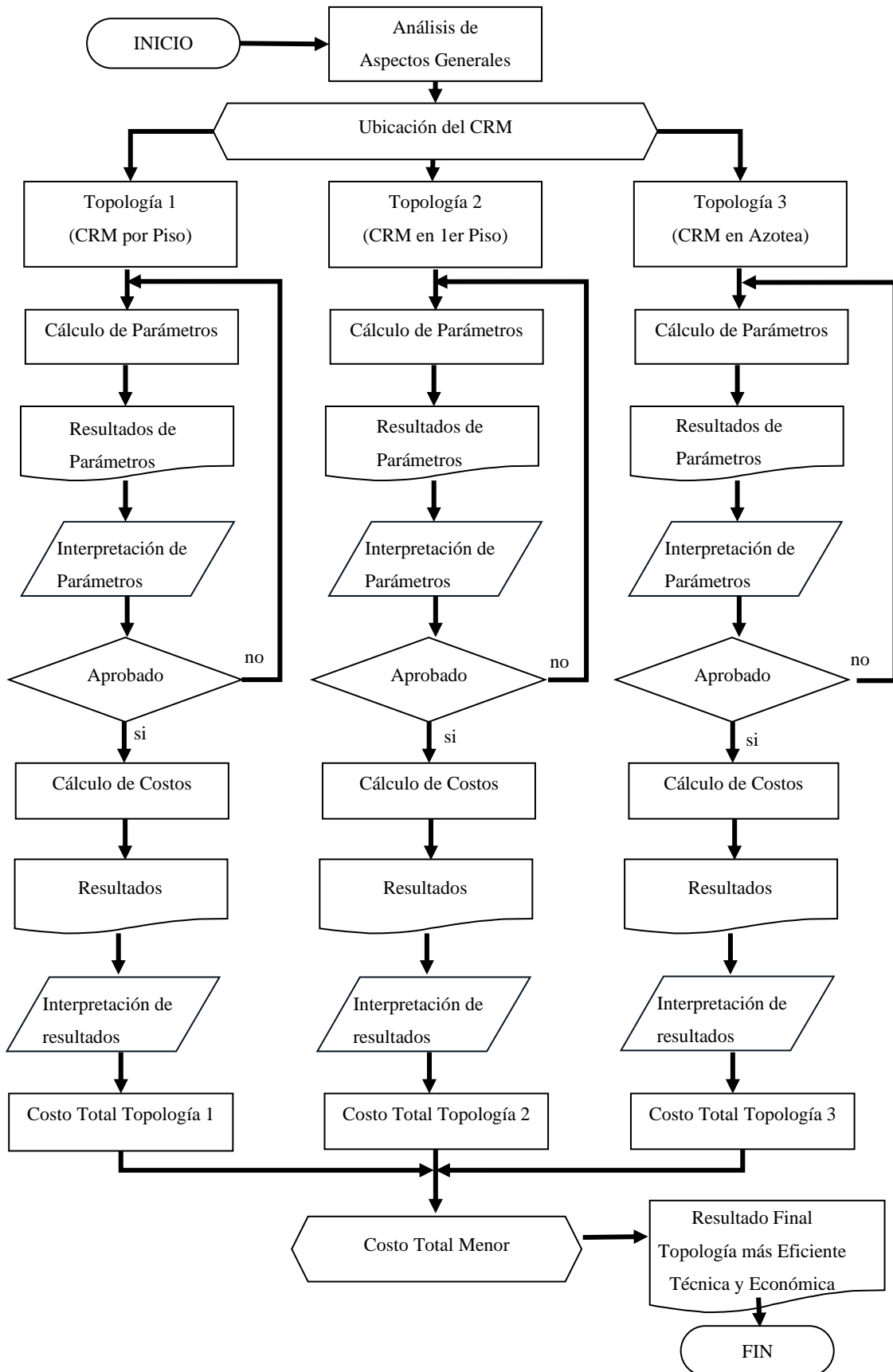
*Etapas y subetapas del Proceso General de la Investigación*



En la **Figura 51**, se presenta el diagrama de flujo elaborado para indicar representativamente el sentido en el que fluyen los datos para nuestro sistema del análisis técnico y económico.

**Figura 51**

*Diagrama de flujo*



### 3.2. Implementación de la Investigación

#### 1. Diseño de un sistema de tuberías de material de cobre para las instalaciones mecánicas de gas natural seco de dos etapas de regulación para el proyecto Edificio Multifamiliar Siena

##### Ubicación del Proyecto:

El proyecto “Edificio Multifamiliar Siena” ubicado en la calle Manuel Vildoso, distrito La Victoria, departamento y provincia de Lima. La ubicación del edificio multifamiliar se muestra en la **Figura 52**.

**Figura 52**

*Ubicación espacial del “Edificio Multifamiliar Siena”*



##### Aspectos Generales:

El diseño de las instalaciones mecánicas para gas natural seco (GNS) tiene como objetivo describir los criterios, consideraciones, parámetros y cálculos de equipos, materiales y accesorios del proyecto “Edificio Multifamiliar Siena”, a seguir; para determinar el valor mínimo del diámetro interior de la tubería, la presión y el caudal del gas llegue a los gasodomésticos con la demanda que requieren.



**Alcances:**

Realizar el diseño de la ingeniería del sistema mecánico de gas natural seco, comprende lo siguiente:

- Cálculo de la carga térmica y consumo de los gasodomésticos.
- Cálculo y selección de reguladores y medidores.
- Ubicación de los bancos de medidores o centros de regulación y medición (CRM).
- Cálculo y selección de tuberías de la línea montante y línea individual interior.

El diseño de proyectos de sistemas de tuberías para instalaciones de gas natural seco en edificios multifamiliares contempla normas nacionales e internacionales que deben cumplirse para garantizar el buen desempeño del proyecto. Estas normas, reglamentos y decretos para instalaciones internas de gas natural para residencias y comercios son los siguientes:

- 37 Reglamento Nacional de Edificaciones RNE EM 040:2018: Instalaciones de gas en edificaciones nuevas.
- 57 NTP 111.011:2014 ENM 1: 2017. Sistema de tuberías para instalaciones internas residenciales y comerciales.
- NTP 111.010:2014. Cálculo de velocidad de circulación del fluido en sistemas de tuberías para gas natural.
- NTP 111.022:2008. Diseño de sistema de ventilación en 4 instalaciones internas residenciales y comerciales.
- NTP 111.023:2008. Diseño de sistema de evacuación de gases de combustión.
- 39 DS-040:2008. (Resume modificaciones al DS-042:1999): Reglamento de Distribución de Gas Natural por Red de Ductos.

**Ingeniería del proyecto:**

Para realizar el diseño de la ingeniería de las instalaciones mecánicas para gas natural seco se considera comenzar determinando si la arquitectura del edificio cumple con los requerimientos obligatorio del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE EM 040:2018), luego identificando los tipos y cantidad de los gasodomésticos a instalar por departamento y el total de departamentos de todo el edificio; como base para iniciar el

diseño e determinar las caídas de presión, velocidad, según la NTP 111.011 (2014) y costo directo, de las instalaciones mecánicas para gas natural seco.

### **Marco normativo aplicado a la ingeniería del proyecto:**

Para los cálculos justificativos de los reguladores de presión se deberá tener en cuenta los indicados en el anexo A de la NTP 111.011 (2014). A continuación, se indican los puntos más importantes:

- Capacidad de presión de entrada y salida del regulador.
- Caudal máximo y mínimo exigido al regulador.
- Compatibilidad con los parámetros de diseño del medidor de gas natural seco.
- Compatibilidad con los consumos esperados y presión de uso de los gasodomésticos que funcionan con gas natural.
- Proyección de demanda futura (factor de diseño).

Para los cálculos justificativos del sistema de tuberías se deberá tener en cuenta lo indicado en el capítulo 11.1 de la NTP 111.011 (2014). A continuación, se indican los puntos más importantes:

- Máxima cantidad de gas natural seco requerido por los artefactos.
- Mínima presión de gas natural seco requerido por los artefactos a gas.
- Las previsiones técnicas para atender demandas futuras.
- El factor de simultaneidad asociado al cálculo del consumo máximo probable.
- Gravedad específica y poder calorífico del gas natural seco. Para dimensionamiento de tuberías el poder calorífico superior es  $9500 \text{ kcal/m}^3$  medido a condiciones estándar.
- La caída de presión en la instalación interna y el medidor.
- Longitud de la tubería y cantidad de accesorios.
- Velocidad permisible del gas.
- Influencia de la altura (superior a los 10 metros).
- Material de las tuberías y los accesorios.

Para los cálculos justificativos del sistema de ventilación se deberá tener en cuenta lo indicado en el capítulo 20.3 de la NTP 111.011 (2014) que nos direcciona para fines de

diseño y cálculo a seguir las indicaciones del RNE EM 040:2018. A continuación, se indican los puntos más importantes de la EM 040 (2018).

a) Determinación de ambientes interiores confinados; artículo 3.22 y 3.23:

- Volumen del ambiente interior donde se instalará los gasodomésticos en  $m^3$ .
- Potencia instalada del ambiente (sumatoria total de todos los gasodomésticos a instalar o futuro, en el ambiente interior o recinto) en kW.
- **5** La relación del volumen de ambiente interior o recinto y la potencia instalada de los gasodomésticos es mayor o igual a  $4.8 m^3/kW$ , para determinar si un ambiente o recinto no es confinado y no necesita rejillas permanentes de ventilación.
- **5** La relación del volumen de ambiente interior o recinto y la potencia instalada de los gasodomésticos es menor a  $4.8 m^3/kW$ , para determinar si un ambiente o recinto es confinado y necesita rejillas permanentes de ventilación.
- Factor de ocupación por muebles en el ambiente interior o recinto, para estimar el volumen real (neto o útil) del ambiente o recinto. Se considerará para instalaciones de gas natural seco en viviendas o departamentos un factor de  $F_m = 0.9$  a  $0.8$ , para instalaciones de gas natural seco en comercios un factor de  $F_m = 0.7$  a  $0.60$ .

Nota: Este factor de ocupación por muebles no está considerado en el RNE EM 040 (2018), su aplicación es a criterio y responsabilidad del proyectista diseñador.

b) Cálculo y selección de rejillas de ventilación permanentes en viviendas, edificios multifamiliares y comercios; artículos 8.1, 8.2 numeral a, b, c.i, c.iii. y 8.3 numeral c.i y c.ii:

- Localización de los gasodomésticos o artefactos a gas natural seco.
- Tipos de gasodomésticos a instalar en el ambiente interior (Tipo C no necesita ventilación).
- Los patios de ventilación deberán tener una sección transversal bajo norma, como mínimo de  $4 m^2$  y un lado no menor de  $2 m$  para viviendas unifamiliares, y  $4.84 m^2$  con un lado no menor de  $2.20 m$  para edificios multifamiliares. Según el RNE EM 040:2018 capítulo 3.31.

Ventilación con espacios en el mismo piso, 2 aberturas permanentes, una superior y una inferior separados del techo y piso a 0.30 m respectivamente, cada una con un área libre mínima efectiva (no incluye rejillas) obtenida de multiplicar 22 cm<sup>2</sup>/kW de la potencia nominal del conjunto de gasodomésticos. Área mínima de seguridad 645 cm<sup>2</sup>.

Ventilación directa al exterior, 2 aberturas permanentes, una superior y una inferior separados del techo y piso a 0.30m respectivamente, cada una con un área libre mínima efectiva (no incluye rejillas) obtenida de multiplicar 6 cm<sup>2</sup>/kW de la potencia nominal del conjunto de gasodomésticos. Área mínima de seguridad 280 cm<sup>2</sup>.

c) Cálculo y selección de rejillas de ventilación permanentes en conductos técnicos para alojar gabinetes de regulación y medición; capítulo 16.13.b de la NTP 111.011:

La ventilación para el conducto técnico corresponderá a una superficie única de ventilación al 1 % del área de la habitación donde se instala y con un mínimo de área de ventilación de 500 cm<sup>2</sup>.

### Desarrollo de la Ingeniería:

La **Tabla 19** muestra que el diseño se proyectará para suministrar gas natural seco a cada departamento del edificio multifamiliar y que cada departamento cuenta con 3 cargas térmicas (típicas): cocina 4Q+h, terma de paso de 5.5 lpm y secadora de 20kg., los cuales son el punto de partida para desarrollar los cálculos justificativos del diseño final.

Donde: Q= quemador, h= horno y lpm= litros por minuto.

**Tabla 19**

*Carga térmica por departamento*

| Carga Térmica y Consumo de los Gasodomésticos |                |      |          |                         |                             |                              |                              |
|---|----------------|------|----------|-------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|
| N° de Departamentos:                          |                | 66   | P.C.S. : |                         | 11.05                       | kW-h/m <sup>3</sup>          |                              |
| Ítem  | Gasodoméstico  | Tipo | Cant.    | Potencia Instalada (kW) | Potencia Instalada (BTU/h.) | Potencia Instalada (kcal/h.) | Consumo (m <sup>3</sup> /h.) |
| 1   | Cocina 4Q+h    | A    | 1        | 12.0                    | 40920.0                     | 10320.0                      | 1.09                         |
| 2   | Terma 5.5 lpm  | A    | 1        | 11.0                    | 37510.0                     | 9460.0                       | 1.00                         |
| 3   | Secadora 20 kg | A    | 1        | 5.0                     | 17050.0                     | 4300.0                       | 0.45                         |
| Total   |                |      | 3        | 28                      | 95480                       | 24080                        | 2.534                        |

*Nota.* P.C.S.: Poder calorífico superior.

La **Tabla 20** muestra que el diseño se proyectará para suministrar gas natural seco a 66 departamentos del edificio multifamiliar y que el 1° piso es atípico con 3 departamentos, 2° y 3° piso son típicos con 4 departamentos cada piso, 4° al 14° piso son típicos con 5 departamentos cada piso.

**Tabla 20**

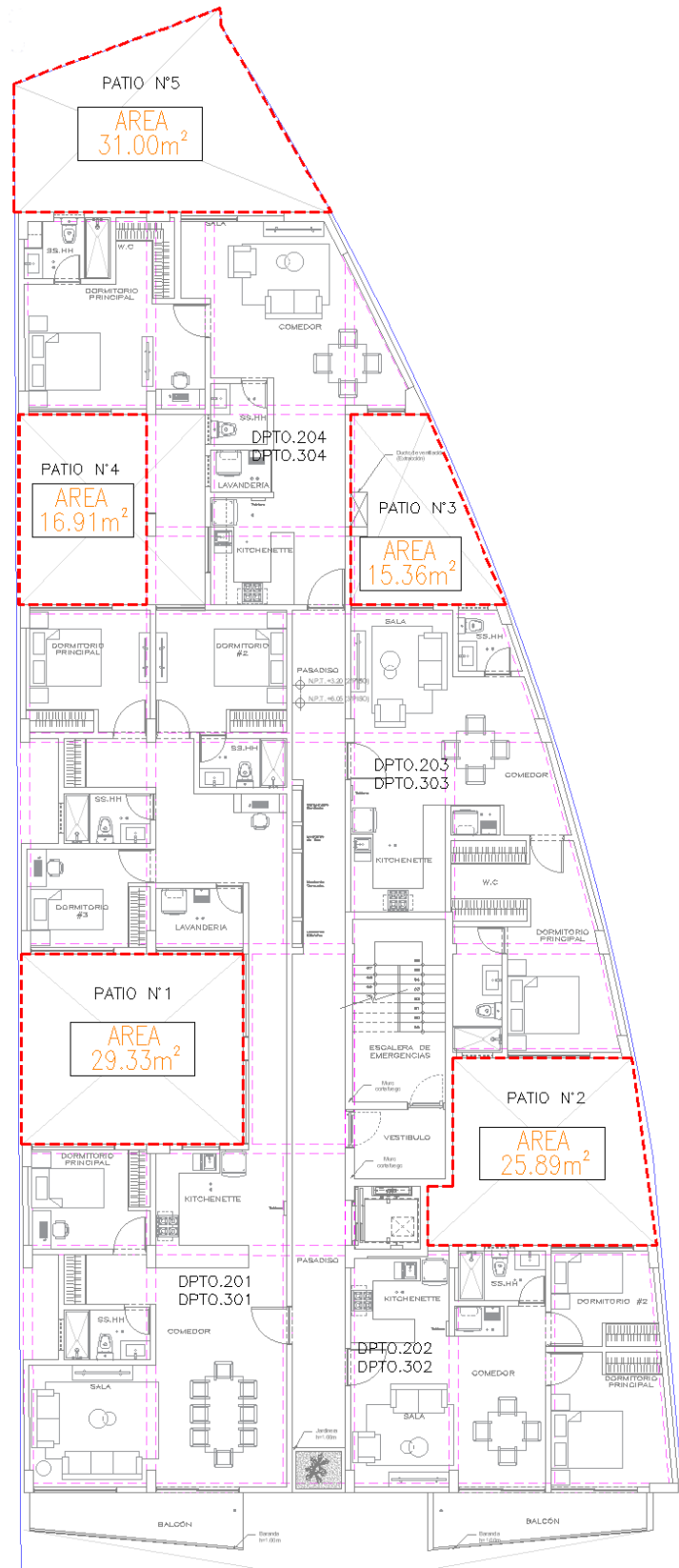
*Cantidad de departamentos por piso*

| Proyecto               | Piso | Departamentos                 | Piso Típico <sup>79</sup> | Departamentos por piso |
|------------------------|------|-------------------------------|---------------------------|------------------------|
| EDIFICIO MULTIF. SIENA | 1    | 101, 102, 103                 | I                         | 3                      |
|                        | 2    | 201, 202, 203, 204            | II                        | 4                      |
|                        | 3    | 301, 302, 303, 304            | II                        | 4                      |
|                        | 4    | 401, 402, 404, 404, 405       | III                       | 5                      |
|                        | 5    | 501, 502, 505, 504, 505       | III                       | 5                      |
|                        | 6    | 601, 602, 606, 604, 605       | III                       | 5                      |
|                        | 7    | 701, 702, 707, 704, 705       | III                       | 5                      |
|                        | 8    | 801, 802, 808, 804, 805       | III                       | 5                      |
|                        | 9    | 901, 902, 909, 904, 905       | III                       | 5                      |
|                        | 10   | 1001, 1002, 10010, 1004, 1005 | III                       | 5                      |
|                        | 11   | 1101, 1102, 11011, 1104, 1105 | III                       | 5                      |
|                        | 12   | 1201, 1202, 12012, 1204, 1205 | III                       | 5                      |
|                        | 13   | 1301, 1302, 13013, 1304, 1305 | III                       | 5                      |
|                        | 14   | 1401, 1402, 14014, 1404, 1405 | III                       | 5                      |
| Total de departamentos |      |                               |                           | 66                     |

La **Figura 53** muestra las áreas cuadradas de los cinco patios de ventilación que según el RNE EM 040:2018 (numeral 3.31, 2018) en edificios multifamiliares la sección transversal mínima será de 4.84 m<sup>2</sup> y el lado menor no deberá ser inferior a 2.20 m. Y según el EM 040 (numeral 8.2.c.i., 2018) para edificaciones nuevas en etapa de proyecto se considera obligatorio en el diseño arquitectónico que los ambientes de lavandería y/o cocina, cuenten con acceso al exterior de la edificación, es decir, con acceso a la atmósfera exterior, a un patio de ventilación o a un ambiente abierto hacia el exterior.

**Figura 53**

*Planta 2 y 3 (Típicos) del Edificio Multifamiliar Siena*



*Nota.* Se observan que los cinco patios de ventilación, los ambientes de cocina y lavandería cumplen con lo indicado por el EM 040:2018.

### ***3.2.1. Topología 1: CRM ubicado por piso***

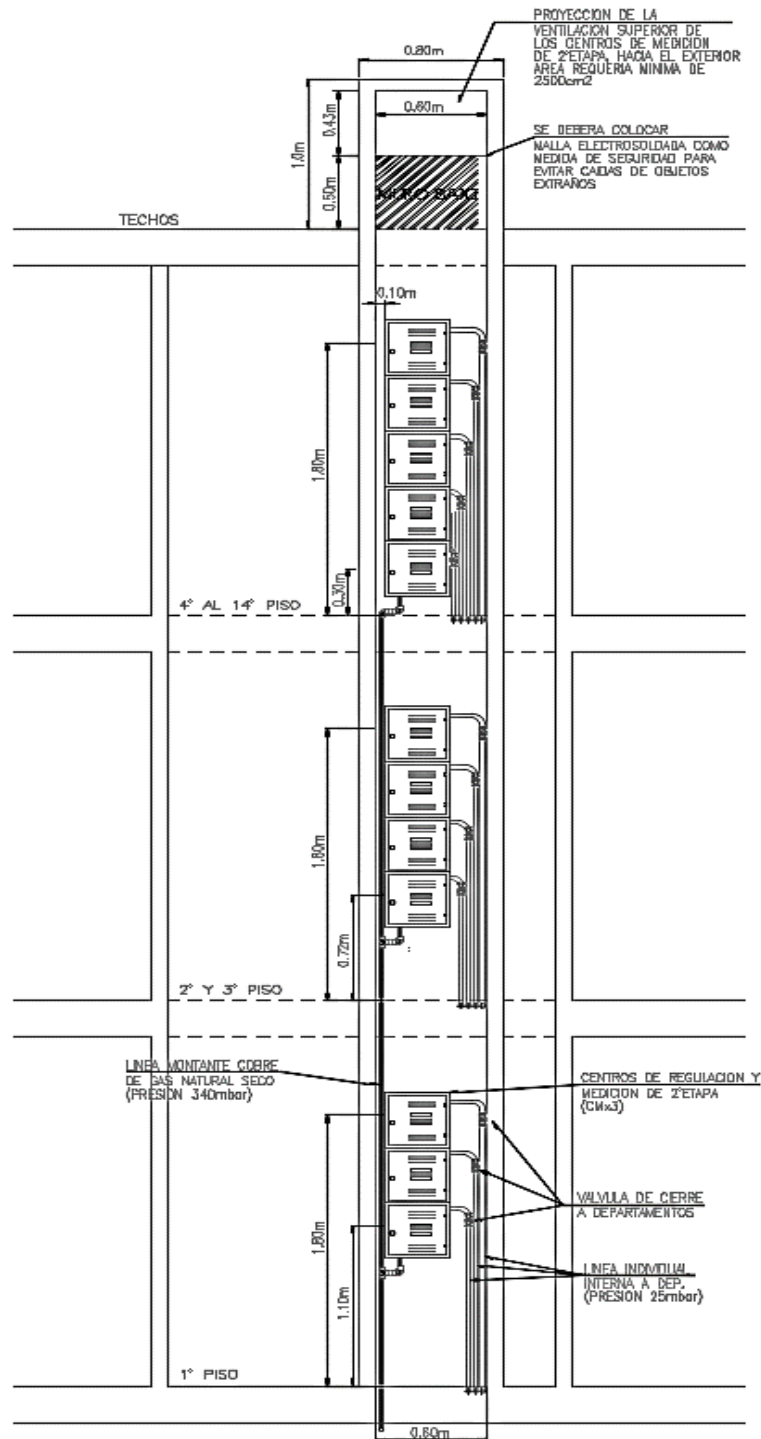
### 3.2.1.1. Ubicación de Gabinetes de 1° y 2° Etapa

20

En la Figura 54, se muestra la distribución de los centros de regulación y medición (CRM) de segunda etapa distribuidos por cada piso.

**Figura 54**

*Distribución de los centros de regulación y medición de segunda etapa ubicados por piso*

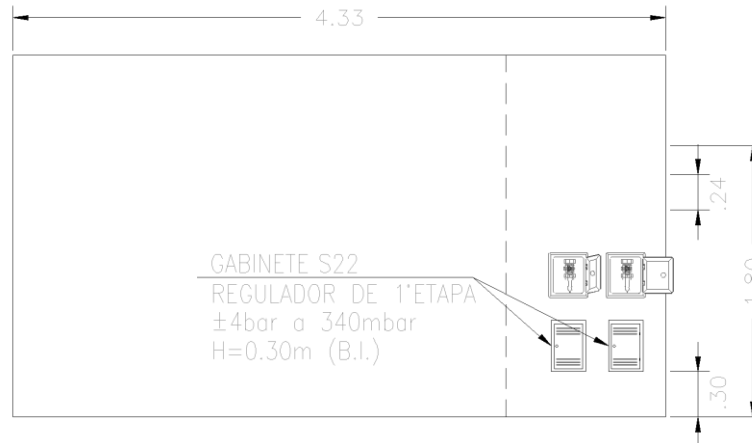




En la **Figura 55**, se presenta la ubicación del centro de regulación de primera etapa (S22) ubicado en el primer nivel del edificio multifamiliar.

**Figura 55**

*Ubicación del centro de regulación de primera etapa*



El diseño de la “Topología 1: CRM ubicado por piso” consiste en suministrar gas natural seco por medio de una línea montante de material de cobre, la cual inicia su recorrido a la salida del regulador de primera etapa (S22), ubicado en la pared lado derecho del ingreso vehicular, hasta los CRM de segunda etapa los cuales están ubicados por piso. La línea montante saldrá del regulador de primera etapa empotrado en pared, luego bajará en dirección al sótano y continuará su recorrido suspendido al techo, atravesando el estacionamiento hasta llegar al conducto técnico para luego ascender verticalmente y alimentar a los centros de regulación y medición de segunda etapa ubicados por piso.

De los centros de regulación y medición de segunda etapa se distribuirá las líneas individuales interiores, de material de cobre, para satisfacer la carga térmica de los departamentos. La línea individual interior empieza adosada del CRM de segunda etapa y continua su recorrido empotrado por pisos y paredes de cada departamento hasta llegar a los gasodomésticos, estos se interconectarán a través de conectores flexibles.

### 3.2.1.2. Cálculo del sistema de ventilación

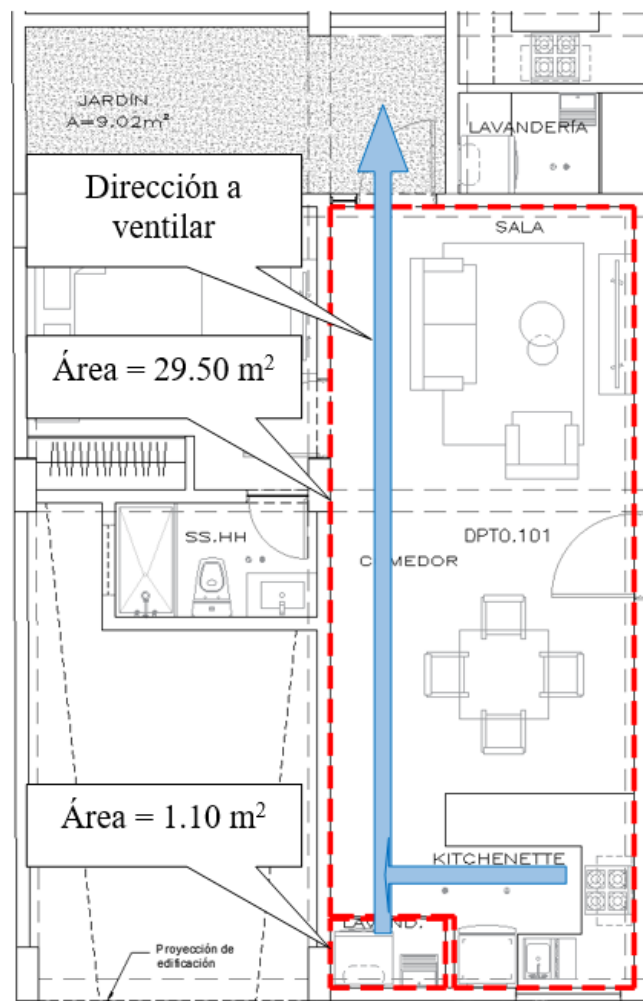
Reemplazando los valores indicados en las fórmulas se determinará los ambientes confinados y se calculará y seleccionará las rejillas de ventilación permanente:

Para esto se debe seguir un procedimiento ordenado y teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- Identificar los ambientes interiores donde se instalarán los gasodomésticos a gas.
- Calcular la potencia instalada del ambiente del gasodoméstico.
- Verificar la condición de ambiente interior confinado o no confinado.
- Observar e identificar la dirección de donde se proveerá el aire necesario para cubrir la demanda de aire para combustión, renovación y dilución de los gasodomésticos. Ver **Figura 56**.
- Luego, definir el método de ventilación de ambientes confinados a aplicar.
- Definir el material de rejillas de ventilación.
- Ubicar las rejillas de ventilación en un lugar libre de obstáculos.

**Figura 56**

*Representación del sistema de ventilación*



*Nota.* La altura de cada piso es de 2.60 m.

De acuerdo a las consideraciones se determinarán los cálculos respectivos mediante una serie de pasos ordenados y según los ambientes de cada departamento de cada piso del edificio.

Preámbulo

Cálculo de la potencia instalada

$$P_{inst} = P_{n1} + P_{n2} + \dots + P_n$$

Reemplazando valores:

$$P_{inst} = 12 \text{ kW} + 11 \text{ kW} + 5 \text{ kW}$$

$$P_{inst} = 28 \text{ kW}$$

Se recomienda como criterio, 1° determinar todos los ambientes confinados para identificar los ambientes a aplicar un método de ventilación bajo norma de cada departamento.

***3.2.1.2.1. Determinación de los ambientes interiores confinados en los departamentos:***

Departamento a analizar: 101

Ambiente interior: Cocina

Datos:

- Gasodoméstico: 01 cocina 4Q + h de 12 kW.
- Área cuadrada del ambiente interior:  $A = 29.50 \text{ m}^2$
- Altura del ambiente interior:  $H = 2.60 \text{ m}$

Cálculo del volumen del ambiente del gasodoméstico

$$V = A \times H$$

Reemplazando valores:

$$V = 29.50 \text{ m}^2 \times 2.60 \text{ m}$$

$$V = 76.70 \text{ m}^3$$

Cálculo de la relación del volumen del ambiente interior y la potencia instalada.

$$V_r = \frac{V}{P_{inst}} \times F_m$$

Reemplazando valores:

$$V_r = \frac{76.70}{12} \frac{\text{m}^3}{\text{kW}} \times 0.80$$

$$V_r = 5.11 \frac{\text{m}^3}{\text{kW}}$$

Cálculo del ambiente interior confinado

Para el cálculo de ambiente interior confinado se deberá demostrar que la relación volumen del ambiente interior y potencia instalada de gasodoméstico calculada es menor a  $4.8 \text{ m}^3/\text{kW}$ , se usará la expresión siguiente:

$$V_r < 4.8 \frac{\text{m}^3}{\text{kW}}$$

Reemplazando valores:

$$5.11 \frac{\text{m}^3}{\text{kW}} > 4.8 \frac{\text{m}^3}{\text{kW}}$$

Como la relación entre el volumen del ambiente interior y la potencia instalada calculada no es menor a  $4.8 \text{ m}^3/\text{kW}$ , se concluye que el ambiente de cocina no es confinado y se permite instalar los gasodomésticos propuestos sin aplicar algún método de ventilación.

Ambiente interior: Lavandería

Datos:

- Gasodoméstico: 01 terma 5.5 lpm de 11kW y 01 secadora 20kg de 5kW.
- Área cuadrada del ambiente interior:  $A = 1.10\text{m}^2$
- Altura del ambiente interior:  $H = 2.60 \text{ m}$

Cálculo del volumen del ambiente del gasodoméstico

$$V = A \times H$$

Reemplazando valores:

$$V = 1.10 \text{ m}^2 \times 2.60 \text{ m}$$

$$V = 2.86 \text{ m}^3$$

Cálculo de la relación del volumen del ambiente interior y la potencia instalada.

$$V_r = \frac{V}{P_{inst}} \times F_m$$

Reemplazando valores:

$$V_r = \frac{2.86 \text{ m}^3}{16 \text{ kW}} \times 0.80$$

$$V_r = 0.14 \frac{\text{m}^3}{\text{kW}}$$

Cálculo del ambiente interior confinado

Para el cálculo de ambiente interior confinado se deberá demostrar que la relación volumen del ambiente interior y potencia instalada de gasodoméstico calculada es menor a  $4.8 \text{ m}^3/\text{kW}$ , se usará la expresión siguiente:

$$V_r < 4.8 \frac{\text{m}^3}{\text{kW}}$$

Reemplazando valores:

$$0.14 \frac{\text{m}^3}{\text{kW}} < 4.8 \frac{\text{m}^3}{\text{kW}}$$

Como la relación entre el volumen del ambiente interior y la potencia instalada calculada es menor a  $4.8 \text{ m}^3/\text{kW}$ , se concluye que el ambiente de lavandería es confinada y no se permite instalar los gasodomésticos propuestos hasta desconfinar el ambiente con el método de ventilación que más ajuste a la arquitectura del departamento.

Departamento a analizar: 102

Para determinar los ambientes confinados de cada departamento del edificio multifamiliar, su procedimiento sigue los mismos pasos que fueron desarrollados a detalle en el análisis del departamento 101, es por ello que se elaboró un cuadro resumen de cálculos usando el programa Microsoft Excel. A continuación, se presentan todos los cálculos resumidos en la **Figura 57**.

**Figura 57**

*Resumen de cálculos de ambiente confinado o no confinado*

| Piso                 | Ambiente                   | Potencia Artefactos (kW) | Area del Recinto (m <sup>2</sup> ) | Altura del Recinto (m) | Volumen del recinto (m <sup>3</sup> /kw) | Factor por muebles en recinto | Volumen de aire real del recinto (m <sup>3</sup> /kw) | volumen de aire mínimo (m <sup>3</sup> /kw) | Conclusión   |
|----------------------|----------------------------|--------------------------|------------------------------------|------------------------|--|-------------------------------|---|---|--------------|
| <b>1°PISO</b>        |                            |                          |                                    |                        |  |                               |   |   |              |
| DPTO.101             | Kitchenette, sala, comedor | 12                       | 29.50                              | 2.60                   | 6.39                                     | 0.8                           | 5.11  | 4.8   | No Confinado |
|                      | Lavanderia                 | 16                       | 1.10                               | 2.6                    | 0.18                                     | 0.8                           | 0.14  | 4.8   | Confinado    |
| DPTO.102             | Kitchenette, sala, comedor | 12                       | 30.25                              | 2.60                   | 6.55                                     | 0.8                           | 5.24  | 4.8   | No Confinado |
|                      | Lavanderia                 | 16                       | 1.10                               | 2.6                    | 0.18                                     | 0.8                           | 0.14  | 4.8   | Confinado    |
| DPTO.103             | Kitchenette, sala, comedor | 12                       | 35.20                              | 2.60                   | 7.63                                     | 0.8                           | 6.10  | 4.8   | No Confinado |
|                      | Lavanderia                 | 16                       | 1.85                               | 2.6                    | 0.30                                     | 0.8                           | 0.24  | 4.8   | Confinado    |
| <b>2° Y 3°PISO</b>   |                            |                          |                                    |                        |  |                               |   |   |              |
| DPTO.X01             | Kitchenette, sala, comedor | 12                       | 62.35                              | 2.60                   | 13.51                                    | 0.8                           | 10.81   | 4.8   | No Confinado |
|                      | Lavanderia                 | 16                       | 3.57                               | 2.6                    | 0.58                                     | 0.8                           | 0.46  | 4.8   | Confinado    |
| DPTO.X02             | Kitchenette, sala, comedor | 12                       | 26.50                              | 2.60                   | 5.74                                     | 0.8                           | 4.59  | 4.8   | Confinado    |
|                      | Lavanderia                 | 16                       | 1.10                               | 2.6                    | 0.18                                     | 0.8                           | 0.14  | 4.8   | Confinado    |
| DPTO.X03             | Kitchenette, sala, comedor | 12                       | 30.30                              | 2.60                   | 6.57                                     | 0.8                           | 5.25  | 4.8   | No Confinado |
|                      | Lavanderia                 | 16                       | 1.10                               | 2.6                    | 0.18                                     | 0.8                           | 0.14  | 4.8   | Confinado    |
| DPTO.X04             | Kitchenette, sala, comedor | 12                       | 35.20                              | 2.60                   | 7.63                                     | 0.8                           | 6.10  | 4.8   | No Confinado |
|                      | Lavanderia                 | 16                       | 1.80                               | 2.6                    | 0.29                                     | 0.8                           | 0.23  | 4.8   | Confinado    |
| <b>4° AL 14°PISO</b> |                            |                          |                                    |                        |  |                               |   |   |              |
| DPTO.X01             | Kitchenette, sala, comedor | 12                       | 29.20                              | 2.60                   | 6.33                                     | 0.8                           | 5.06  | 4.8   | No Confinado |
|                      | Lavanderia                 | 16                       | 1.10                               | 2.6                    | 0.18                                     | 0.8                           | 0.14  | 4.8   | Confinado    |
| DPTO.X02             | Kitchenette, sala, comedor | 12                       | 29.30                              | 2.60                   | 6.35                                     | 0.8                           | 5.08  | 4.8   | No Confinado |
|                      | Lavanderia                 | 16                       | 1.10                               | 2.6                    | 0.18                                     | 0.8                           | 0.14  | 4.8   | Confinado    |
| DPTO.X03             | Kitchenette, sala, comedor | 12                       | 26.50                              | 2.60                   | 5.74                                     | 0.8                           | 4.59  | 4.8   | Confinado    |
|                      | Lavanderia                 | 16                       | 1.10                               | 2.6                    | 0.18                                     | 0.8                           | 0.14  | 4.8   | Confinado    |
| DPTO.X04             | Kitchenette, sala, comedor | 12                       | 30.30                              | 2.60                   | 6.57                                     | 0.8                           | 5.25  | 4.8   | No Confinado |
|                      | Lavanderia                 | 16                       | 1.10                               | 2.6                    | 0.18                                     | 0.8                           | 0.14  | 4.8   | Confinado    |
| DPTO.X05             | Kitchenette, sala, comedor | 12                       | 35.50                              | 2.60                   | 7.69                                     | 0.8                           | 6.15  | 4.8   | No Confinado |
|                      | Lavanderia                 | 16                       | 1.80                               | 2.6                    | 0.29                                     | 0.8                           | 0.23  | 4.8   | Confinado    |

**3.2.1.2.2. Cálculo y selección de rejillas de ventilación permanente en los**

**departamentos:**

Departamento a analizar: 101

Teniendo la potencia instalada y determinado los espacios confinados se seleccionará el método de ventilación que más se ajuste a la arquitectura a ventilar para hallar el área efectiva mínimo permanente; RNE EM 040:2018 capítulo 8.3.c.i. Se usará la siguiente expresión:

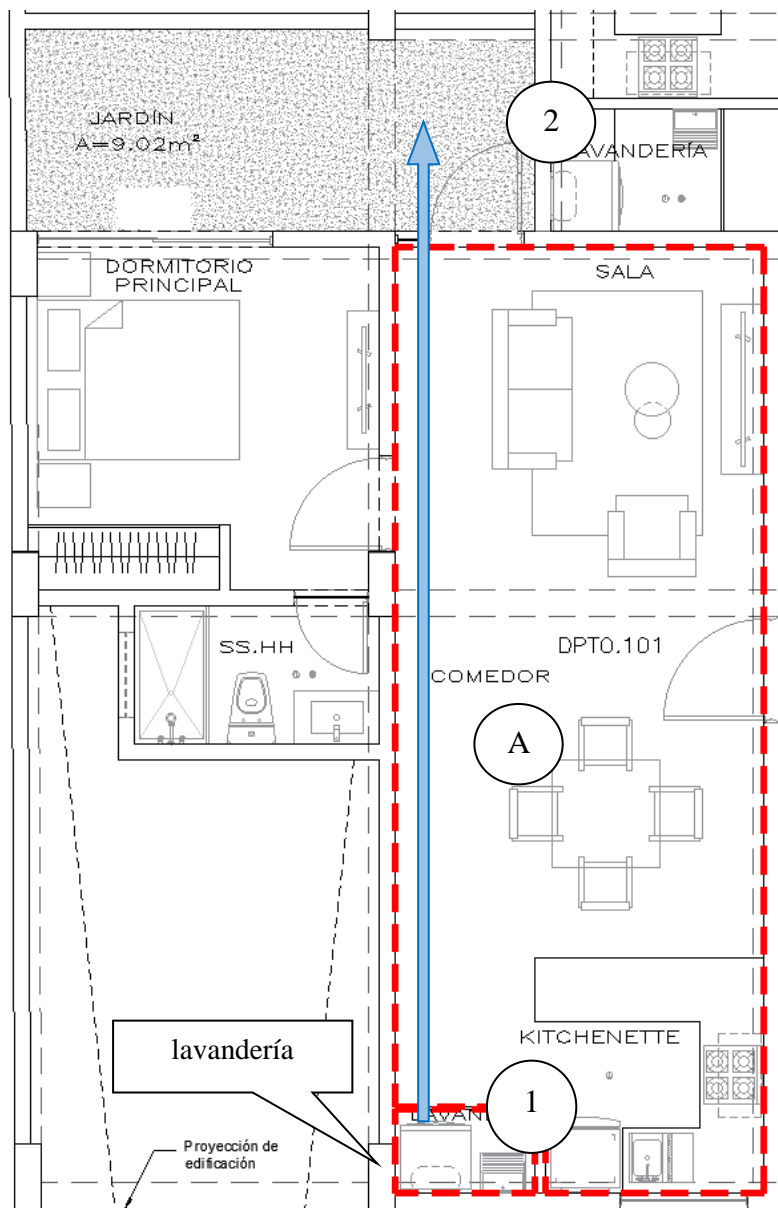
Analizando el método de ventilación:

Ambiente interior: Lavandería

Se verificó que es un ambiente interior confinado, se deberá ventilar hacia el jardín pasando por los ambientes kitchenette, sala y comedor, como se observa en la **Figura 58** del punto 1 al punto **29**.

**Figura 58**

*Método de ventilación con ambientes en el mismo piso(1-A) y ventilación al exterior (A-2)*



Paso 1:

Aplicar “El método de ventilación con ambientes en el mismo piso” para el punto “1” al punto “A” de la Figura 58, se aplicará la siguiente fórmula:

$$A_r = P_{\text{inst}} \times 22 \frac{\text{cm}^2}{\text{kW}} \geq 645 \text{ cm}^2$$

Reemplazando valores:

$$A_r = 16 \times 22 \frac{\text{cm}^2}{\text{kW}} \geq 645 \text{ cm}^2$$

$$A_r = 352 \text{ cm}^2 \geq 645 \text{ cm}^2 \text{ (es falso)}$$

Tener en cuenta que de cumplirse la desigualdad se considera el valor calculado ( $A_r$ ), caso contrario de no cumplirse la desigualdad se considera el valor mínimo para ( $A_r$ ), para este caso usando el método de ventilación con ambientes en el mismo piso es 645  $\text{cm}^2$ .

Como nuestra desigualdad resulta ser falso, es decir, el área efectiva mínima requerida es 645  $\text{cm}^2$ .

48

Para el cálculo de la rejilla, se usará la siguiente fórmula:

$$R = \frac{A_r}{F_r}$$

Reemplazando valores:

$$R = \frac{645 \text{ cm}^2}{0.6} = 1075 \text{ cm}^2$$

Con área de rejilla calculada (R) se seleccionará el área cuya capacidad sea mayor o igual al área de la **Tabla 21**.

**Tabla 21**

*Resumen de rejillas comerciales*

| Rejillas comerciales          |                      |
|-------------------------------|----------------------|
| Área de rejilla $\text{cm}^2$ | Dimensión de rejilla |
| 405                           | 22.5×18 cm           |
| 500                           | 25×20 cm             |
| 1215                          | 47.7×29.6 cm         |
| 1455                          | 48.5×30 cm           |



Entonces se instalará una rejilla comercial de 47.7 x 29.6 cm con un área efectiva de 1215 cm<sup>2</sup>.

Paso 2:

Recalculando el volumen de los ambientes de lavandería kitchenette, sala/comedor

$$V = (A_1 + A_2) \times H$$

Reemplazando valores:

$$V = (29.50 + 1.10) \text{ m} \times 2.60 \text{ m}$$

$$V = 79.56 \text{ m}^3$$

Recalculando si el ambiente interior es confinado.

$$V_r = \frac{V}{P_{inst}} \times F_m < 4.8 \frac{\text{m}^3}{\text{kW}}$$

Reemplazando valores:

$$V_r = \frac{79.56}{28} \times 0.8 < 4.8 \frac{\text{m}^3}{\text{kW}}$$

$$V_r = 2.27 \frac{\text{m}^3}{\text{kW}} < 4.8 \frac{\text{m}^3}{\text{kW}} \text{ (es verdadero)}$$

Se verifica que unir los ambientes de lavandería, kitchenette, sala/comedor, no desconfinan el ambiente lavandería.

Paso 3:

Aplicar “**El método de ventilación directa al exterior**” para el punto A al punto 2, se aplicará la siguiente fórmula:

$$A_r = P_{inst} \times 6 \frac{\text{cm}^2}{\text{kW}} \geq 280 \text{ cm}^2$$

Reemplazando valores:

$$A_r = 28 \times 6 \frac{\text{cm}^2}{\text{kW}} \geq 280 \text{ cm}^2$$

$$A_r = 168 \text{ cm}^2 \geq 280 \text{ cm}^2 \text{ (es falso)}$$

Tener en cuenta que de cumplirse la desigualdad se considera el valor calculado ( $A_r$ ), caso contrario de no cumplirse la desigualdad se considera el valor mínimo para ( $A_r$ ) , para este caso usando el método de ventilación directa al exterior es  $280 \text{ cm}^2$ .

Como nuestra desigualdad resulta ser falso, es decir, el área efectiva mínima requerida es  $280 \text{ cm}^2$ .

48

Para el cálculo de la rejilla, se usará la siguiente fórmula:

$$R = \frac{A_r}{F_r}$$

Reemplazando valores:

$$R = \frac{280 \text{ cm}^2}{0.6} = 466.67 \text{ cm}^2$$

Con área de rejilla calculada se seleccionará el área cuya capacidad sea mayor o igual al área, véase **Tabla 21**.

Entonces se instalará una rejilla comercial de  $25 \times 20 \text{ cm}$  con un área efectiva de  $500 \text{ cm}^2$ .

Departamento a analizar: 102

Para calcular y seleccionar las rejillas de ventilación permanentes de cada departamento del edificio multifamiliar, su procedimiento sigue los mismos pasos que fueron desarrollados a detalle en el análisis del departamento 101, es por ello que se elaboró un cuadro resumen de cálculos usando el programa Microsoft Excel. A continuación, se presentan todos los cálculos resumidos en la **Figura 59**.

**Figura 59**

*Resumen de cálculo de rejillas*

| Piso | Ambiente | Tipo de Ventilacion | Potencia Artefactos (kW) | Factor de ventilacion (cm <sup>2</sup> /kw) | Area efectiva Minima (cm <sup>2</sup> ) | Area efectiva de Seguridad (cm <sup>2</sup> ) | Area efectiva Aprobado (cm <sup>2</sup> ) | Factor por rejilla Plastica | Area minima Rejilla (cm <sup>2</sup> ) | Area Rejilla Comercial (cm <sup>2</sup> ) | Rejilla Comercial Projectada a x b | Aberturas Permanentes |
|------|----------|---------------------|--------------------------|---|---|---|---|-----------------------------|--|---|------------------------------------|-----------------------|
|------|----------|---------------------|--------------------------|---|---|---|---|-----------------------------|--|---|------------------------------------|-----------------------|

**1°PISO**

|          |  |          |    |    |     |     |     |     |         |      |                |   |
|----------|--|----------|----|----|-----|-----|-----|-----|---------|------|----------------|---|
| DPTO.101 | Kitchenette, sala, comedor, lavanderia | Exterior | 28 | 6  | 168 | 280 | 280 | 0.6 | 466.67  | 500  | 25 x 20 cm     | 2 |
|          | Lavanderia                             | Interior | 16 | 22 | 352 | 645 | 645 | 0.6 | 1075.00 | 1215 | 47.7 x 29.6 cm | 2 |
| DPTO.102 | Kitchenette, sala, comedor, lavanderia | Exterior | 28 | 6  | 168 | 280 | 280 | 0.6 | 466.67  | 500  | 25 x 20 cm     | 2 |
|          | Lavanderia                             | Interior | 16 | 22 | 352 | 645 | 645 | 0.6 | 1075.00 | 1215 | 47.7 x 29.6 cm | 2 |
| DPTO.103 | Kitchenette, sala, comedor, lavanderia | Exterior | 28 | 6  | 168 | 280 | 280 | 0.6 | 466.67  | 500  | 25 x 20 cm     | 2 |
|          | Lavanderia                             | Interior | 16 | 22 | 352 | 645 | 645 | 0.6 | 1075.00 | 1215 | 47.7 x 29.6 cm | 2 |

**2° Y 3°PISO**

|          |  |          |    |    |     |     |     |     |         |      |                |   |
|----------|--|----------|----|----|-----|-----|-----|-----|---------|------|----------------|---|
| DPTO.X01 | Kitchenette, sala, comedor, lavanderia | Exterior | 28 | 6  | 168 | 280 | 280 | 0.6 | 466.67  | 500  | 25 x 20 cm     | 2 |
|          | Lavanderia                             | Interior | 16 | 22 | 352 | 645 | 645 | 0.6 | 1075.00 | 1215 | 47.7 x 29.6 cm | 2 |
| DPTO.X02 | Kitchenette, sala, comedor, lavanderia | Exterior | 28 | 6  | 168 | 280 | 280 | 0.6 | 466.67  | 500  | 25 x 20 cm     | 2 |
|          | Lavanderia                             | Interior | 16 | 22 | 352 | 645 | 645 | 0.6 | 1075.00 | 1215 | 47.7 x 29.6 cm | 2 |
| DPTO.X03 | Kitchenette, sala, comedor, lavanderia | Exterior | 28 | 6  | 168 | 280 | 280 | 0.6 | 466.67  | 500  | 25 x 20 cm     | 2 |
|          | Lavanderia                             | Interior | 16 | 22 | 352 | 645 | 645 | 0.6 | 1075.00 | 1215 | 47.7 x 29.6 cm | 2 |
| DPTO.X04 | Kitchenette, sala, comedor, lavanderia | Exterior | 28 | 6  | 168 | 280 | 280 | 0.6 | 466.67  | 500  | 25 x 20 cm     | 2 |
|          | Lavanderia                             | Interior | 16 | 22 | 352 | 645 | 645 | 0.6 | 1075.00 | 1215 | 47.7 x 29.6 cm | 2 |

**4° AL 14°PISO**

|          |  |          |    |    |     |     |     |     |         |      |                |   |
|----------|--|----------|----|----|-----|-----|-----|-----|---------|------|----------------|---|
| DPTO.X01 | Kitchenette, sala, comedor, lavanderia | Exterior | 28 | 6  | 168 | 280 | 280 | 0.6 | 466.67  | 500  | 25 x 20 cm     | 2 |
|          | Lavanderia                             | Interior | 16 | 22 | 352 | 645 | 645 | 0.6 | 1075.00 | 1215 | 47.7 x 29.6 cm | 2 |
| DPTO.X02 | Kitchenette, sala, comedor, lavanderia | Exterior | 28 | 6  | 168 | 280 | 280 | 0.6 | 466.67  | 500  | 25 x 20 cm     | 2 |
|          | Lavanderia                             | Interior | 16 | 22 | 352 | 645 | 645 | 0.6 | 1075.00 | 1215 | 47.7 x 29.6 cm | 2 |
| DPTO.X03 | Kitchenette, sala, comedor, lavanderia | Exterior | 28 | 6  | 168 | 280 | 280 | 0.6 | 466.67  | 500  | 25 x 20 cm     | 2 |
|          | Lavanderia                             | Interior | 16 | 22 | 352 | 645 | 645 | 0.6 | 1075.00 | 1215 | 47.7 x 29.6 cm | 2 |
| DPTO.X04 | Kitchenette, sala, comedor, lavanderia | Exterior | 28 | 6  | 168 | 280 | 280 | 0.6 | 466.67  | 500  | 25 x 20 cm     | 2 |
|          | Lavanderia                             | Interior | 16 | 22 | 352 | 645 | 645 | 0.6 | 1075.00 | 1215 | 47.7 x 29.6 cm | 2 |
| DPTO.X05 | Kitchenette, sala, comedor, lavanderia | Exterior | 28 | 6  | 168 | 280 | 280 | 0.6 | 466.67  | 500  | 25 x 20 cm     | 2 |
|          | Lavanderia                             | Interior | 16 | 22 | 352 | 645 | 645 | 0.6 | 1075.00 | 1215 | 47.7 x 29.6 cm | 2 |

**3.2.1.2.3. Cálculo y selección de rejillas de ventilación permanente en los conductos técnicos**

Para alejar a los gabinetes de regulación de 2° etapa, véase **Tabla 22**.

**Tabla 22**

*Cálculo de rejilla para ventilación en ducto técnico*

| Cálculo: área mínima requerida para ventilar el conducto técnico |          |                        |                                |  |   |   |
|--|----------|------------------------|--------------------------------|--|---|---|
| Piso   | Ambiente | Área (m <sup>2</sup> ) | 1% del área (cm <sup>2</sup> ) | Área de ventilación requerida (cm <sup>2</sup> ) | Área de ventilación Efectiva (cm <sup>2</sup> ) | Ubicación                                       |
| 1° piso  | Pasadizo | 59.25                  | 0.59                           | 2500   | 2500  | Abertura con área efectiva 2500 cm <sup>2</sup> |

**3.2.1.3. Selección de Reguladores y Medidores**

Reemplazando los valores indicados en las fórmulas se calculará y seleccionará los reguladores de 1° etapa y 2° etapa:

a) Cálculo y selección del regulador de 1° etapa de media presión A:

$$Q_{sc} = N \times Q_{si} \times S \times F_s$$

Reemplazando valores:

$$Q_{sc} = 66 \times 2.31 \times 0.35 \times 1.15$$

$$Q_{sc} = 61.37 \frac{m^3}{h}$$

El concesionario de gas natural para instalaciones de edificios multifamiliares instala reguladores hasta un máximo de 50 m<sup>3</sup>/h de capacidad, por lo que se seleccionará el siguiente superior de la **Tabla 23** de reguladores:

**Tabla 23**

*Regulador de 1° etapa*

| Regulador | Tipo | Capacidad m <sup>3</sup> /h | Conector entrada | Conector salida | Presión de ingreso | Presión de salida | Cantidad |
|-----------|------|-----------------------------|------------------|-----------------|--------------------|-------------------|----------|
| 1° Etapa  | B50  | 50                          | 1.1/4" Ø         | 1.1/4" Ø        | 4-6 bar            | 340 mbar          | 2        |

b) Cálculo y selección del regulador de 2° etapa de baja presión:

$$Q_{sc} = N \times Q_{si} \times S \times F_s$$

Reemplazando valores y según la topología 1 indica que en cada piso del edificio se instalará reguladores de 2° etapa:

Para 3 departamentos del 1° piso:

$$Q_{sc} = 3 \times 2.31 \times 0.60 \times 1.15$$

$$Q_{sc} = 4.78 \frac{m^3}{h}$$

Para 4 departamentos en los pisos típicos 2° y 3° piso:

$$Q_{sc} = 4 \times 2.31 \times 0.55 \times 1.15$$

$$Q_{sc} = 5.84 \frac{m^3}{h}$$

Para 5 departamentos en los pisos típicos del 4° al 14° piso:

$$Q_{sc} = 5 \times 2.31 \times 0.50 \times 1.15$$

$$Q_{sc} = 6.63 \frac{m^3}{h}$$

El concesionario de gas natural para instalaciones de los departamentos en edificios multifamiliares instala reguladores hasta un máximo de 10 m<sup>3</sup>/h de capacidad, por lo que se seleccionará el siguiente superior de la tabla de reguladores, véase **Tabla 24**.

**Tabla 24**

*Reguladores de 2° etapa*

| Regulador | Tipo | Capacidad<br>m <sup>3</sup> /h | Conector<br>entrada | Conector<br>salida | Presión<br>ingreso | Presión<br>salida | Cantidad |
|-----------|------|--------------------------------|---------------------|--------------------|--------------------|-------------------|----------|
| 2° Etapa  | B6   | 6                              | 3/4" Ø              | 3/4" Ø             | 340 mbar           | 25 mbar           | 3        |
| 2° Etapa  | B10  | 10                             | 3/4" Ø              | 3/4" Ø             | 340mbar            | 25 mbar           | 11       |

Reemplazando los valores indicados en las fórmulas se calculará y seleccionará los medidores de diafragma de baja presión:

Cálculo y selección de medidores de diafragma para gas natural seco:

$$Q_{si} = Q_{n1} + Q_{n2} + \frac{Q_{n3} + Q_{n4} + \dots + Q_n}{2}$$

Reemplazando valores según la tabla de cargas térmicas de un departamento:

$$Q_{si} = 12 + 11 + \frac{5}{2}$$

$$Q_{si} = 2.31 \frac{m^3}{h}$$

Teniendo en cuenta el  $Q_{si}$  y considerando una demanda futura del 15%:

$$Q_{si} = 2.65 \frac{m^3}{h}$$

El concesionario de gas natural para instalaciones de los departamentos en edificios multifamiliares instala medidores hasta G4 con un máximo de 4.10 m<sup>3</sup>(s)/h de capacidad, por lo que se seleccionará el siguiente superior de la tabla de medidores para una presión de trabajo de 25 mbar, véase **Tabla 25**.

**Tabla 25**

*Medidor calculado*

| Modelo del medidor | Caudal mínimo m <sup>3</sup> (s)/h | Caudal máximo m <sup>3</sup> (s)/h | Conector entrada | Conector salida | Presión de trabajo | Máxima caída de presión | Cantidad |
|--------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------|-----------------|--------------------|-------------------------|----------|
| G2.5               | 2.56                               | 4.10                               | 3/4" Ø           | 3/4" Ø          | 25 mbar            | 1.5 mbar                | 66       |

### 3.2.1.4. Dimensionamiento de Tuberías – Línea Montante

Reemplazando los valores indicados en las fórmulas se calculará y seleccionará las tuberías de la línea montante:

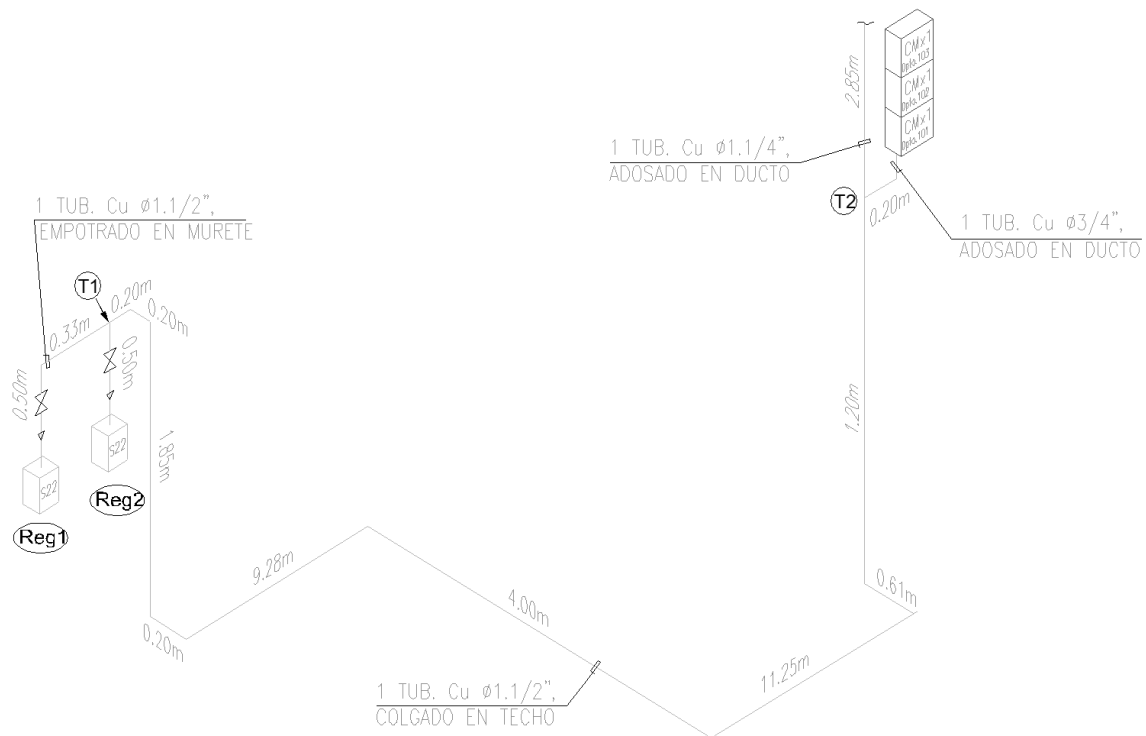
Para esto se debe seguir un procedimiento ordenado y teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- Los tramos están conformados por accesorios (tee, codos, reducciones y transiciones), medidores, reguladores y gasodomésticos.
- Realizar el isométrico de la línea montante indicando las longitudes en cada tramo, se muestra a continuación una parte del isométrico, ver los planos completos en la sección de anexos.

20 En la **Figura 60**, se muestra la distribución isométrica de un tramo de la línea montante desde la primera etapa de regulación (S22) hasta el centro de regulación y medición de segunda etapa.

**Figura 60**

*Isométrico de la línea montante de la topología 1*



- El material de las tuberías y accesorios será de cobre tipo L.
- La máxima presión de operación de la línea montante es 340 mbar según la NTP 11811:2014.
- La máxima velocidad de circulación del gas natural en la línea montante es 40 m/s.
- La cantidad de departamentos por piso y el total del edificio multifamiliar.

De acuerdo a las consideraciones se determinará mediante una serie de pasos ordenados y según el isométrico los diámetros de las tuberías de la línea montante.

Preámbulo

I) Gasodomésticos a analizar:

- Cocina: 01 cocina 4Q + h:  $P_{n1} = 12 \text{ kW}$  y  $Q_{n1} = 1.09 \text{ m}^3/\text{h}$
- Terma: 01 terma 5.5 lpm:  $P_{n2} = 11 \text{ kW}$  y  $Q_{n2} = 1.00 \text{ m}^3/\text{h}$
- Secadora: 01 secadora 20 kg:  $P_{n3} = 5 \text{ kW}$  y  $Q_{n3} = 0.45 \text{ m}^3/\text{h}$

II) Aplicando las siguientes fórmulas y reemplazando sus caudales:

Caudal máximo de simultaneidad individual:

$$Q_{si} = Q_{n1} + Q_{n2} + \frac{Q_{n3} + Q_{n4} + \dots + Q_x}{2}$$

Reemplazando valores:

$$Q_{si} = 1.09 + 1.00 + \frac{0.45}{2}$$

$$Q_{si} = 2.31 \frac{\text{m}^3(\text{s})}{\text{h}}$$

Cálculo del caudal máximo de simultaneidad común, para saber el caudal total de todo el edificio multifamiliar. Para ello hacemos uso de la fórmula:

$$Q_{sc} = N \times Q_{si} \times S \times F_s$$

Reemplazando valores en la fórmula  $Q_{sc}$ , determinamos los caudales de la línea montante en la topología 1:

Para 66 departamentos:  $Q_{sc} = 66 \times 2.31 \times 0.35 \times 1.15 = 61.30 \text{ m}^3/\text{h}$

Para 63 departamentos:  $Q_{sc} = 63 \times 2.31 \times 0.35 \times 1.15 = 58.52 \text{ m}^3/\text{h}$

Para 59 departamentos:  $Q_{sc} = 59 \times 2.31 \times 0.35 \times 1.15 = 54.80 \text{ m}^3/\text{h}$

Para 55 departamentos:  $Q_{sc} = 55 \times 2.31 \times 0.35 \times 1.15 = 51.09 \text{ m}^3/\text{h}$

Para 50 departamentos:  $Q_{sc} = 50 \times 2.31 \times 0.35 \times 1.15 = 46.44 \text{ m}^3/\text{h}$

Para 45 departamentos:  $Q_{sc} = 45 \times 2.31 \times 0.40 \times 1.15 = 47.77 \text{ m}^3/\text{h}$

Para 40 departamentos:  $Q_{sc} = 40 \times 2.31 \times 0.40 \times 1.15 = 42.46 \text{ m}^3/\text{h}$



Para 35 departamentos:  $Q_{sc} = 35 \times 2.31 \times 0.40 \times 1.15 = 37.15 \text{ m}^3/\text{h}$

Para 30 departamentos:  $Q_{sc} = 30 \times 2.31 \times 0.40 \times 1.15 = 31.85 \text{ m}^3/\text{h}$

Para 25 departamentos:  $Q_{sc} = 25 \times 2.31 \times 0.40 \times 1.15 = 26.54 \text{ m}^3/\text{h}$

Para 20 departamentos:  $Q_{sc} = 20 \times 2.31 \times 0.40 \times 1.15 = 21.23 \text{ m}^3/\text{h}$

Para 15 departamentos:  $Q_{sc} = 15 \times 2.31 \times 0.40 \times 1.15 = 15.92 \text{ m}^3/\text{h}$

Para 10 departamentos:  $Q_{sc} = 10 \times 2.31 \times 0.45 \times 1.15 = 11.94 \text{ m}^3/\text{h}$

Para 5 departamentos:  $Q_{sc} = 5 \times 2.31 \times 0.50 \times 1.15 = 6.63 \text{ m}^3/\text{h}$

Para 4 departamentos:  $Q_{sc} = 4 \times 2.31 \times 0.55 \times 1.15 = 5.84 \text{ m}^3/\text{h}$

Para 3 departamentos:  $Q_{sc} = 3 \times 2.31 \times 0.60 \times 1.15 = 4.78 \text{ m}^3/\text{h}$

### III) Tramos a analizar

Se recomienda como criterio, analizar el 1° tramo (REG<sub>1</sub>-T<sub>1</sub>), ya que es el tramo con mayor  $Q_{sc}$ , como se observa en la **Tabla 26**.

**Tabla 26**

*Tramos de la línea montante analizados*

| Ítem | Tramo                              | N* | S*   | Factor<br>Diseño | Potencia<br>kW | $Q_{sc}$<br>m <sup>3</sup> (s)/h |
|------|------------------------------------|----|------|------------------|----------------|----------------------------------|
| 1    | REG <sub>1</sub> - T <sub>1</sub>  | 66 | 0.35 | 1.15             | 677.41         | 61.30                            |
| 2    | T <sub>1</sub> - T <sub>2</sub>    | 66 | 0.35 | 1.15             | 677.41         | 61.30                            |
| 3    | T <sub>2</sub> - T <sub>3</sub>    | 63 | 0.35 | 1.15             | 646.62         | 58.52                            |
| 4    | T <sub>3</sub> - T <sub>4</sub>    | 59 | 0.35 | 1.15             | 605.56         | 54.80                            |
| 5    | T <sub>4</sub> - T <sub>5</sub>    | 55 | 0.35 | 1.15             | 564.51         | 51.09                            |
| 6    | T <sub>5</sub> - T <sub>6</sub>    | 50 | 0.35 | 1.15             | 513.19         | 46.44                            |
| 7    | T <sub>6</sub> - T <sub>7</sub>    | 45 | 0.40 | 1.15             | 527.85         | 47.77                            |
| 8    | T <sub>7</sub> - T <sub>8</sub>    | 40 | 0.40 | 1.15             | 469.2          | 42.46                            |
| 9    | T <sub>8</sub> - T <sub>9</sub>    | 35 | 0.40 | 1.15             | 410.55         | 37.15                            |
| 10   | T <sub>9</sub> - T <sub>10</sub>   | 30 | 0.40 | 1.15             | 351.9          | 31.85                            |
| 11   | T <sub>10</sub> - T <sub>11</sub>  | 25 | 0.40 | 1.15             | 293.25         | 26.54                            |
| 12   | T <sub>11</sub> - T <sub>12</sub>  | 20 | 0.40 | 1.15             | 234.6          | 21.23                            |
| 13   | T <sub>12</sub> - T <sub>13</sub>  | 15 | 0.40 | 1.15             | 175.95         | 15.92                            |
| 14   | T <sub>13</sub> - T <sub>14</sub>  | 10 | 0.45 | 1.15             | 131.96         | 11.94                            |
| 15   | T <sub>14</sub> - CM <sub>x5</sub> | 5  | 0.50 | 1.15             | 73.313         | 6.63                             |

*Nota.* N\*: Número de departamentos, S\*:Factor de simultaneidad

Cálculo y selección de tuberías en cada tramo de la línea montante

Tramo a analizar: REG<sub>1</sub> – T<sub>1</sub>

Paso 1: Cálculo del Consumo de gas natural seco en el tramo a analizar

Para 66 departamentos:  $Q_{sc} = 66 \times 2.31 \times 0.35 \times 1.15 = 61.30 \text{ m}^3(\text{s})/\text{h}$

Paso 2: Cálculo de la longitud real del tramo a analizar

$$L_r = 0.50 + 0.33 = 0.83 \text{ m}$$

Paso 3: Pre dimensionamiento de la tubería de cobre:

De la fórmula <sup>4</sup> de la velocidad de circulación del gas natural seco:

$$V = \frac{365.35 \times Q}{D^2 \times P}$$

Despejamos el diámetro interior de la tubería, quedando:

$$D = \sqrt{\frac{365.35 \times Q}{V \times \left(\frac{P_f}{1000} + 1.01325\right)}}$$

Reemplazando valores:

Por ser el primer tramo analizar asumir como criterio de cálculo  $V = 40 \text{ m/s}$  y  $P_f = 340 \text{ mbar}$  para determinar el primer diámetro aproximado.

$$D = \sqrt{\frac{365.35 \times 61.30}{40 \times \left(\frac{340}{1000} + 1.01325\right)}}$$

$$D = 20.34 \text{ mm}$$

Con el diámetro calculado elegimos un diámetro comercial, véase **Tabla 27**.

**Tabla 27**

Tuberías y factor de accesorios por metro lineal

| Tabla de $L_{eq}$ de accesorios a longitud (m) |            |               |          |          |         |          |
|--|------------|---------------|----------|----------|---------|----------|
| Material                                       | Diámetro   |               | Factores |          |         |          |
|  | Nominal    | Interior (mm) | Codo 45° | Codo 90° | Tee 90° | Tee 180° |
| Cobre tipo "L"                                 | 1/2"- Cu   | 13.84         | 0.24     | 0.46     | 0.92    | 0.30     |
|  | 3/4"- Cu   | 19.95         | 0.34     | 0.61     | 1.22    | 0.43     |
|  | 1"- Cu     | 26.04         | 0.43     | 0.76     | 1.52    | 0.52     |
|  | 1.1/4"- Cu | 32.13         | 0.55     | 1.07     | 2.14    | 0.70     |
|  | 1.1/2"- Cu | 38.24         | 0.64     | 1.22     | 2.44    | 0.79     |
|  | 2"- Cu     | 50.37         | 0.80     | 1.55     | 3.10    | 1.04     |

Nota. Adaptado de *Ficha técnica de tubo de cobre rígido* (p. 2), por Eberhardt, 2015.

<https://acortar.link/aFi7ce>

Seleccionamos el diámetro comercial inmediato superior al calculado, es decir,  $D = 1"$  (26.04 mm) y pasamos a realizar los cálculos respectivos, los cuales en resumen se ven reflejados en el Anexo 5.1. Este valor calculado resulta ser “no aprobado” por lo que se volvieron a realizar los cálculos con el diámetro comercial siguiente de la **Tabla 27**.

Por lo que seleccionamos el diámetro comercial inmediato superior al calculado anteriormente, es decir,  $D = 1.1/4"$  (32.13 mm) y pasamos a realizar los cálculos respectivos, los cuales en resumen se ven reflejados en el Anexo 5.2. Este valor calculado resulta ser “no aprobado” por lo que se volvieron a realizar los cálculos con el diámetro comercial siguiente de la **Tabla 27**.

Seleccionamos el diámetro comercial siguiente de 1.1/2", para este caso adelantamos que el resultado final obtenido será “aprobado” por lo que pasamos a detallar todos los cálculos realizados, el diámetro seleccionado será:

$$D = 1.1/2" \text{ y su } D_{interior} = 38.24 \text{ mm}$$

Paso 4: Cálculo de la longitud equivalente:

$$L_{eq} = \text{Número de accesorios} \times \text{factor}$$

Teniendo como dato el diámetro comercial y contando los accesorios del tramo según el isométrico de la montante de la topología 1 y la tabla de factores de accesorios por metro lineal, se tiene:

- 01 codo 90° → factor = 1.22 m

Reemplazando valores:

$$L_{eq} = 1 \times 1.22 = 1.22 \text{ m}$$

Paso 5: Cálculo de la longitud total del tramo:

$$L_t = L_r + L_{eq}$$

Reemplazando valores previamente calculados, obtenemos:

$$L_t = 0.83 + 1.22 = 2.05 \text{ m}$$

Paso 6: Cálculo de la presión final del tramo REG<sub>1</sub>-T<sub>1</sub>, en T<sub>1</sub>:

$$\Delta P = P_1^2 - P_2^2 = 48.6 \times d \times L \times \frac{Q^{1.82}}{D^{4.82}}$$

La fórmula de Renouard cuadrática para media presión, se calculará de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \text{a)} \quad \Delta P &= 48.6 \times d \times L_t \times \frac{Q^{1.82}}{D^{4.82}} \\ \Delta P &= 48.6 \times 0.61 \times 2.05 \times \frac{61.30^{1.82}}{38.24^{4.82}} \\ \Delta P &= 0.00257 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

b) Renombrando las variables de la fórmula a conveniencia:

$$\Delta P = P_{REG1}^2 - P_{T1}^2$$

Despejando  $P_{T1}$ , quedando:

$$P_{T1} = \sqrt{P_{REG1}^2 - \Delta P}$$

$$P_{T1} = \left[ \sqrt{\left( \frac{340}{1000} + 1.01325 \right)^2 - 0.00257 - 1.01325} \right] \times 1000$$

$$P_{T1} = 339.052 \text{ mbar}$$

Luego calculamos la variación de presión relativa en función de la altura:

$$\Delta Ph = 0.1293 \times L_v \times (1 - d)$$

Según el Isométrico de la montante  $L_v = 0.50 \text{ m}$  y el sentido del caudal es ascendente, reemplazando valor:

$$\Delta Ph = 0.1293 \times 0.50 \times (1 - d)$$

$$\Delta Ph = 0.025 \text{ mbar}$$

Entonces la caída de presión final en  $T_1$  del tramo a analizar, es:

$$P_{fT1} = P_{T1} + \Delta Ph = 339.052 + 0.025 = 339.077 \text{ mbar}$$

c) La NTP 111.011 (2014) no menciona la máxima caída de presión para la línea montante, así que como criterio de cálculo asumiremos 20% por ser un valor conservador, entonces la presión final teorizada será la siguiente:

$$P_t = P_{inicial} \times (1 - 0.20) = 340 \times 0.80 = 272 \text{ mbar}$$

Entonces la  $P_{fT1} > P_t$ , es aceptable.

Paso 7: Cálculo de la velocidad de circulación en  $T_1$ :

Después de calcular el caudal simultáneo común y determinar el diámetro de la tubería para el tramo REG<sub>1</sub>-T<sub>1</sub>.

$$V = \frac{365.35 \times Q}{D^2 \times P}$$

Reemplazando valores:

$$V = \frac{365.35 \times 61.30}{38.24^2 \times \left( \frac{339.077}{1000} + 1.01325 \right)} = 11.08 \text{ m/s}$$

Como se observa la velocidad de circulación está por debajo de 40 m/s, valor que la NTP 111.011 (2014) nos exige.

Paso 8: Determinación de las condiciones de validez de las fórmulas de Renouard.

Una vez calculado la caída de presión y la velocidad de circulación del gas en la línea montante, se deberá validar cumpliendo con 4 condiciones simultáneamente, como se indican a continuación:

a) La relación entre el Caudal del tramo y el diámetro interior de la tubería seleccionada sea menor a 150, se usará la expresión siguiente:

$$\frac{Q}{D} < 150; \text{"aprobado"}$$

Reemplazando valores:

$$\frac{61.30}{38.24} = 1.603 < 150; \text{"aprobado"}$$

b) El número de Reynolds sea menor a 2 000 000 para flujo laminar, se usará la expresión siguiente:

$$R = T \times \frac{Q}{D} < 2\,000\,000$$

Donde:

T = 72 000 para GLP, 22 300 para gas natural y 24 300 para aire.

Reemplazando valores:

$$R = 22300 \times \frac{61.30}{38.24} = 35749.89 < 2\,000\,000; \text{"aprobado"}$$

c) El cálculo de la velocidad de circulación del gas natural seco en la tubería seleccionada sea menor o igual a 40 m/s, se usará la expresión siguiente:

$$V \leq 40 \text{ m/s, "aprobado"}$$

Reemplazando valores:

$$11.08 \text{ m/s} \leq 40 \text{ m/s; "aprobado"}$$

d) El cálculo de la presión final del gas natural seco en la tubería seleccionada sea mayor o igual a 272 mbar para la línea montante, se usará la expresión siguiente:

$$P_f \geq 272 \text{ mbar, "aprobado"}$$

Reemplazando valores:

$$P_{fT1} \geq 272 \text{ mbar, "aprobado"}$$

$$339.077 \text{ mbar} \geq 272 \text{ mbar; "aprobado"}$$

Finalmente al conseguir valores calculados “aprobados” podemos continuar analizando los tramos siguientes de la línea montante para la Topología 1: CRM ubicado por piso.

#### **Tramo a analizar: T<sub>1</sub> – T<sub>2</sub>**

Para el cálculo de tuberías de cobre de todos los tramos de la línea montante de la topología 1 a analizar, su procedimiento sigue los mismos pasos que fueron desarrollados a detalle en el análisis del tramo REG<sub>1</sub>-T<sub>1</sub>, es por ello que se elaboró un cuadro resumen de cálculos de tramos usando el programa Microsoft Excel. A continuación, se presentan todos los cálculos resumidos, véase **Tabla 28**.

**Tabla 28**

*Topología 1 – Resumen cálculo de línea montante*

**CALCULOS DE LA LÍNEA MONTANTE DE GNS**

(RENOUARD CUADRÁTICA: 100mbar < Presión ≤ 4bar)

| Condiciones Estándar:   | Regulación: |              | Etapa        |               | Presión entrada: |                                      | Presión regulada: |          | P.C.S. (GNS): |         | Kw-h/m <sup>3</sup> |           | D relativa del GNS: |                   | Potencia por Dpto: |                | Kw            |                 | Caída de presión máxima de 20% : 68mbar |            | Unión de tuberías: Soldadas por capilaridad |           |                                      |          |        |
|-------------------------|-------------|--------------|--------------|---------------|------------------|--------------------------------------|-------------------|----------|---------------|---------|---------------------|-----------|---------------------|-------------------|--------------------|----------------|---------------|-----------------|---|------------|---|-----------|--------------------------------------|----------|--------|
|                         | Tramo       | # Inst. Dpt. | Factor Simil | Factor Diseño | Potencia (Kw)    | Q <sub>50</sub> (m <sup>3</sup> /h.) | Lreal (m)         | Codo 45° | Codo 90°      | Tee 90° | Tee 180°            | Lequ. (m) | L total (m)         | D nominal (pulg.) | D interior (mm)    | Pnicial (mbar) | Pfinal (mbar) | Flujo del tramo | Lvertical (m)                           | Aph (mbar) | Aph (mbar)                                  | Ap (mbar) | Condiciones de validez: NTP 111.011" |          |        |
| MONTANTE HASTA 14º PISO | REG1 - T1   | 66           | 0.35         | 1.15          | 677.408          | 61.30                                | 0.83              | 0        | 1             | 0       | 0                   | 1.22      | 2.05                | 1.1/2"-Cu         | 38.24              | 340.00         | 339.052       | ascendente      | 0.00                                    | 0.000      | 0.000                                       | 0.948     | 1.603                                | 35749.89 | 11.08  |
|                         | T1 - T2     | 66           | 0.35         | 1.15          | 677.408          | 61.30                                | 28.79             | 0        | 8             | 0       | 0                   | 1.05      | 39.34               | 1.1/2"-Cu         | 38.24              | 339.05         | 320.752       | ascendente      | 0.65                                    | 0.033      | 0.033                                       | 18.333    | 1.603                                | 35749.89 | 11.24  |
|                         | T2 - T3     | 63           | 0.35         | 1.15          | 646.616          | 58.52                                | 2.85              | 0        | 0             | 0       | 0                   | 0.70      | 3.55                | 1.1/4"-Cu         | 32.13              | 320.75         | 317.349       | ascendente      | 2.85                                    | 0.144      | 0.144                                       | 3.547     | 1.821                                | 40614.25 | 15.23  |
|                         | T3 - T4     | 59           | 0.35         | 1.15          | 605.561          | 54.80                                | 2.85              | 0        | 0             | 0       | 0                   | 0.70      | 3.55                | 1.1/4"-Cu         | 32.13              | 317.35         | 314.337       | ascendente      | 2.85                                    | 0.144      | 0.144                                       | 3.155     | 1.706                                | 38035.57 | 14.30  |
|                         | T4 - T5     | 55           | 0.35         | 1.15          | 564.506          | 51.09                                | 2.85              | 0        | 0             | 0       | 0                   | 0.70      | 3.55                | 1.1/4"-Cu         | 32.13              | 314.34         | 311.411       | descendente     | 2.85                                    | -0.144     | 2.783                                       | 1.990     | 35456.89                             | 13.36    |        |
|                         | T5 - T6     | 50           | 0.35         | 1.15          | 513.188          | 46.44                                | 2.85              | 0        | 0             | 0       | 0                   | 0.70      | 3.55                | 1.1/4"-Cu         | 32.13              | 309.21         | 309.211       | ascendente      | 2.85                                    | 0.144      | 2.344                                       | 1.445     | 32233.53                             | 12.16    |        |
|                         | T6 - T7     | 45           | 0.40         | 1.15          | 527.85           | 47.77                                | 2.85              | 0        | 0             | 0       | 0                   | 0.52      | 3.37                | 1"-Cu             | 26.04              | 309.21         | 302.883       | ascendente      | 2.85                                    | 0.144      | 6.471                                       | 1.834     | 40908.37                             | 19.14    |        |
|                         | T7 - T8     | 40           | 0.40         | 1.15          | 469.2            | 42.46                                | 2.85              | 0        | 0             | 0       | 0                   | 0.52      | 3.37                | 1"-Cu             | 26.04              | 302.88         | 297.781       | ascendente      | 2.85                                    | 0.144      | 5.245                                       | 1.631     | 36362.99                             | 17.08    |        |
|                         | T8 - T9     | 35           | 0.40         | 1.15          | 410.55           | 37.15                                | 2.85              | 0        | 0             | 0       | 0                   | 0.52      | 3.37                | 1"-Cu             | 26.04              | 297.78         | 293.797       | ascendente      | 2.85                                    | 0.144      | 4.128                                       | 1.427     | 31817.62                             | 14.99    |        |
|                         | T9 - T10    | 30           | 0.40         | 1.15          | 351.9            | 31.85                                | 2.85              | 0        | 0             | 0       | 0                   | 0.52      | 3.37                | 1"-Cu             | 26.04              | 293.80         | 290.814       | ascendente      | 2.85                                    | 0.144      | 3.126                                       | 1.223     | 27272.24                             | 12.88    |        |
|                         | T10 - T11   | 25           | 0.40         | 1.15          | 293.25           | 26.54                                | 2.85              | 0        | 0             | 0       | 0                   | 0.52      | 3.37                | 1"-Cu             | 26.04              | 290.81         | 288.710       | ascendente      | 2.85                                    | 0.144      | 2.248                                       | 1.019     | 22726.87                             | 10.75    |        |
|                         | T11 - T12   | 20           | 0.40         | 1.15          | 234.6            | 21.23                                | 2.85              | 0        | 0             | 0       | 0                   | 0.52      | 3.37                | 1"-Cu             | 26.04              | 288.71         | 287.354       | ascendente      | 2.85                                    | 0.144      | 1.500                                       | 0.815     | 18181.50                             | 8.61     |        |
|                         | T12 - T13   | 15           | 0.40         | 1.15          | 175.95           | 15.92                                | 2.85              | 0        | 0             | 0       | 0                   | 0.52      | 3.37                | 1"-Cu             | 26.04              | 287.35         | 286.609       | ascendente      | 2.85                                    | 0.144      | 0.889                                       | 0.611     | 13636.12                             | 6.46     |        |
|                         | T13 - T14   | 10           | 0.45         | 1.15          | 131.963          | 11.94                                | 2.85              | 0        | 0             | 0       | 0                   | 0.43      | 3.28                | 3/4"-Cu           | 19.95              | 286.61         | 284.900       | ascendente      | 2.85                                    | 0.144      | 1.853                                       | 0.599     | 13349.05                             | 8.26     |        |
| T14 - CMAS              | 5           | 0.50         | 1.15         | 73.3125       | 6.63             | 3.05                                 | 0                 | 2        | 0             | 1       | 1.65                | 4.70      | 3/4"-Cu             | 19.95             | 284.90             | 284.136        | ascendente    | 2.95            | 0.149                                   | 0.912      | 0.333                                       | 7416.14   | 4.59                                 |          |        |
| 13º PISO                | T14 - CMAS  | 5            | 0.5          | 1.15          | 73.3125          | 6.63                                 | 0.20              | 0        | 1             | 1       | 0                   | 1.83      | 2.03                | 3/4"-Cu           | 19.95              | 284.90         | 284.51        | ascendente      | 0.10                                    | 0.005      | 0.394                                       | 0.333     | 7416.14                              | 4.59     | 284.51 |
| 12º PISO                | T13 - CMAS  | 5            | 0.5          | 1.15          | 73.3125          | 6.63                                 | 0.20              | 0        | 1             | 1       | 0                   | 1.83      | 2.03                | 3/4"-Cu           | 19.95              | 286.61         | 286.22        | ascendente      | 0.10                                    | 0.005      | 0.393                                       | 0.333     | 7416.14                              | 4.59     | 286.22 |
| 11º PISO                | T12 - CMAS  | 5            | 0.5          | 1.15          | 73.3125          | 6.63                                 | 0.20              | 0        | 1             | 1       | 0                   | 1.83      | 2.03                | 3/4"-Cu           | 19.95              | 287.354        | 286.966       | ascendente      | 0.10                                    | 0.005      | 0.393                                       | 0.333     | 7416.14                              | 4.58     | 286.97 |
| 10º PISO                | T11 - CMAS  | 5            | 0.5          | 1.15          | 73.3125          | 6.63                                 | 0.20              | 0        | 1             | 1       | 0                   | 1.83      | 2.03                | 3/4"-Cu           | 19.95              | 288.710        | 288.323       | ascendente      | 0.10                                    | 0.005      | 0.393                                       | 0.333     | 7416.14                              | 4.58     | 288.32 |
| 9º PISO                 | T10 - CMAS  | 5            | 0.5          | 1.15          | 73.3125          | 6.63                                 | 0.20              | 0        | 1             | 1       | 0                   | 1.83      | 2.03                | 3/4"-Cu           | 19.95              | 290.814        | 290.427       | ascendente      | 0.10                                    | 0.005      | 0.392                                       | 0.333     | 7416.14                              | 4.57     | 290.43 |
| 8º PISO                 | T9 - CMAS   | 5            | 0.5          | 1.15          | 73.3125          | 6.63                                 | 0.20              | 0        | 1             | 1       | 0                   | 1.83      | 2.03                | 3/4"-Cu           | 19.95              | 293.797        | 293.411       | ascendente      | 0.10                                    | 0.005      | 0.391                                       | 0.333     | 7416.14                              | 4.56     | 293.41 |
| 7º PISO                 | T8 - CMAS   | 5            | 0.5          | 1.15          | 73.3125          | 6.63                                 | 0.20              | 0        | 1             | 1       | 0                   | 1.83      | 2.03                | 3/4"-Cu           | 19.95              | 297.781        | 297.397       | ascendente      | 0.10                                    | 0.005      | 0.390                                       | 0.333     | 7416.14                              | 4.55     | 297.40 |
| 6º PISO                 | T7 - CMAS   | 5            | 0.5          | 1.15          | 73.3125          | 6.63                                 | 0.20              | 0        | 1             | 1       | 0                   | 1.83      | 2.03                | 3/4"-Cu           | 19.95              | 302.883        | 302.500       | ascendente      | 0.10                                    | 0.005      | 0.388                                       | 0.333     | 7416.14                              | 4.53     | 302.50 |
| 5º PISO                 | T6 - CMAS   | 5            | 0.5          | 1.15          | 73.3125          | 6.63                                 | 0.20              | 0        | 1             | 1       | 0                   | 1.83      | 2.03                | 3/4"-Cu           | 19.95              | 309.211        | 308.829       | ascendente      | 0.10                                    | 0.005      | 0.387                                       | 0.333     | 7416.14                              | 4.51     | 308.83 |
| 4º PISO                 | T5 - CMAS   | 5            | 0.5          | 1.15          | 73.3125          | 6.63                                 | 0.20              | 0        | 1             | 1       | 0                   | 1.83      | 2.03                | 3/4"-Cu           | 19.95              | 311.411        | 311.030       | ascendente      | 0.10                                    | 0.005      | 0.386                                       | 0.333     | 7416.14                              | 4.50     | 311.03 |
| 3º PISO                 | T4 - CMAS   | 4            | 0.55         | 1.15          | 64.515           | 5.84                                 | 0.20              | 0        | 1             | 1       | 0                   | 1.83      | 2.03                | 3/4"-Cu           | 19.95              | 314.337        | 314.037       | ascendente      | 0.10                                    | 0.005      | 0.305                                       | 0.293     | 6526.20                              | 3.95     | 314.04 |
| 2º PISO                 | T3 - CMAS   | 4            | 0.55         | 1.15          | 64.515           | 5.84                                 | 0.20              | 0        | 1             | 1       | 0                   | 1.83      | 2.03                | 3/4"-Cu           | 19.95              | 317.349        | 317.049       | ascendente      | 0.10                                    | 0.005      | 0.304                                       | 0.293     | 6526.20                              | 3.94     | 317.05 |
| 1º PISO                 | T2 - CMAS   | 3            | 0.6          | 1.15          | 52.785           | 4.78                                 | 0.20              | 0        | 1             | 1       | 0                   | 1.83      | 2.03                | 3/4"-Cu           | 19.95              | 320.752        | 320.546       | ascendente      | 0.10                                    | 0.005      | 0.211                                       | 0.239     | 5339.62                              | 3.22     | 320.55 |



### 3.2.1.5. Dimensionamiento de Tubería – Línea Individual Interior

Reemplazando los valores indicados en las fórmulas se calculará y seleccionará las tuberías de la línea individual interior:

Para esto se debe seguir un procedimiento ordenado y teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- Los tramos están conformados por accesorios (tee, codos, reducciones y transiciones), medidores, reguladores y gasodomésticos.
- Realizar el isométrico de la línea individual indicando las longitudes en cada tramo.
- El material de las tuberías y accesorios será de cobre tipo L.
- La máxima presión de operación de la línea individual es 25 mbar y como mínimo 17 mbar según la NTP 111.011
- La máxima velocidad de circulación del gas natural en la línea montante es 40 m/s
- La cantidad de gasodomésticos de cada departamento.
- La carga térmica de todos los departamentos es típica.

De acuerdo a las consideraciones se determinará mediante una serie de pasos ordenados y según el isométrico los diámetros de las tuberías de la línea individual interior de cada departamento:

Departamento 101

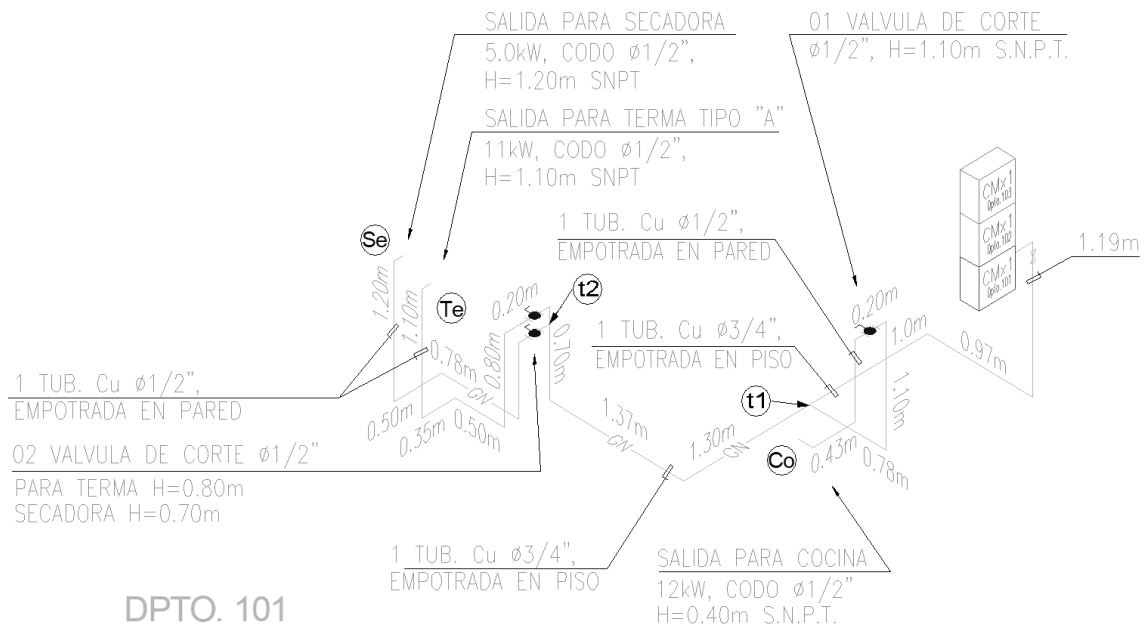
Preámbulo

I) Se muestra a continuación el isométrico del departamento 101, ver planos IG-01 de la topología 1 en Anexo 6: Planos.

En la **Figura 61**, se muestra la distribución isométrica del departamento 101.

**Figura 61**

*Vista isométrica del departamento 101*



II) Gasodomésticos a analizar:

- Cocina: 01 cocina 4Q + h:  $P_{n1} = 12 \text{ kW}$  y  $Q_{n1} = 1.09 \text{ m}^3/\text{h}$
- Terma: 01 terma 5.5 lpm:  $P_{n2} = 11 \text{ kW}$  y  $Q_{n2} = 1.00 \text{ m}^3/\text{h}$
- Secadora: 01 secadora 20 kg:  $P_{n3} = 5 \text{ kW}$  y  $Q_{n3} = 0.45 \text{ m}^3/\text{h}$

III) Aplicando las siguientes fórmulas y reemplazando sus caudales:

Caudal máximo de simultaneidad individual:

$$Q_{si} = Q_{n1} + Q_{n2} + \frac{Q_{n3} + Q_{n4} + \dots + Q_x}{2}$$

Reemplazando valores:

$$Q_{si} = 1.09 + 1.00 + \frac{0.45}{2}$$

$$Q_{si} = 2.31 \frac{\text{m}^3(\text{s})}{\text{h}}$$

#### IV) Criterio de la máxima caída de presión proporcional de diseño

Antes de iniciar con los cálculos en baja presión, asumiremos un criterio de diseño bajo norma NTP 111.011 (2014) y su enmienda del año 2017.

##### a) Máxima caída de presión bajo norma:

La norma NTP 111.011 (capítulo 11.23, 2014) indica que la presión mínima de 17 mbar y la presión máxima de 25 mbar son las permitidas para uso interior en unidades de vivienda o departamentos, deduciéndose que se permite una caída de presión de 8 mbar o de 32% respecto a la máxima presión permitida; nosotros asumiremos una caída de presión de 7 mbar o 28%, un valor conservador para evitar el sobredimensionamiento, como se muestra a continuación:

$$\Delta P_{max} = 7 \text{ mbar}$$

##### b) Pérdida de carga proporcional de diseño:

Entendiendo que la caída de presión es proporcional a la longitud total hasta llegar a la carga térmica, se deduce el concepto de “Pérdida de carga proporcional por metro lineal”, como se muestra a continuación:

$$\Delta P_d = \Delta P_{max} \times \left( \frac{L_r}{L_a} \right)$$

Donde:

$\Delta P_d$  = Máxima caída de presión proporcional de diseño (mbar)

$\Delta P_{max}$  = Máxima caída de presión bajo norma (mbar)

$L_r$  = Longitud real del tramo (m)

$L_a$  = Longitud más alejado del tramo a analizar (m)

##### v) Tramos a analizar

Se recomienda como criterio, analizar el 1° tramo (CM-T<sub>1</sub>), ya que es el tramo con mayor  $Q_{si}$ , como se observa en la **Tabla 29**.

**Tabla 29***Tramos a analizar*

| Ítem | Tramo                           | Potencia<br>kW | $Q_{si}$<br>m <sup>3</sup> /h | $L_{real}$<br>m |
|------|---------------------------------|----------------|-------------------------------|-----------------|
| 1    | CM - t <sub>1</sub>             | 25.5           | 2.31                          | 3.36            |
| 2    | t <sub>1</sub> - t <sub>2</sub> | 16             | 1.45                          | 3.37            |
| 3    | t <sub>1</sub> - Co             | 12             | 1.09                          | 3.21            |
| 4    | t <sub>2</sub> - Te             | 11             | 1.00                          | 3.1             |
| 5    | t <sub>2</sub> - Se             | 5              | 0.45                          | 3.3             |

Nota. Co: cocina, Te: terma, Se: secadora.

Cálculo y selección de tuberías en cada tramo.

Tramo a analizar: CM – t<sub>1</sub>

Paso 1: Cálculo de la pérdida de carga proporcional de diseño:

$$\Delta P_d = \Delta P_{max} \times \left( \frac{L_r}{L_a} \right)$$

Según el isométrico del departamento 101, la longitud real del tramo CM – t<sub>1</sub> es:

$$L_r = 0.2 + 1.19 + 0.97 + 1 = 3.36 \text{ m}$$

Y la longitud más alejada de tramo CM – t<sub>1</sub> es:

$$L_a = (CM - t_1) + (t_1 + t_2) + (t_2 + S_e)$$

$$L_a = 3.36 + 3.37 + 3.3$$

$$L_a = 10.06 \text{ m}$$

Reemplazando valores:

$$\Delta P_d = 7 \text{ mbar} \times \left( \frac{3.36}{10.06} \right)$$

$$\Delta P_d = 2.34 \text{ mbar}$$

Paso 2: Pre dimensionamiento de la tubería de cobre:

De la fórmula de Renouard lineal para baja presión:

$$\Delta P = 22759 \times d \times L \times Q^{1.82} \times D^{-4.82} = \Delta P_d$$

Despejamos el diámetro interior de la tubería, quedando:

$$D = \sqrt[4.82]{\frac{22759 \times d \times L_r \times Q_{si}^{1.82}}{\Delta P_d}}$$

Donde la longitud total del tramo para el pre dimensionamiento, será:

$$L_t = L_r \times 1.20 = 3.36 \times 1.2 = 4.032 \text{ m}$$

Reemplazando valores:

$$D = \sqrt[4.82]{\frac{22759 \times 0.61 \times 4.032 \times 2.31^{1.82}}{2.34}}$$

$$D = 11.111 \text{ mm}$$

Con el diámetro calculado elegimos un diámetro comercial, véase **Tabla 30**.

**Tabla 30**

*Clasificación de longitudes equivalentes de accesorios*

| Tabla de <i>leq</i> de accesorios a longitud (m) |            |               |          |          |         |          |
|--|------------|---------------|----------|----------|---------|----------|
| Material   | Diámetro   |               | Factores |          |         |          |
|  | Nominal    | Interior (mm) | Codo 45° | Codo 90° | Tee 90° | Tee 180° |
| Cobre tipo "L"                                   | 1/2"- Cu   | 13.84         | 0.24     | 0.46     | 0.92    | 0.30     |
|  | 3/4"- Cu   | 19.95         | 0.34     | 0.61     | 1.22    | 0.43     |
|  | 1"- Cu     | 26.04         | 0.43     | 0.76     | 1.52    | 0.52     |
|  | 1.1/4"- Cu | 32.13         | 0.55     | 1.07     | 2.14    | 0.70     |
|  | 1.1/2"- Cu | 38.24         | 0.64     | 1.22     | 2.44    | 0.79     |
|  | 2"- Cu     | 50.37         | 0.80     | 1.55     | 3.10    | 1.04     |

*Nota.* Adaptado de *Ficha técnica de tubo de cobre rígido* (p. 2), por Eberhardt, 2015.

<https://acortar.link/aFi7ce>

El diámetro seleccionado debería ser:

$$D = 1/2" \text{ y su } D_{interior} = 13.84 \text{ mm}$$

Pero se recomienda como un diámetro conservador (25% más del diámetro calculado, es decir  $11.111(1 + 25\%) \text{ mm}$  de donde obtendremos un diámetro de  $13.88 \text{ mm}$ , con ayuda de la **Tabla 30** finalmente identificamos el diámetro comercial:

$$D = 3/4" \text{ y su } D_{interior} = 19.95 \text{ mm}$$

Paso 3: Cálculo de la longitud equivalente:

$$L_{eq} = \text{Número de accesorios} \times \text{factor}$$

Teniendo como dato del diámetro comercial y contando los accesorios del tramo según el Isométrico de la línea individual del departamento 101 y la tabla de factores de accesorios por metro lineal, se tiene:

- 04 codo  $90^\circ \rightarrow$  factor = 0.61m

Reemplazando valores:

$$L_{eq} = 4 \times 0.61 = 2.44 \text{ m}$$

Paso 4: Cálculo de la longitud total del tramo:

$$L_t = L_r + L_{eq}$$

Reemplazando valores previamente calculados, obtenemos:

$$L_t = 3.36 + 2.44 = 5.80 \text{ m}$$

Paso 5: Cálculo la caída de presión en la línea individual:

Con el diámetro comercial seleccionado y recalculado la longitud total del tramo, se vuelve a calcular la verdadera <sup>1</sup> caída de presión en el tramo CM – t<sub>1</sub>, utilizando la fórmula de Renouard lineal para baja presión:

$$\Delta P = 22759 \times d \times L \times Q^{1.82} \times D^{-4.82}$$

Reemplazando valores:

$$\Delta P = 22759 \times 0.61 \times 5.80 \times 2.31^{1.82} \times 19.95^{-4.82}$$

$$\Delta P = 0.20 \text{ mbar}$$

Paso 6: Calculo de la variación de presión relativa en función de la altura:

$$\Delta Ph = 0.1293 \times L_v \times (1 - d)$$

Según el Isométrico de la línea individual  $L_v = 1.19$  m y el sentido del caudal es descendente, reemplazando valores:

$$\Delta Ph = -0.1293 \times 1.19 \times (1 - 0.61)$$

$$\Delta Ph = -0.060 \text{ mbar}$$

Paso 7: Calculo de la presión final del tramo CM – t<sub>1</sub>:

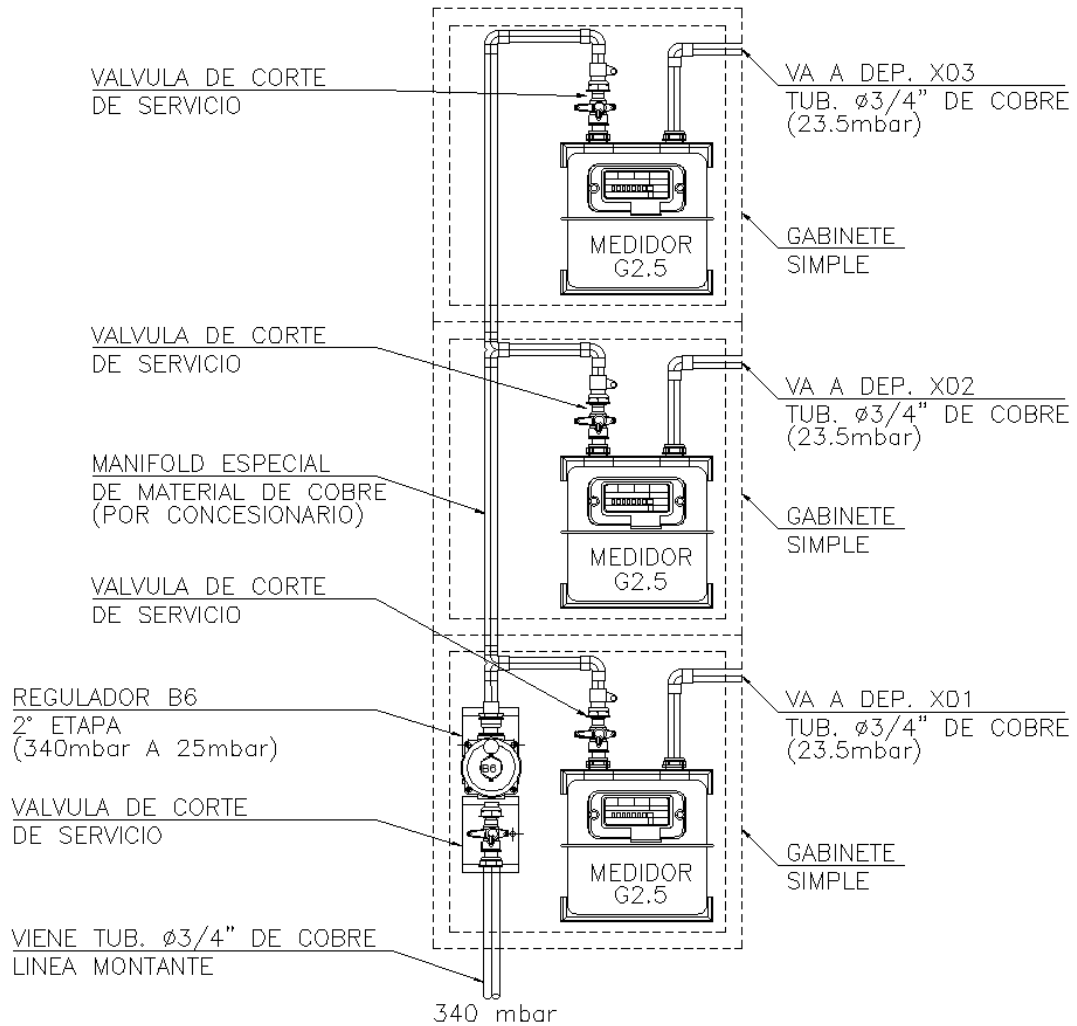
Se sabe que la línea individual comienza desde la salida del regulador de segunda etapa, pero no se desconoce el diámetro de las tuberías de manifold y la caída de presión del mismo medidor ya que estas lo instalan el concesionario que suministra gas natural seco, se asumirá una caída de 1.5mbar, entonces la presión inicial para nuestra instalación será:

$$P = 23.5 \text{ mbar}$$

En la **Figura 62**, se muestra la representación del centro de regulación y medición del primer piso, con el regulador de segunda y tres medidores distribuidos verticalmente en gabinetes simples.

**Figura 62**

*Distribución del CRM de la primera planta del edificio multifamiliar*



Entonces la presión final del tramo CM – t1 en t1 será:

$$P_f = P - \Delta P + \Delta Ph$$

$$P_f = 23.5 - 0.20 + (-0.060) = 23.24 \text{ mbar}$$

**Paso 8:** Cálculo de la velocidad de circulación en t<sub>1</sub>:

Después de calcular el caudal simultáneo individual y determinar el diámetro de la tubería para el tramo CM – t<sub>1</sub>, se calculará la velocidad de gas:

$$V = \frac{365.35 \times Q}{D^2 \times P}$$

Reemplazando valores:



$$V = \frac{365.35 \times 2.31}{19.95^2 \times \left(\frac{23.24}{1000} + 1.01325\right)} = 2.04 \text{ m/s}$$

Como se observa la velocidad de circulación está por debajo de 40 m/s, valor que la NTP 111.011 (2014) nos exige.

Paso 9: Determinación de las condiciones de validez de las fórmulas de Renouard

Una vez calculado la caída de presión y la velocidad de circulación del gas en la línea individual, se deberá validar cumpliendo con 4 condiciones simultáneamente, como se indican a continuación:

16 a) La relación entre el Caudal del tramo y el diámetro interior de la tubería seleccionada sea menor a 150, se usará la expresión siguiente:

$$\frac{Q}{D} < 150; \text{"Aprobado"}$$

Reemplazando valores:

$$\frac{2.31}{19.95} = 0.12 < 150; \text{"Aprobado"}$$

b) El número de Reynolds sea menor a 2 000 000 para flujo laminar, se usará la expresión siguiente:

$$R = T \times \frac{Q}{D} < 2\,000\,000; \text{"aprobado"}$$

23 donde:

T = 72 000 para GLP, 22 300 para gas natural y 24 300 para aire.

Reemplazando valores:

$$R = 22300 \times \frac{2.31}{19.95} = 2580.34 < 2\,000\,000; \text{"aprobado"}$$

52 c) El cálculo de la velocidad de circulación del gas natural seco en la tubería seleccionada será menor o igual a 40 m/s, se usará la expresión siguiente:

$$V \leq 40 \text{ m/s}; \text{"aprobado"}$$

Reemplazando valores:

$$2.04 \text{ m/s} \leq 40 \text{ m/s}; \text{"aprobado"}$$

d) El cálculo de la presión final del gas natural seco en la tubería seleccionada sea mayor o igual a 17 mbar para la línea montante, se usará la expresión siguiente:

$$P_f \geq 17 \text{ mbar}, \text{"aprobado"}$$

Reemplazando valores:

$$P_{ft1} \geq 17 \text{ mbar}, \text{"aprobado"}$$

$$23.24 \text{ mbar} \geq 17 \text{ mbar}; \text{"aprobado"}$$

Tramo a analizar:  $t_1 - t_2$

Para el cálculo de tuberías de cobre de todos los tramos de la línea individual del departamento 101 de la topología 1 a analizar, su procedimiento sigue los mismos pasos desarrollados a detalle en el análisis del tramo CM –  $t_1$ , es por ello que se elaboró un cuadro resumen de cálculos de tramos por cada departamento del edificio multifamiliar usando el programa Microsoft Excel. A continuación, se presentan todos los cálculos resumidos en las siguientes tablas. Véase **Tabla 31**, **Tabla 32** y **Tabla 33**.

**Tabla 31**

*Topología 1 - Cálculo de línea individual interior (1)*

**CÁLCULOS DE LA LÍNEA INDIVIDUAL INTERNA DE GNS**

(RENOUARD LINEAL: Presión ≈ 100mbar)

|                   |         |                  |                    |                 |                     |                      |               |   |                                       |
|-------------------|---------|------------------|--------------------|-----------------|---------------------|----------------------|---------------|---|---------------------------------------|
| Regulación:       | 2°      | Etapa            | Caída del medidor: | 1.5 mbar        | D relativa del GNS: | 0.61                 | P.C.S. (GNS): | 11.05 Kw-h/m <sup>3</sup>                   | Caída de presión máxima de 32%: 8mbar |
| Presión regulada: | 25 mbar | Presión inicial: | 23.5 mbar          | Pot. Por Dpto.: | 25.5 Kw             | Presión atmos.f(af): | 1.013 bar     | Unión de tuberías: Soldadas por capilaridad |                                       |

DEPARTAMENTOS: 101, 401, 501, 601, 701, 801, 901, 1001, 1101, 1201, 1301, 1401

| Artefacto  | Tramo  | Potencia (Kw) | Q <sub>(st)</sub> (m <sup>3</sup> /h.) | Lre al (m) | Codo 45° | Codo 90° | Tee 90° | Tee 180° | Lequiv. (m) | L total (m) | D nominal | D interior (mm.) | P inicial (mbar) | P final (mbar) | Flujo del tramo | L vertical (m) | Δph (mbar) | Δp (mbar) | Condiciones de validez "NTP 111.011" |           |                  |
|--|--|---------------|--|------------|----------|----------|---------|----------|-------------|-------------|-----------|------------------|------------------|----------------|-----------------|----------------|------------|-----------|--------------------------------------|-----------|------------------|
|  |  |               |  |            |          |          |         |          |             |             |           |                  |                  |                |                 |                |            |           | Reynolds < 2*10 <sup>6</sup>         | V ≤ 40m/s | P final ≥ 17mbar |
| COCINA   | CM - t1  | 25.5          | 2.31                                   | 3.36       | 0        | 4        | 0       | 0        | 2.44        | 5.80        | 3/4" - Cu | 19.95            | 23.50            | 23.24          | descendente     | 1.19           | -0.060     | 0.200     | 0.12                                 | 2580.34   | 2.04             |
|  | t1 - Co  | 12            | 1.09                                   | 3.21       | 0        | 6        | 1       | 0        | 3.68        | 6.89        | 1/2" - Cu | 13.84            | 23.24            | 22.91          | ascendente      | 0.40           | 0.020      | 0.351     | 0.08                                 | 1750.35   | 2.00             |
|  | Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |               |  |            |          |          |         |          |             |             |           |                  |                  |                |                 |                |            |           |                                      | APROBADO  |                  |
| TERMA  | CM - t1  | 25.5          | 2.31                                   | 3.36       | 0        | 4        | 0       | 0        | 2.44        | 5.80        | 3/4" - Cu | 19.95            | 23.50            | 23.24          | descendente     | 1.19           | -0.060     | 0.200     | 0.12                                 | 2580.34   | 2.04             |
|  | t1 - t2  | 16            | 1.45                                   | 3.37       | 0        | 2        | 0       | 1        | 1.65        | 5.02        | 3/4" - Cu | 19.95            | 23.24            | 23.20          | ascendente      | 0.70           | 0.035      | 0.074     | 0.07                                 | 1619.04   | 1.28             |
|  | t2 - Te  | 11            | 1.00                                   | 3.1        | 0        | 6        | 0       | 1        | 3.06        | 6.11        | 1/2" - Cu | 13.84            | 23.20            | 22.95          | ascendente      | 0.30           | 0.015      | 0.266     | 0.07                                 | 1604.49   | 1.83             |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |  |               |  |            |          |          |         |          |             |             |           |                  |                  |                |                 |                |            |           | APROBADO                             |           |                  |
| SECADORA   | CM - t1  | 25.5          | 2.31                                   | 3.36       | 0        | 4        | 0       | 0        | 2.44        | 5.80        | 3/4" - Cu | 19.95            | 23.50            | 23.24          | descendente     | 1.19           | -0.060     | 0.200     | 0.12                                 | 2580.34   | 2.04             |
|  | t1 - t2  | 16            | 1.45                                   | 3.37       | 0        | 2        | 0       | 1        | 1.65        | 5.02        | 3/4" - Cu | 19.95            | 23.24            | 23.20          | ascendente      | 0.70           | 0.035      | 0.074     | 0.07                                 | 1619.04   | 1.28             |
|  | t2 - Se  | 5             | 0.45                                   | 3.3        | 0        | 6        | 1       | 0        | 3.68        | 7.01        | 1/2" - Cu | 13.84            | 23.20            | 23.15          | ascendente      | 0.50           | 0.025      | 0.073     | 0.03                                 | 729.31    | 0.83             |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |  |               |  |            |          |          |         |          |             |             |           |                  |                  |                |                 |                |            |           | APROBADO                             |           |                  |

DEPARTAMENTOS: 402, 502, 602, 702, 802, 902, 1002, 1102, 1202, 1302, 1402

| Artefacto  | Tramo   | Potencia (Kw) | Q <sub>(st)</sub> (m <sup>3</sup> /h.) | Lre al (m) | Codo 45° | Codo 90° | Tee 90° | Tee 180° | Lequiv. (m) | L total (m) | D nominal | D interior (mm.) | P inicial (mbar) | P final (mbar) | Flujo del tramo | L vertical (m) | Δph (mbar) | Δp (mbar) | Condiciones de validez "NTP 111.011" |           |                  |
|--|---------|---------------|--|------------|----------|----------|---------|----------|-------------|-------------|-----------|------------------|------------------|----------------|-----------------|----------------|------------|-----------|--------------------------------------|-----------|------------------|
|  |         |               |  |            |          |          |         |          |             |             |           |                  |                  |                |                 |                |            |           | Reynolds < 2*10 <sup>6</sup>         | V ≤ 40m/s | P final ≥ 17mbar |
| COCINA   | CM - t1 | 25.5          | 2.31                                   | 12.05      | 0        | 5        | 0       | 0        | 3.05        | 15.10       | 3/4" - Cu | 19.95            | 22.94            | 22.94          | descendente     | 0.83           | -0.042     | 0.521     | 0.12                                 | 2580.34   | 2.04             |
|  | t1 - t2 | 16            | 1.45                                   | 2.12       | 0        | 1        | 0       | 1        | 1.04        | 3.16        | 3/4" - Cu | 19.95            | 22.94            | 22.93          | ascendente      | 0.70           | 0.035      | 0.047     | 0.07                                 | 1619.04   | 1.28             |
|  | t2 - Te | 11            | 1.00                                   | 2.80       | 0        | 6        | 0       | 1        | 3.06        | 5.86        | 1/2" - Cu | 13.84            | 22.93            | 22.69          | ascendente      | 0.30           | 0.015      | 0.255     | 0.07                                 | 1604.49   | 1.83             |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |         |               |  |            |          |          |         |          |             |             |           |                  |                  |                |                 |                |            |           | APROBADO                             |           |                  |
| TERMA  | CM - t1 | 25.5          | 2.31                                   | 12.05      | 0        | 5        | 0       | 0        | 3.05        | 15.10       | 3/4" - Cu | 19.95            | 23.50            | 22.94          | descendente     | 0.83           | -0.042     | 0.521     | 0.12                                 | 2580.34   | 2.04             |
|  | t1 - t2 | 16            | 1.45                                   | 2.12       | 0        | 1        | 0       | 1        | 1.04        | 3.16        | 3/4" - Cu | 19.95            | 22.94            | 22.93          | ascendente      | 0.70           | 0.035      | 0.047     | 0.07                                 | 1619.04   | 1.28             |
|  | t2 - Se | 5             | 0.45                                   | 3.34       | 0        | 6        | 1       | 0        | 3.68        | 7.02        | 1/2" - Cu | 13.84            | 22.93            | 22.88          | ascendente      | 0.50           | 0.025      | 0.073     | 0.03                                 | 729.31    | 0.83             |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |         |               |  |            |          |          |         |          |             |             |           |                  |                  |                |                 |                |            |           | APROBADO                             |           |                  |
| SECADORA   | CM - t1 | 25.5          | 2.31                                   | 12.05      | 0        | 5        | 0       | 0        | 3.05        | 15.10       | 3/4" - Cu | 19.95            | 23.50            | 22.94          | descendente     | 0.83           | -0.042     | 0.521     | 0.12                                 | 2580.34   | 2.04             |
|  | t1 - t2 | 16            | 1.45                                   | 2.12       | 0        | 1        | 0       | 1        | 1.04        | 3.16        | 3/4" - Cu | 19.95            | 22.94            | 22.93          | ascendente      | 0.70           | 0.035      | 0.047     | 0.07                                 | 1619.04   | 1.28             |
|  | t2 - Se | 5             | 0.45                                   | 3.34       | 0        | 6        | 1       | 0        | 3.68        | 7.02        | 1/2" - Cu | 13.84            | 22.93            | 22.88          | ascendente      | 0.50           | 0.025      | 0.073     | 0.03                                 | 729.31    | 0.83             |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |         |               |  |            |          |          |         |          |             |             |           |                  |                  |                |                 |                |            |           | APROBADO                             |           |                  |

**Tabla 32**

*Topología 1 - Cálculo de línea individual interior (2)*

| Departamento   | Artefacto | Tramo  | Potencia (Kw) | Q <sub>(s)</sub> (m <sup>3</sup> /h.) | Lreal (m) | Codo | Codo 45° | Codo 90° | Tee 90° | Tee 180° | Lequiv. (m) | Ltotal (m) | Dnominal | Dinterior (mm.) | Picial (mbar) | Pfinal (mbar) | Flujo del tramo | Lvertical (m) | Aph (mbar) | Ap (mbar) | Condiciones de validez "NTP 111.011" |                              |           |                |
|--|-----------|--|---------------|---------------------------------------|-----------|------|----------|----------|---------|----------|-------------|------------|----------|-----------------|---------------|---------------|-----------------|---------------|------------|-----------|--------------------------------------|------------------------------|-----------|----------------|
|  |           |  |               |                                       |           |      |          |          |         |          |             |            |          |                 |               |               |                 |               |            |           | Q/D < 150                            | Reynolds < 2*10 <sup>6</sup> | V ≤ 40m/s | Pfinal ≥ 7mbar |
| COCINA   | COCINA    | CM - tl  | 25.5          | 2.31                                  | 16.24     | 0    | 5        | 0        | 5       | 0        | 0           | 3.05       | 19.29    | 3/4" - Cu       | 19.95         | 23.50         | 22.77           | descendente   | 1.19       | -0.060    | 0.666                                | 0.12                         | 2580.34   | 2.05           |
|  |           | tl - Co  | 12            | 1.09                                  | 2.42      | 0    | 5        | 1        | 0       | 3.22     | 5.64        | 1/2" - Cu  | 13.84    | 22.77           | 13.84         | 22.77         | 22.51           | ascendente    | 0.40       | 0.020     | 0.288                                | 0.08                         | 1750.35   | 2.00           |
|  |           | Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |               |                                       |           |      |          |          |         |          |             |            |          |                 |               |               |                 |               |            |           |                                      |                              |           |                |
|  |           | CM - tl  | 25.5          | 2.31                                  | 16.24     | 0    | 5        | 0        | 0       | 3.05     | 19.29       | 3/4" - Cu  | 19.95    | 23.50           | 19.95         | 23.50         | 22.77           | descendente   | 1.19       | -0.060    | 0.666                                | 0.12                         | 2580.34   | 2.05           |
|  |           | tl - t2  | 16            | 1.45                                  | 5.00      | 0    | 2        | 0        | 1       | 1.65     | 6.65        | 3/4" - Cu  | 19.95    | 22.77           | 19.95         | 22.77         | 22.71           | ascendente    | 0.70       | 0.035     | 0.098                                | 0.07                         | 1619.04   | 1.28           |
|  |           | t2 - Te  | 11            | 1.00                                  | 2.70      | 0    | 6        | 0        | 1       | 3.06     | 5.76        | 1/2" - Cu  | 13.84    | 22.71           | 13.84         | 22.71         | 22.48           | ascendente    | 0.30       | 0.015     | 0.251                                | 0.07                         | 1604.49   | 1.83           |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |           |  |               |                                       |           |      |          |          |         |          |             |            |          |                 |               |               |                 |               |            |           |                                      |                              |           |                |
| SECADORA   | SECADORA  | CM - tl  | 25.5          | 2.31                                  | 16.24     | 0    | 5        | 0        | 0       | 0        | 0           | 3.05       | 19.29    | 3/4" - Cu       | 19.95         | 23.50         | 22.77           | descendente   | 1.19       | -0.060    | 0.666                                | 0.12                         | 2580.34   | 2.05           |
|  |           | tl - t2  | 16            | 1.45                                  | 5.00      | 0    | 2        | 0        | 1       | 1.65     | 6.65        | 3/4" - Cu  | 19.95    | 22.77           | 19.95         | 22.77         | 22.71           | ascendente    | 0.70       | 0.035     | 0.098                                | 0.07                         | 1619.04   | 1.28           |
|  |           | t2 - Se  | 5             | 0.45                                  | 3.61      | 0    | 6        | 1        | 0       | 3.68     | 7.29        | 1/2" - Cu  | 13.84    | 22.71           | 13.84         | 22.71         | 22.66           | ascendente    | 0.50       | 0.025     | 0.076                                | 0.03                         | 729.31    | 0.83           |
|  |           | Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |               |                                       |           |      |          |          |         |          |             |            |          |                 |               |               |                 |               |            |           |                                      |                              |           |                |
|  |           | CM - tl  | 25.5          | 2.31                                  | 16.24     | 0    | 5        | 0        | 0       | 3.05     | 19.29       | 3/4" - Cu  | 19.95    | 23.50           | 19.95         | 23.50         | 22.77           | descendente   | 1.19       | -0.060    | 0.666                                | 0.12                         | 2580.34   | 2.05           |
|  |           | tl - t2  | 16            | 1.45                                  | 5.00      | 0    | 2        | 0        | 1       | 1.65     | 6.65        | 3/4" - Cu  | 19.95    | 22.77           | 19.95         | 22.77         | 22.71           | ascendente    | 0.70       | 0.035     | 0.098                                | 0.07                         | 1619.04   | 1.28           |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |           |  |               |                                       |           |      |          |          |         |          |             |            |          |                 |               |               |                 |               |            |           |                                      |                              |           |                |
| COCINA   | COCINA    | CM - tl  | 25.5          | 2.31                                  | 5.50      | 0    | 3        | 0        | 3       | 0        | 0           | 1.83       | 7.33     | 3/4" - Cu       | 19.95         | 23.50         | 23.17           | descendente   | 1.57       | -0.079    | 0.253                                | 0.12                         | 2580.34   | 2.04           |
|  |           | tl - Co  | 12            | 1.09                                  | 4.68      | 0    | 6        | 1        | 0       | 3.68     | 8.36        | 1/2" - Cu  | 13.84    | 23.17           | 13.84         | 23.17         | 22.76           | ascendente    | 0.40       | 0.020     | 0.426                                | 0.08                         | 1750.35   | 2.00           |
|  |           | Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |               |                                       |           |      |          |          |         |          |             |            |          |                 |               |               |                 |               |            |           |                                      |                              |           |                |
|  |           | CM - tl  | 25.5          | 2.31                                  | 5.50      | 0    | 3        | 0        | 0       | 1.83     | 7.33        | 3/4" - Cu  | 19.95    | 23.50           | 19.95         | 23.50         | 23.17           | descendente   | 1.57       | -0.079    | 0.253                                | 0.12                         | 2580.34   | 2.04           |
|  |           | tl - t2  | 16            | 1.45                                  | 2.95      | 0    | 2        | 1        | 0       | 2.44     | 5.39        | 3/4" - Cu  | 19.95    | 23.17           | 19.95         | 23.17         | 23.12           | ascendente    | 0.70       | 0.035     | 0.080                                | 0.07                         | 1619.04   | 1.28           |
|  |           | t2 - Te  | 11            | 1.00                                  | 3.05      | 0    | 6        | 0        | 1       | 3.06     | 6.11        | 1/2" - Cu  | 13.84    | 23.12           | 13.84         | 23.12         | 22.87           | ascendente    | 0.30       | 0.015     | 0.266                                | 0.07                         | 1604.49   | 1.83           |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |           |  |               |                                       |           |      |          |          |         |          |             |            |          |                 |               |               |                 |               |            |           |                                      |                              |           |                |
| SECADORA   | SECADORA  | CM - tl  | 25.5          | 2.31                                  | 5.50      | 0    | 3        | 0        | 0       | 0        | 0           | 1.83       | 7.33     | 3/4" - Cu       | 19.95         | 23.50         | 23.17           | descendente   | 1.57       | -0.079    | 0.253                                | 0.12                         | 2580.34   | 2.04           |
|  |           | tl - t2  | 16            | 1.45                                  | 2.95      | 0    | 2        | 1        | 0       | 2.44     | 5.39        | 3/4" - Cu  | 19.95    | 23.17           | 19.95         | 23.17         | 23.12           | ascendente    | 0.70       | 0.035     | 0.080                                | 0.07                         | 1619.04   | 1.28           |
|  |           | t2 - Se  | 5             | 0.45                                  | 3.29      | 0    | 6        | 1        | 0       | 3.68     | 6.97        | 1/2" - Cu  | 13.84    | 23.12           | 13.84         | 23.12         | 23.08           | ascendente    | 0.50       | 0.025     | 0.072                                | 0.03                         | 729.31    | 0.83           |
|  |           | Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |               |                                       |           |      |          |          |         |          |             |            |          |                 |               |               |                 |               |            |           |                                      |                              |           |                |
|  |           | CM - tl  | 25.5          | 2.31                                  | 5.50      | 0    | 3        | 0        | 0       | 1.83     | 7.33        | 3/4" - Cu  | 19.95    | 23.50           | 19.95         | 23.50         | 23.17           | descendente   | 1.57       | -0.079    | 0.253                                | 0.12                         | 2580.34   | 2.04           |
|  |           | tl - t2  | 16            | 1.45                                  | 2.95      | 0    | 2        | 1        | 0       | 2.44     | 5.39        | 3/4" - Cu  | 19.95    | 23.17           | 19.95         | 23.17         | 23.12           | ascendente    | 0.70       | 0.035     | 0.080                                | 0.07                         | 1619.04   | 1.28           |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |           |  |               |                                       |           |      |          |          |         |          |             |            |          |                 |               |               |                 |               |            |           |                                      |                              |           |                |
| COCINA   | COCINA    | CM - tl  | 25.5          | 2.31                                  | 8.68      | 0    | 4        | 0        | 4       | 0        | 0           | 2.44       | 11.12    | 3/4" - Cu       | 19.95         | 23.50         | 23.02           | descendente   | 1.94       | -0.098    | 0.384                                | 0.12                         | 2580.34   | 2.04           |
|  |           | tl - Co  | 12            | 1.09                                  | 3.28      | 0    | 7        | 1        | 0       | 4.14     | 7.42        | 1/2" - Cu  | 13.84    | 23.02           | 13.84         | 23.02         | 22.66           | ascendente    | 0.40       | 0.020     | 0.378                                | 0.08                         | 1750.35   | 2.00           |
|  |           | Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |               |                                       |           |      |          |          |         |          |             |            |          |                 |               |               |                 |               |            |           |                                      |                              |           |                |
|  |           | CM - tl  | 25.5          | 2.31                                  | 8.68      | 0    | 4        | 0        | 0       | 2.44     | 11.12       | 3/4" - Cu  | 19.95    | 23.50           | 19.95         | 23.50         | 23.02           | descendente   | 1.94       | -0.098    | 0.384                                | 0.12                         | 2580.34   | 2.04           |
|  |           | tl - t2  | 16            | 1.45                                  | 5.81      | 0    | 3        | 0        | 1       | 2.26     | 8.07        | 3/4" - Cu  | 19.95    | 23.02           | 19.95         | 23.02         | 22.93           | ascendente    | 0.70       | 0.035     | 0.119                                | 0.07                         | 1619.04   | 1.28           |
|  |           | t2 - Te  | 11            | 1.00                                  | 4.10      | 0    | 6        | 1        | 0       | 3.68     | 7.78        | 1/2" - Cu  | 13.84    | 22.93           | 13.84         | 22.93         | 22.62           | ascendente    | 0.40       | 0.020     | 0.339                                | 0.07                         | 1604.49   | 1.83           |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |           |  |               |                                       |           |      |          |          |         |          |             |            |          |                 |               |               |                 |               |            |           |                                      |                              |           |                |
| SECADORA   | SECADORA  | CM - tl  | 25.5          | 2.31                                  | 8.68      | 0    | 4        | 0        | 0       | 0        | 0           | 2.44       | 11.12    | 3/4" - Cu       | 19.95         | 23.50         | 23.02           | descendente   | 1.94       | -0.098    | 0.384                                | 0.12                         | 2580.34   | 2.04           |
|  |           | tl - t2  | 16            | 1.45                                  | 5.81      | 0    | 3        | 0        | 1       | 2.26     | 8.07        | 3/4" - Cu  | 19.95    | 23.02           | 19.95         | 23.02         | 22.93           | ascendente    | 0.70       | 0.035     | 0.119                                | 0.07                         | 1619.04   | 1.28           |
|  |           | t2 - Se  | 5             | 0.45                                  | 3.50      | 0    | 6        | 0        | 1       | 3.06     | 6.56        | 1/2" - Cu  | 13.84    | 22.93           | 13.84         | 22.89         | 22.89           | ascendente    | 0.40       | 0.020     | 0.068                                | 0.03                         | 729.31    | 0.83           |
|  |           | Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |               |                                       |           |      |          |          |         |          |             |            |          |                 |               |               |                 |               |            |           |                                      |                              |           |                |
|  |           | CM - tl  | 25.5          | 2.31                                  | 8.68      | 0    | 4        | 0        | 0       | 2.44     | 11.12       | 3/4" - Cu  | 19.95    | 23.50           | 19.95         | 23.50         | 23.02           | descendente   | 1.94       | -0.098    | 0.384                                | 0.12                         | 2580.34   | 2.04           |
|  |           | tl - t2  | 16            | 1.45                                  | 5.81      | 0    | 3        | 0        | 1       | 2.26     | 8.07        | 3/4" - Cu  | 19.95    | 23.02           | 19.95         | 23.02         | 22.93           | ascendente    | 0.70       | 0.035     | 0.119                                | 0.07                         | 1619.04   | 1.28           |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |           |  |               |                                       |           |      |          |          |         |          |             |            |          |                 |               |               |                 |               |            |           |                                      |                              |           |                |

**Tabla 33**

*Topología 1 - Cálculo de línea individual interior (3)*

| <b>DEPARTAMENTO: 201, 301</b>  |  |               |                                       |           |      |     |          |             |            |           |                 |                |               |                 |               |            |           |                                      |                              |           |                |
|--|--|---------------|---------------------------------------|-----------|------|-----|----------|-------------|------------|-----------|-----------------|----------------|---------------|-----------------|---------------|------------|-----------|--------------------------------------|------------------------------|-----------|----------------|
| Artefacto  | Tramo  | Potencia (Kw) | Q <sub>(s)</sub> (m <sup>3</sup> /h.) | Lreal (m) | Codo | Tee | Tee 180° | Lequiv. (m) | Ltotal (m) | Dnominal  | Dinterior (mm.) | Pnicial (mbar) | Pfinal (mbar) | Flujo del tramo | Lvertical (m) | Δph (mbar) | Δp (mbar) | Condiciones de validez "NTP I11.011" |                              |           |                |
|  |  |               |                                       |           |      |     |          |             |            |           |                 |                |               |                 |               |            |           | Q/D < 150                            | Reynolds < 2*10 <sup>6</sup> | V ≤ 40m/s | Pfinal ≥ 7mbar |
| COCINA   | CM-t1  | 25.5          | 2.31                                  | 5.03      | 0    | 4   | 0        | 2.44        | 7.47       | 3/4" - Cu | 19.95           | 23.20          | 23.20         | descendente     | 0.83          | -0.042     | 0.258     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      | 22.45          |
|  | t1-Co  | 12            | 1.09                                  | 11.63     | 0    | 7   | 0        | 3.52        | 15.15      | 1/2" - Cu | 13.84           | 23.20          | 22.45         | ascendente      | 0.40          | 0.020      | 0.773     | 0.08                                 | 1750.35                      | 2.00      |                |
|  | Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |               |                                       |           |      |     |          |             |            |           |                 |                |               |                 |               | -0.022     | 1.031     | APROBADO                             |                              |           |                |
| TERMA  | CM-t1  | 25.5          | 2.31                                  | 5.03      | 0    | 4   | 0        | 2.44        | 7.47       | 3/4" - Cu | 19.95           | 23.20          | 23.20         | descendente     | 0.83          | -0.042     | 0.258     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |                |
|  | t1-t2  | 16            | 1.45                                  | 1.02      | 0    | 1   | 0        | 1.83        | 2.85       | 3/4" - Cu | 19.95           | 23.20          | 23.19         | ascendente      | 0.70          | 0.035      | 0.042     | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.28      | 22.89          |
|  | t2-Te  | 11            | 1.00                                  | 4.20      | 0    | 6   | 0        | 3.06        | 7.26       | 1/2" - Cu | 13.84           | 23.19          | 22.89         | ascendente      | 0.30          | 0.015      | 0.316     | 0.07                                 | 1604.49                      | 1.83      |                |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |  |               |                                       |           |      |     |          |             |            |           |                 |                |               |                 | 0.009         | 0.616      | APROBADO  |                                      |                              |           |                |
| SECADORA   | CM-t1  | 25.5          | 2.31                                  | 5.03      | 0    | 4   | 0        | 2.44        | 7.47       | 3/4" - Cu | 19.95           | 23.20          | 23.20         | descendente     | 0.83          | -0.042     | 0.258     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |                |
|  | t1-t2  | 16            | 1.45                                  | 1.02      | 0    | 1   | 0        | 1.83        | 2.85       | 3/4" - Cu | 19.95           | 23.20          | 23.19         | ascendente      | 0.70          | 0.035      | 0.042     | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.28      | 23.13          |
|  | t2-Se  | 5             | 0.45                                  | 5.18      | 0    | 6   | 1        | 3.68        | 8.86       | 1/2" - Cu | 13.84           | 23.19          | 23.13         | ascendente      | 0.50          | 0.025      | 0.092     | 0.03                                 | 729.31                       | 0.83      |                |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |  |               |                                       |           |      |     |          |             |            |           |                 |                |               |                 | 0.019         | 0.392      | APROBADO  |                                      |                              |           |                |
| <b>DEPARTAMENTO: 103</b>   |  |               |                                       |           |      |     |          |             |            |           |                 |                |               |                 |               |            |           |                                      |                              |           |                |
| Artefacto  | Tramo  | Potencia (Kw) | Q <sub>(s)</sub> (m <sup>3</sup> /h.) | Lreal (m) | Codo | Tee | Tee 180° | Lequiv. (m) | Ltotal (m) | Dnominal  | Dinterior (mm.) | Pnicial (mbar) | Pfinal (mbar) | Flujo del tramo | Lvertical (m) | Δph (mbar) | Δp (mbar) | Condiciones de validez "NTP I11.011" |                              |           |                |
|  |  |               |                                       |           |      |     |          |             |            |           |                 |                |               |                 |               |            |           | Q/D < 150                            | Reynolds < 2*10 <sup>6</sup> | V ≤ 40m/s | Pfinal ≥ 7mbar |
| COCINA   | CM-t1  | 25.5          | 2.31                                  | 8.54      | 0    | 4   | 0        | 2.44        | 10.98      | 3/4" - Cu | 19.95           | 23.02          | 23.02         | descendente     | 1.94          | -0.098     | 0.379     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      | 22.66          |
|  | t1-Co  | 12            | 1.09                                  | 3.98      | 0    | 7   | 0        | 3.52        | 7.5        | 1/2" - Cu | 13.84           | 23.02          | 22.66         | ascendente      | 0.40          | 0.020      | 0.383     | 0.08                                 | 1750.35                      | 2.00      |                |
|  | Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |               |                                       |           |      |     |          |             |            |           |                 |                |               |                 |               | -0.078     | 0.762     | APROBADO                             |                              |           |                |
| TERMA  | CM-t1  | 25.5          | 2.31                                  | 8.54      | 0    | 4   | 0        | 2.44        | 10.98      | 3/4" - Cu | 19.95           | 23.02          | 23.02         | descendente     | 1.94          | -0.098     | 0.379     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |                |
|  | t1-t2  | 16            | 1.45                                  | 2.27      | 0    | 2   | 0        | 2.44        | 4.71       | 3/4" - Cu | 19.95           | 23.02          | 22.99         | ascendente      | 0.70          | 0.035      | 0.070     | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.28      | 22.70          |
|  | t2-Te  | 11            | 1.00                                  | 3.99      | 0    | 5   | 1        | 3.22        | 7.21       | 1/2" - Cu | 13.84           | 22.99          | 22.70         | ascendente      | 0.40          | 0.020      | 0.314     | 0.07                                 | 1604.49                      | 1.83      |                |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |  |               |                                       |           |      |     |          |             |            |           |                 |                |               |                 | -0.042        | 0.762      | APROBADO  |                                      |                              |           |                |
| SECADORA   | CM-t1  | 25.5          | 2.31                                  | 8.54      | 0    | 4   | 0        | 2.44        | 10.98      | 3/4" - Cu | 19.95           | 23.02          | 23.02         | descendente     | 1.94          | -0.098     | 0.379     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |                |
|  | t1-t2  | 16            | 1.45                                  | 2.27      | 0    | 2   | 0        | 2.44        | 4.71       | 3/4" - Cu | 19.95           | 23.02          | 22.99         | ascendente      | 0.70          | 0.035      | 0.070     | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.28      | 22.94          |
|  | t2-Se  | 5             | 0.45                                  | 3.25      | 0    | 7   | 0        | 3.52        | 6.77       | 1/2" - Cu | 13.84           | 22.99          | 22.94         | ascendente      | 0.40          | 0.020      | 0.070     | 0.03                                 | 729.31                       | 0.83      |                |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |  |               |                                       |           |      |     |          |             |            |           |                 |                |               |                 | -0.042        | 0.519      | APROBADO  |                                      |                              |           |                |

### 3.2.1.6. Cálculo de Costos Directos

Para el análisis del cálculo de los costos directos se han medido los materiales, accesorios y equipos utilizados en la instalación del sistema de tuberías de cobre para gas natural, y se ha dividido en dos subcálculos: línea montante y línea individual interior.

#### 3.2.1.6.1. Línea Montante o Común

En la **Tabla 34** se presentan los costos directos de los materiales, accesorios y equipos para la línea montante de la Topología 1: CRM distribuido por piso.

**Tabla 34**

*Costos Directo de montante para la Topología 1*

| Ítem | Descripción  | Unidad | Cantidad | Costo unitario (S/)     | Costo total (S/)    |
|------|--|--------|----------|-------------------------|---------------------|
| 1.1  | Gabinete para regulación de 1ªetapa - S22  | pza(s) | 2        | 90.00                   | S/ 180.00           |
| 1.2  | Gabinete simple para medición y regulación de 2ªetapa - CMx1                         | pza(s) | 66       | 130.00                  | S/ 8,580.00         |
| 1.3  | Regulador GN de 2ªetapa de 6.0m3 (B6), 180°, Pe: 340mbar y Ps: 25mbar, ±20%          | unid.  | 3        | 300.00                  | S/ 900.00           |
| 1.4  | Regulador GN de 2ªetapa de 10m3 (B10), 180°, Pe: 340mbar y Ps: 25mbar, ±20%          | unid.  | 11       | 450.00                  | S/ 4,950.00         |
| 1.5  | Regulador GN de 1ªetapa de 50m3 (B50), 180°, Pe: 4bar y Ps: 340mbar, ±20%            | unid.  | 2        | 750.00                  | S/ 1,500.00         |
| 1.6  | Válvula Meter 1.1/2" macho - Bronce  | unid.  | 2        | 120.00                  | S/ 240.00           |
| 1.7  | Válvula de servicio 3/4" de bronce - Tipo bola con manija tipo palanca               | unid.  | 80       | 45.00                   | S/ 3,600.00         |
| 1.8  | Válvula de servicio 1.1/4" de bronce - Tipo bola con manija tipo palanca             | unid.  | 2        | 90.00                   | S/ 180.00           |
| 1.9  | Válvula de cierre general 1" de bronce - Tipo bola con manija tipo palanca           | unid.  | 2        | 80.00                   | S/ 160.00           |
| 1.10 | Tapaválvula para valvula de cierre general 300x300x150mm, metálico.                  | pza(s) | 2        | 18.00                   | S/ 36.00            |
| 1.11 | Tubería de cobre rígido sin costura, NTP 342.042 o ASTM B88 de Ø3/4" - Tipo "L"      | mts.   | 8.50     | 40.83                   | S/ 347.06           |
| 1.12 | Tubería de cobre rígido sin costura, NTP 342.042 o ASTM B88 de Ø1" - Tipo "L"        | mts.   | 17.10    | 63.33                   | S/ 1,082.94         |
| 1.13 | Tubería de cobre rígido sin costura, NTP 342.042 o ASTM B88 de Ø1.1/4" - Tipo "L"    | mts.   | 14.25    | 89.58                   | S/ 1,276.52         |
| 1.14 | Tubería de cobre rígido sin costura, NTP 342.042 o ASTM B88 de Ø1.1/2" - Tipo "L"    | mts.   | 29.62    | 99.66                   | S/ 2,951.93         |
| 1.15 | Tubería de PVC Ø1", NTP 399.006 (clase ligera) para camisa de tubería de Ø3/4"       | mts.   | 8.50     | 2.00                    | S/ 17.00            |
| 1.16 | Tubería de PVC Ø1.1/4", NTP 399.006 (clase ligera) para camisa de tubería de Ø1"     | mts.   | 17.10    | 2.50                    | S/ 42.75            |
| 1.17 | Tubería de PVC Ø1.1/2", NTP 399.006 (clase ligera) para camisa de tubería de Ø1.1/4" | mts.   | 14.25    | 3.00                    | S/ 42.75            |
| 1.18 | Tubería de PVC Ø2", NTP 399.006 (clase ligera) para camisa de tubería de Ø1.1/2"     | mts.   | 29.62    | 3.50                    | S/ 103.67           |
| 1.19 | Codo de cobre Ø3/4" x 90°, NTP 342.522 o ASME B16.22, Tipo "L"                       | unid.  | 15       | 3.50                    | S/ 52.50            |
| 1.20 | Codo de cobre Ø1.1/2" x 90°, NTP 342.522 o ASME B16.22, Tipo "L"                     | unid.  | 9        | 17.50                   | S/ 157.50           |
| 1.21 | Tee de cobre Ø3/4", NTP 342.522 o ASME B16.22, Tipo "L"                              | unid.  | 1        | 6.23                    | S/ 6.23             |
| 1.22 | Tee de cobre Ø1", NTP 342.522 o ASME B16.22, Tipo "L"                                | unid.  | 7        | 13.37                   | S/ 93.59            |
| 1.23 | Tee de cobre Ø1.1/4", NTP 342.522 o ASME B16.22, Tipo "L"                            | unid.  | 4        | 23.49                   | S/ 93.96            |
| 1.24 | Tee de cobre Ø1.1/2", NTP 342.522 o ASME B16.22, Tipo "L"                            | unid.  | 2        | 32.66                   | S/ 65.32            |
| 1.25 | Reducción Ø1.1/2" x Ø3/4" de cobre   | unid.  | 1        | 18.66                   | S/ 18.66            |
| 1.26 | Reducción Ø1.1/2" x Ø1.1/4" de cobre   | unid.  | 1        | 16.35                   | S/ 16.35            |
| 1.27 | Reducción Ø1.1/4" x Ø3/4" de cobre   | unid.  | 4        | 14.00                   | S/ 56.00            |
| 1.28 | Reducción Ø1.1/4" x Ø1" de cobre   | unid.  | 1        | 15.50                   | S/ 15.50            |
| 1.29 | Reducción Ø1" x Ø3/4" de cobre   | unid.  | 9        | 5.85                    | S/ 52.65            |
| 1.30 | Adaptador macho de bronce Ø3/4"  | unid.  | 14       | 4.76                    | S/ 66.64            |
| 1.31 | Adaptador macho de bronce Ø1.1/4"  | unid.  | 2        | 16.42                   | S/ 32.84            |
| 1.32 | Adaptador macho de bronce Ø1.1/2"  | unid.  | 4        | 20.72                   | S/ 82.88            |
| 1.33 | Unión universal 1.1/2" de bronce - macho   | unid.  | 4        | 81.27                   | S/ 325.08           |
| 1.34 | Tapón soldable 3/4" de cobre   | unid.  | 14       | 1.50                    | S/ 21.00            |
|      |  |        |          | <b>Costo sub total:</b> | <b>S/ 27,347.31</b> |

### 3.2.1.6.2. Línea Individual Interior

En la **Tabla 35** se representa el costo directo de la línea individual interior para 12 departamentos típicos: 101, 401, 501, 601, 701, 801, 901, 1001, 1101, 1201, 1301 y 1401.

**Tabla 35**

*Costo Directo línea individual interior (1) - Topología 1*

| 26   | Descripción  | Unidad | Cantidad | Costo unitario                            | Costo total         |
|------|--|--------|----------|---|---------------------|
|      |  |        |          | (S/)                                      | (S/)                |
| 2.1  | Medidor G2.5 para GN/GLP para baja presión                                       | unid.  | 1        | 250.00                                    | S/ 250.00           |
| 2.2  | Medidor G4 para GN/GLP para baja presión   | unid.  |          | 350.00                                    | S/ 0.00             |
| 2.3  | Válvula de corte 1/2" de bronce NPT - Tipo bola con manija tipo mariposa         | unid.  | 3        | 21.00                                     | S/ 63.00            |
| 2.4  | Válvula de corte general 3/4" de bronce NPT - Tipo bola con manija tipo mariposa | unid.  | 1        | 30.80                                     | S/ 30.80            |
| 2.5  | Tubería de cobre rígido sin costura, NTP 342.042 o ASTM B88 de Ø1/2" - Tipo "L"  | mts.   | 10.00    | 26.30                                     | S/ 263.00           |
| 2.6  | Tubería de cobre rígido sin costura, NTP 342.042 o ASTM B88 de Ø3/4" - Tipo "L"  | mts.   | 7.00     | 40.83                                     | S/ 285.81           |
| 2.7  | Tubería de PVC Ø3/4", NTP 399.006 (clase ligera) para camisa de tubería de Ø1/2" | mts.   | 10.00    | 1.50                                      | S/ 15.00            |
| 2.8  | Tubería de PVC Ø1", NTP 399.006 (clase ligera) para camisa de tubería de Ø3/4"   | mts.   | 7.00     | 2.00                                      | S/ 14.00            |
| 2.9  | Codo de cobre Ø1/2" x 90°, NTP 342.522 o ASME B16.22, Tipo "L"                   | unid.  | 16       | 1.47                                      | S/ 23.52            |
| 2.10 | Codo de cobre Ø3/4" x 90°, NTP 342.522 o ASME B16.22, Tipo "L"                   | unid.  | 6        | 3.50                                      | S/ 21.00            |
| 2.11 | Codo cachimbo soldable con rosca NTP Ø1/2" x 90° de bronce - Hermbra             | unid.  | 3        | 4.66                                      | S/ 13.98            |
| 2.12 | Tee de cobre Ø1/2", NTP 342.522 o ASME B16.22, Tipo "L"                          | unid.  |          | 2.56                                      | S/ 0.00             |
| 2.13 | Tee de cobre Ø3/4", NTP 342.522 o ASME B16.22, Tipo "L"                          | unid.  | 2        | 6.23                                      | S/ 12.46            |
| 2.14 | Reduccion Ø3/4" x Ø1/2" de cobre   | unid.  | 3        | 2.66                                      | S/ 7.98             |
| 2.15 | Adaptador macho de bronce Ø1/2"  | unid.  | 6        | 3.15                                      | S/ 18.90            |
| 2.16 | Adaptador macho de bronce Ø3/4"  | unid.  | 2        | 4.76                                      | S/ 9.52             |
| 2.17 | Unión simple de cobre Ø3/4" x Ø3/4", NTP 342.522 o ASME B16.22, Tipo "L"         | unid.  |          | 2.24                                      | S/ 0.00             |
| 2.18 | Tapón roscable 1/2" de f°g° - Macho  | unid.  | 3        | 1.50                                      | S/ 4.50             |
| 2.19 | Tapón roscable 3/4" de f°g° - Macho  | unid.  |          | 2.00                                      | S/ 0.00             |
| 2.20 | Conector para medidor GN/GLP 3/4" de bronce - Hembra                             | unid.  | 1        | 15.00                                     | S/ 15.00            |
|      |  |        |          | <b>Costo sub total de 1 departamento:</b> | <b>S/ 1,048.47</b>  |
|      |  |        |          | <b>Cantidad de departamentos:</b>         | <b>12</b>           |
|      |  |        |          | <b>Costo sub total:</b>                   | <b>S/ 12,581.64</b> |

En la **Tabla 36** se representa el costo directo de la línea individual interior para 11 departamentos típicos: 402, 502, 602, 702, 802, 902, 1002, 1102, 1202, 1302 y 1402.

**Tabla 36****Costo Directo línea individual interior (2) - Topología 1**

| Item | Descripción  | Unidad | Cantidad | Costo unitario (S/)                       | Costo total (S/)    |
|------|--|--------|----------|---|---------------------|
| 3.1  | Medidor G2.5 para GN/GLP para baja presión                                       | unid.  | 1        | 250.00                                    | S/ 250.00           |
| 3.2  | Medidor G4 para GN/GLP para baja presión   | unid.  |          | 350.00                                    | S/ 0.00             |
| 3.3  | Válvula de corte 1/2" de bronce NPT - Tipo bola con manija tipo mariposa         | unid.  | 3        | 21.00                                     | S/ 63.00            |
| 3.4  | Válvula de corte general 3/4" de bronce NPT - Tipo bola con manija tipo mariposa | unid.  | 1        | 30.80                                     | S/ 30.80            |
| 3.5  | Tubería de cobre rígido sin costura, NTP 342.042 o ASTM B88 de Ø1/2" - Tipo "L"  | mts.   | 10.00    | 26.30                                     | S/ 263.00           |
| 3.6  | Tubería de cobre rígido sin costura, NTP 342.042 o ASTM B88 de Ø3/4" - Tipo "L"  | mts.   | 7.00     | 40.83                                     | S/ 285.81           |
| 3.7  | Tubería de PVC Ø3/4", NTP 399.006 (clase ligera) para camisa de tubería de Ø1/2" | mts.   | 10.00    | 1.50                                      | S/ 15.00            |
| 3.8  | Tubería de PVC Ø1", NTP 399.006 (clase ligera) para camisa de tubería de Ø3/4"   | mts.   | 7.00     | 2.00                                      | S/ 14.00            |
| 3.9  | Codo de cobre Ø1/2" x 90° , NTP 342.522 o ASME B16.22, Tipo "L"                  | unid.  | 17       | 1.47                                      | S/ 24.99            |
| 3.10 | Codo de cobre Ø3/4" x 90° , NTP 342.522 o ASME B16.22, Tipo "L"                  | unid.  | 6        | 3.50                                      | S/ 21.00            |
| 3.11 | Codo cachimbo soldable con rosca NTP Ø1/2" x 90° de bronce - Hermbra             | unid.  | 3        | 4.66                                      | S/ 13.98            |
| 3.12 | Tee de cobre Ø1/2", NTP 342.522 o ASME B16.22, Tipo "L"                          | unid.  |          | 2.56                                      | S/ 0.00             |
| 3.13 | Tee de cobre Ø3/4", NTP 342.522 o ASME B16.22, Tipo "L"                          | unid.  | 2        | 6.23                                      | S/ 12.46            |
| 3.14 | Reduccion Ø3/4" x Ø1/2" de cobre   | unid.  | 3        | 2.66                                      | S/ 7.98             |
| 3.15 | Adaptador macho de bronce Ø1/2"  | unid.  | 6        | 3.15                                      | S/ 18.90            |
| 3.16 | Adaptador macho de bronce Ø3/4"  | unid.  | 2        | 4.76                                      | S/ 9.52             |
| 3.17 | Unión simple de cobre Ø3/4" x Ø3/4", NTP 342.522 o ASME B16.22, Tipo "L"         | unid.  |          | 2.24                                      | S/ 0.00             |
| 3.18 | Tapón roscable 1/2" de f°g° - Macho  | unid.  | 3        | 1.50                                      | S/ 4.50             |
| 3.19 | Tapón roscable 3/4" de f°g° - Macho  | unid.  |          | 2.00                                      | S/ 0.00             |
| 3.20 | Conector para medidor GN/GLP 3/4" de bronce - Hembra                             | unid.  | 1        | 15.00                                     | S/ 15.00            |
|      |  |        |          | <b>Costo sub total de 1 departamento:</b> | <b>S/ 1,049.94</b>  |
|      |  |        |          | <b>Cantidad de departamentos:</b>         | <b>11</b>           |
|      |  |        |          | <b>Costo sub total:</b>                   | <b>S/ 11,549.34</b> |

En la **Tabla 37** se representa el costo directo de la línea individual interior para 13 departamentos típicos: 202, 302, 403, 503, 603, 703, 803, 903, 1003, 1103, 1203, 1303 y 1403.

**Tabla 37****Costo Directo línea individual interior (3) - Topología 1**

| Ítem | Descripción  | Unidad | Cantidad | Costo unitario (S/)                       | Costo total (S/)    |
|------|--|--------|----------|---|---------------------|
| 4.1  | Medidor G2.5 para GN/GLP para baja presión                                       | unid.  | 1        | 250.00                                    | S/ 250.00           |
| 4.2  | Medidor G4 para GN/GLP para baja presión   | unid.  |          | 350.00                                    | S/ 0.00             |
| 4.3  | Válvula de corte 1/2" de bronce NPT - Tipo bola con manija tipo mariposa         | unid.  | 3        | 21.00                                     | S/ 63.00            |
| 4.4  | Válvula de corte general 3/4" de bronce NPT - Tipo bola con manija tipo mariposa | unid.  | 1        | 30.80                                     | S/ 30.80            |
| 4.5  | Tubería de cobre rígido sin costura, NTP 342.042 o ASTM B88 de Ø1/2" - Tipo "L"  | mts.   | 9.00     | 26.30                                     | S/ 236.70           |
| 4.6  | Tubería de cobre rígido sin costura, NTP 342.042 o ASTM B88 de Ø3/4" - Tipo "L"  | mts.   | 22.00    | 40.83                                     | S/ 898.26           |
| 4.7  | Tubería de PVC Ø3/4", NTP 399.006 (clase ligera) para camisa de tubería de Ø1/2" | mts.   | 9.00     | 1.50                                      | S/ 13.50            |
| 4.8  | Tubería de PVC Ø1", NTP 399.006 (clase ligera) para camisa de tubería de Ø3/4"   | mts.   | 22.00    | 2.00                                      | S/ 44.00            |
| 4.9  | Codo de cobre Ø1/2" x 90° , NTP 342.522 o ASME B16.22, Tipo "L"                  | unid.  | 15       | 1.47                                      | S/ 22.05            |
| 4.10 | Codo de cobre Ø3/4" x 90° , NTP 342.522 o ASME B16.22, Tipo "L"                  | unid.  | 7        | 3.50                                      | S/ 24.50            |
| 4.11 | Codo cachimbo soldable con rosca NTP Ø1/2" x 90° de bronce - Hermbra             | unid.  | 3        | 4.66                                      | S/ 13.98            |
| 4.12 | Tee de cobre Ø1/2", NTP 342.522 o ASME B16.22, Tipo "L"                          | unid.  |          | 2.56                                      | S/ 0.00             |
| 4.13 | Tee de cobre Ø3/4", NTP 342.522 o ASME B16.22, Tipo "L"                          | unid.  | 2        | 6.23                                      | S/ 12.46            |
| 4.14 | Reduccion Ø3/4" x Ø1/2" de cobre   | unid.  | 3        | 2.66                                      | S/ 7.98             |
| 4.15 | Adaptador macho de bronce Ø1/2"  | unid.  | 6        | 3.15                                      | S/ 18.90            |
| 4.16 | Adaptador macho de bronce Ø3/4"  | unid.  | 2        | 4.76                                      | S/ 9.52             |
| 4.17 | Unión simple de cobre Ø3/4" x Ø3/4", NTP 342.522 o ASME B16.22, Tipo "L"         | unid.  |          | 2.24                                      | S/ 0.00             |
| 4.18 | Tapón roscable 1/2" de f°g° - Macho  | unid.  | 3        | 1.50                                      | S/ 4.50             |
| 4.19 | Tapón roscable 3/4" de f°g° - Macho  | unid.  |          | 2.00                                      | S/ 0.00             |
| 4.20 | Conector para medidor GN/GLP 3/4" de bronce - Hembra                             | unid.  | 1        | 15.00                                     | S/ 15.00            |
|      |  |        |          | <b>Costo sub total de 1 departamento:</b> | <b>S/ 1,665.15</b>  |
|      |  |        |          | <b>Cantidad de departamentos:</b>         | <b>13</b>           |
|      |  |        |          | <b>Costo sub total:</b>                   | <b>S/ 21,646.95</b> |



En la **Tabla 38** se representa el costo directo de la línea individual interior para 14 departamentos típicos: 102, 203, 303, 404, 504, 604, 704, 804, 904, 1004, 1104, 1204, 1304 y 1404.

**Tabla 38**

*Costo Directo línea individual interior (4) - Topología 1*

| 26<br>n | Descripción  | Unidad | Cantidad | Costo unitario                            | Costo total         |
|---------|--|--------|----------|---|---------------------|
|         |  |        |          | (S/)                                      | (S/)                |
| 5.1     | Medidor G2.5 para GN/GLP para baja presión                                       | unid.  | 1        | 250.00                                    | S/ 250.00           |
| 5.2     | Medidor G4 para GN/GLP para baja presión   | unid.  |          | 350.00                                    | S/ 0.00             |
| 5.3     | Válvula de corte 1/2" de bronce NPT - Tipo bola con manija tipo mariposa         | unid.  | 3        | 21.00                                     | S/ 63.00            |
| 5.4     | Válvula de corte general 3/4" de bronce NPT - Tipo bola con manija tipo mariposa | unid.  | 1        | 30.80                                     | S/ 30.80            |
| 5.5     | Tubería de cobre rígido sin costura, NTP 342.042 o ASTM B88 de Ø1/2" - Tipo "L"  | mts.   | 12.00    | 26.30                                     | S/ 315.60           |
| 5.6     | Tubería de cobre rígido sin costura, NTP 342.042 o ASTM B88 de Ø3/4" - Tipo "L"  | mts.   | 9.00     | 40.83                                     | S/ 367.47           |
| 5.7     | Tubería de PVC Ø3/4", NTP 399.006 (clase ligera) para camisa de tubería de Ø1/2" | mts.   | 12.00    | 1.50                                      | S/ 18.00            |
| 5.8     | Tubería de PVC Ø1", NTP 399.006 (clase ligera) para camisa de tubería de Ø3/4"   | mts.   | 9.00     | 2.00                                      | S/ 18.00            |
| 5.9     | Codo de cobre Ø1/2" x 90°, NTP 342.522 o ASME B16.22, Tipo "L"                   | unid.  | 16       | 1.47                                      | S/ 23.52            |
| 5.10    | Codo de cobre Ø3/4" x 90°, NTP 342.522 o ASME B16.22, Tipo "L"                   | unid.  | 5        | 3.50                                      | S/ 17.50            |
| 5.11    | Codo cachimbo soldable con rosca NTP Ø1/2" x 90° de bronce - Hembra              | unid.  | 3        | 4.66                                      | S/ 13.98            |
| 5.12    | Tee de cobre Ø1/2", NTP 342.522 o ASME B16.22, Tipo "L"                          | unid.  |          | 2.56                                      | S/ 0.00             |
| 5.13    | Tee de cobre Ø3/4", NTP 342.522 o ASME B16.22, Tipo "L"                          | unid.  | 2        | 6.23                                      | S/ 12.46            |
| 5.14    | Reduccion Ø3/4" x Ø1/2" de cobre   | unid.  | 3        | 2.66                                      | S/ 7.98             |
| 5.15    | Adaptador macho de bronce Ø1/2"  | unid.  | 6        | 3.15                                      | S/ 18.90            |
| 5.16    | Adaptador macho de bronce Ø3/4"  | unid.  | 2        | 4.76                                      | S/ 9.52             |
| 5.17    | Unión simple de cobre Ø3/4" x Ø3/4", NTP 342.522 o ASME B16.22, Tipo "L"         | unid.  |          | 2.24                                      | S/ 0.00             |
| 5.18    | Tapón roscable 1/2" de f°g° - Macho  | unid.  | 3        | 1.50                                      | S/ 4.50             |
| 5.19    | Tapón roscable 3/4" de f°g° - Macho  | unid.  |          | 2.00                                      | S/ 0.00             |
| 5.20    | Conector para medidor GN/GLP 3/4" de bronce - Hembra                             | unid.  | 1        | 15.00                                     | S/ 15.00            |
|         |  |        |          | <b>Costo sub total de 1 departamento:</b> | <b>S/ 1,186.23</b>  |
|         |  |        |          | <b>Cantidad de departamentos:</b>         | <b>14</b>           |
|         |  |        |          | <b>Costo sub total:</b>                   | <b>S/ 16,607.22</b> |

En la **Tabla 39** se representa el costo directo de la línea individual interior para 14 departamentos típicos: 204, 304, 405, 505, 605, 705, 805, 905, 1005, 1105, 1205, 1305 y 1405.

**Tabla 39****Costo Directo línea individual interior (5) - Topología 1**

| Ítem                                      | Descripción  | Unidad | Cantidad | Costo unitario (S/) | Costo total (S/)    |
|---|--|--------|----------|---------------------|---------------------|
| 6.1                                       | Medidor G2.5 para GN/GLP para baja presión                                       | unid.  | 1        | 250.00              | S/ 250.00           |
| 6.2                                       | Medidor G4 para GN/GLP para baja presión   | unid.  |          | 350.00              | S/ 0.00             |
| 6.3                                       | Válvula de corte 1/2" de bronce NPT - Tipo bola con manija tipo mariposa         | unid.  | 3        | 21.00               | S/ 63.00            |
| 6.4                                       | Válvula de corte general 3/4" de bronce NPT - Tipo bola con manija tipo mariposa | unid.  | 1        | 30.80               | S/ 30.80            |
| 6.5                                       | Tubería de cobre rígido sin costura, NTP 342.042 o ASTM B88 de Ø1/2" - Tipo "L"  | mts.   | 11.00    | 26.30               | S/ 289.30           |
| 6.6                                       | Tubería de cobre rígido sin costura, NTP 342.042 o ASTM B88 de Ø3/4" - Tipo "L"  | mts.   | 15.00    | 40.83               | S/ 612.45           |
| 6.7                                       | Tubería de PVC Ø3/4", NTP 399.006 (clase ligera) para camisa de tubería de Ø1/2" | mts.   | 11.00    | 1.50                | S/ 16.50            |
| 6.8                                       | Tubería de PVC Ø1", NTP 399.006 (clase ligera) para camisa de tubería de Ø3/4"   | mts.   | 15.00    | 2.00                | S/ 30.00            |
| 6.9                                       | Codo de cobre Ø1/2" x 90°, NTP 342.522 o ASME B16.22, Tipo "L"                   | unid.  | 17       | 1.47                | S/ 24.99            |
| 6.10                                      | Codo de cobre Ø3/4" x 90°, NTP 342.522 o ASME B16.22, Tipo "L"                   | unid.  | 7        | 3.50                | S/ 24.50            |
| 6.11                                      | Codo cachimbo soldable con rosca NTP Ø1/2" x 90° de bronce - Hembra              | unid.  | 3        | 4.66                | S/ 13.98            |
| 6.12                                      | Tee de cobre Ø1/2", NTP 342.522 o ASME B16.22, Tipo "L"                          | unid.  |          | 2.56                | S/ 0.00             |
| 6.13                                      | Tee de cobre Ø3/4", NTP 342.522 o ASME B16.22, Tipo "L"                          | unid.  | 2        | 6.23                | S/ 12.46            |
| 6.14                                      | Reduccion Ø3/4" x Ø1/2" de cobre   | unid.  | 3        | 2.66                | S/ 7.98             |
| 6.15                                      | Adaptador macho de bronce Ø1/2"  | unid.  | 6        | 3.15                | S/ 18.90            |
| 6.16                                      | Adaptador macho de bronce Ø3/4"  | unid.  | 2        | 4.76                | S/ 9.52             |
| 6.17                                      | Unión simple de cobre Ø3/4" x Ø3/4", NTP 342.522 o ASME B16.22, Tipo "L"         | unid.  |          | 2.24                | S/ 0.00             |
| 6.18                                      | Tapón roscable 1/2" de f°g° - Macho  | unid.  | 3        | 1.50                | S/ 4.50             |
| 6.19                                      | Tapón roscable 3/4" de f°g° - Macho  | unid.  |          | 2.00                | S/ 0.00             |
| 6.20                                      | Conector para medidor GN/GLP 3/4" de bronce - Hembra                             | unid.  | 1        | 15.00               | S/ 15.00            |
| <b>Costo sub total de 1 departamento:</b> |  |        |          |                     | <b>S/ 1,423.88</b>  |
| <b>Cantidad de departamentos:</b>         |  |        |          |                     | <b>13</b>           |
| <b>Costo sub total:</b>                   |  |        |          |                     | <b>S/ 18,510.44</b> |

En la **Tabla 40** se representa el costo directo de la línea individual interior para 2 departamentos típicos: 201 y 301.

**Tabla 40****Costo Directo línea individual interior (6) - Topología 1**

| Ítem                                      | Descripción  | Unidad | Cantidad | Costo unitario (S/) | Costo total (S/)   |
|---|--|--------|----------|---------------------|--------------------|
| 7.1                                       | Medidor G2.5 para GN/GLP para baja presión                                       | unid.  | 1        | 250.00              | S/ 250.00          |
| 7.2                                       | Medidor G4 para GN/GLP para baja presión   | unid.  |          | 350.00              | S/ 0.00            |
| 7.3                                       | Válvula de corte 1/2" de bronce NPT - Tipo bola con manija tipo mariposa         | unid.  | 3        | 21.00               | S/ 63.00           |
| 7.4                                       | Válvula de corte general 3/4" de bronce NPT - Tipo bola con manija tipo mariposa | unid.  | 1        | 30.80               | S/ 30.80           |
| 7.5                                       | Tubería de cobre rígido sin costura, NTP 342.042 o ASTM B88 de Ø1/2" - Tipo "L"  | mts.   | 22.00    | 26.30               | S/ 578.60          |
| 7.6                                       | Tubería de cobre rígido sin costura, NTP 342.042 o ASTM B88 de Ø3/4" - Tipo "L"  | mts.   | 7.00     | 40.83               | S/ 285.81          |
| 7.7                                       | Tubería de PVC Ø3/4", NTP 399.006 (clase ligera) para camisa de tubería de Ø1/2" | mts.   | 22.00    | 1.50                | S/ 33.00           |
| 7.8                                       | Tubería de PVC Ø1", NTP 399.006 (clase ligera) para camisa de tubería de Ø3/4"   | mts.   | 7.00     | 2.00                | S/ 14.00           |
| 7.9                                       | Codo de cobre Ø1/2" x 90°, NTP 342.522 o ASME B16.22, Tipo "L"                   | unid.  | 17       | 1.47                | S/ 24.99           |
| 7.10                                      | Codo de cobre Ø3/4" x 90°, NTP 342.522 o ASME B16.22, Tipo "L"                   | unid.  | 5        | 3.50                | S/ 17.50           |
| 7.11                                      | Codo cachimbo soldable con rosca NTP Ø1/2" x 90° de bronce - Hembra              | unid.  | 3        | 4.66                | S/ 13.98           |
| 7.12                                      | Tee de cobre Ø1/2", NTP 342.522 o ASME B16.22, Tipo "L"                          | unid.  |          | 2.56                | S/ 0.00            |
| 7.13                                      | Tee de cobre Ø3/4", NTP 342.522 o ASME B16.22, Tipo "L"                          | unid.  | 2        | 6.23                | S/ 12.46           |
| 7.14                                      | Reduccion Ø3/4" x Ø1/2" de cobre   | unid.  | 3        | 2.66                | S/ 7.98            |
| 7.15                                      | Adaptador macho de bronce Ø1/2"  | unid.  | 6        | 3.15                | S/ 18.90           |
| 7.16                                      | Adaptador macho de bronce Ø3/4"  | unid.  | 2        | 4.76                | S/ 9.52            |
| 7.17                                      | Unión simple de cobre Ø3/4" x Ø3/4", NTP 342.522 o ASME B16.22, Tipo "L"         | unid.  |          | 2.24                | S/ 0.00            |
| 7.18                                      | Tapón roscable 1/2" de f°g° - Macho  | unid.  | 3        | 1.50                | S/ 4.50            |
| 7.19                                      | Tapón roscable 3/4" de f°g° - Macho  | unid.  |          | 2.00                | S/ 0.00            |
| 7.20                                      | Conector para medidor GN/GLP 3/4" de bronce - Hembra                             | unid.  | 1        | 15.00               | S/ 15.00           |
| <b>Costo sub total de 1 departamento:</b> |  |        |          |                     | <b>S/ 1,380.04</b> |
| <b>Cantidad de departamentos:</b>         |  |        |          |                     | <b>2</b>           |
| <b>Costo sub total:</b>                   |  |        |          |                     | <b>S/ 2,760.08</b> |

En la **Tabla 41** se representa el costo directo de la línea individual interior para 1 departamento: 103

**Tabla 41**

*Costo Directo línea individual interior (7) - Topología 1*

| Ítem                                      | Descripción  | Unidad | Cantidad | Costo unitario (S/) | Costo total (S/)   |
|---|--|--------|----------|---------------------|--------------------|
| 8.1                                       | Medidor G2.5 para GN/GLP para baja presión                                       | unid.  | 1        | 250.00              | S/ 250.00          |
| 8.2                                       | Medidor G4 para GN/GLP para baja presión   | unid.  |          | 350.00              | S/ 0.00            |
| 8.3                                       | Válvula de corte 1/2" de bronce NPT - Tipo bola con manija tipo mariposa         | unid.  | 3        | 21.00               | S/ 63.00           |
| 8.4                                       | Válvula de corte general 3/4" de bronce NPT - Tipo bola con manija tipo mariposa | unid.  | 1        | 30.80               | S/ 30.80           |
| 8.5                                       | Tubería de cobre rígido sin costura, NTP 342.042 o ASTM B88 de Ø1/2" - Tipo "L"  | mts.   | 12.00    | 26.30               | S/ 315.60          |
| 8.6                                       | Tubería de cobre rígido sin costura, NTP 342.042 o ASTM B88 de Ø3/4" - Tipo "L"  | mts.   | 11.00    | 40.83               | S/ 449.13          |
| 8.7                                       | Tubería de PVC Ø3/4", NTP 399.006 (clase ligera) para camisa de tubería de Ø1/2" | mts.   | 12.00    | 1.50                | S/ 18.00           |
| 8.8                                       | Tubería de PVC Ø1", NTP 399.006 (clase ligera) para camisa de tubería de Ø3/4"   | mts.   | 11.00    | 2.00                | S/ 22.00           |
| 8.9                                       | Codo de cobre Ø1/2" x 90°, NTP 342.522 o ASME B16.22, Tipo "L"                   | unid.  | 17       | 1.47                | S/ 24.99           |
| 8.10                                      | Codo de cobre Ø3/4" x 90°, NTP 342.522 o ASME B16.22, Tipo "L"                   | unid.  | 6        | 3.50                | S/ 21.00           |
| 8.11                                      | Codo cachimbo soldable con rosca NTP Ø1/2" x 90° de bronce - Hermembra           | unid.  | 3        | 4.66                | S/ 13.98           |
| 8.12                                      | Tee de cobre Ø1/2", NTP 342.522 o ASME B16.22, Tipo "L"                          | unid.  |          | 2.56                | S/ 0.00            |
| 8.13                                      | Tee de cobre Ø3/4", NTP 342.522 o ASME B16.22, Tipo "L"                          | unid.  | 2        | 6.23                | S/ 12.46           |
| 8.14                                      | Reducción Ø3/4" x Ø1/2" de cobre   | unid.  | 3        | 2.66                | S/ 7.98            |
| 8.15                                      | Adaptador macho de bronce Ø1/2"  | unid.  | 6        | 3.15                | S/ 18.90           |
| 8.16                                      | Adaptador macho de bronce Ø3/4"  | unid.  | 2        | 4.76                | S/ 9.52            |
| 8.17                                      | Unión simple de cobre Ø3/4" x Ø3/4", NTP 342.522 o ASME B16.22, Tipo "L"         | unid.  |          | 2.24                | S/ 0.00            |
| 8.18                                      | Tapón roscable 1/2" de f°g° - Macho  | unid.  | 3        | 1.50                | S/ 4.50            |
| 8.19                                      | Tapón roscable 3/4" de f°g° - Macho  | unid.  |          | 2.00                | S/ 0.00            |
| 8.20                                      | Conector para medidor GN/GLP 3/4" de bronce - Hembra                             | unid.  | 1        | 15.00               | S/ 15.00           |
| <b>Costo sub total de 1 departamento:</b> |  |        |          |                     | <b>S/ 1,276.86</b> |
| <b>Cantidad de departamentos:</b>         |  |        |          |                     | <b>1</b>           |
| <b>Costo sub total:</b>                   |  |        |          |                     | <b>S/ 1,276.86</b> |

En la **Figura 63** se presenta los costos directos totales calculados, estos incluyen los costos directos de la línea montante y los costos directos de las líneas individuales de los departamentos del edificio multifamiliar para la Topología 1: CRM distribuido por piso.

**Figura 63**

Resumen de precios de línea montante y línea individual interior para la topología 1

|   |             |                             |                      |
|---|-------------|-----------------------------|----------------------|
| <b>1.0 LINEA MONTANTE</b>   |             | <b>Costo sub total:</b>     | <b>S/ 27,347.31</b>  |
| <b>2.0 DEPARTAMENTOS SIMPLES:</b>   | 66 unidades |                             |                      |
| 101, 401, 501, 601, 701, 801, 901, 1001, 1101, 1201, 1301, 1401           | 12 unidades | Costo sub total:            | S/ 12,581.64         |
| 402, 502, 602, 702, 802, 902, 1002, 1102, 1202, 1302, 1402                | 11 unidades | Costo sub total:            | S/ 11,549.34         |
| 202, 302, 403, 503, 603, 703, 803, 903, 1003, 1103, 1203, 1303, 1403      | 13 unidades | Costo sub total:            | S/ 21,646.95         |
| 102, 203, 303, 404, 504, 604, 704, 804, 904, 1004, 1104, 1204, 1304, 1404 | 14 unidades | Costo sub total:            | S/ 16,607.22         |
| 204, 304, 405, 505, 605, 705, 805, 905, 1005, 1105, 1205, 1305, 1405      | 13 unidades | Costo sub total:            | S/ 18,510.44         |
| 201, 301  | 2 unidades  | Costo sub total:            | S/ 2,760.08          |
| 103,  | 1 unidades  | Costo sub total:            | S/ 1,276.86          |
|   |             | <b>Costo sub total:</b>     | <b>S/ 84,932.53</b>  |
|   |             | <b>Costo total sin IGV:</b> | <b>S/ 112,279.84</b> |
|   |             | <b>IGV (18%):</b>           | <b>S/ 20,210.37</b>  |
|   |             | <b>Costo total con IGV:</b> | <b>S/ 132,490.21</b> |

### 3.2.1.7. Validación del proyecto de inversión

La validación del proyecto de inversión en esta tesis está orientada al análisis de los valores obtenidos del cálculo del <sup>24</sup> Valor Actual Neto “VAN” y la Tasa Interna de retorno “TIR”, ya que estas son dos herramientas financieras que nos permiten determinar si un proyecto tendrá rentabilidad o no, o si un proyecto es viable o no.

Para la Topología 1 se tiene una inversión inicial de S/ 50,000.00 que se irá renovando bimestralmente con S/ 16,600.00 durante un periodo de 10 meses, con una tasa del 10% y esperando un retorno mensual de S/ 25,000.00.

#### 3.2.1.7.1. Cálculo de VAN

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{Fn_t}{(1+k)^t}$$

Donde:

$I_0$  = Es la inversión inicial

$k$  = Es la tasa de descuento

$Fn_t$  = Flujo neto de efectivo

$t$  = Es el número de periodos de tiempos

Para la Topología 1:

$$VAN = -I_0 + \frac{Fn_1}{(1+k)^1} + \frac{Fn_2}{(1+k)^2} + \frac{Fn_3}{(1+k)^3} + \frac{Fn_4}{(1+k)^4} + \dots + \frac{Fn_{10}}{(1+k)^{10}}$$

Reemplazamos:

$$VAN = -50000 + \frac{25000}{(1+0.1)^1} + \frac{8400}{(1+0.1)^2} + \frac{25000}{(1+0.1)^3} + \frac{8400}{(1+0.1)^4} + \frac{25000}{(1+0.1)^5} + \frac{8400}{(1+0.1)^6} + \frac{25000}{(1+0.1)^7} + \frac{8400}{(1+0.1)^8} + \frac{25000}{(1+0.1)^9} + \frac{8400}{(1+0.1)^{10}}$$

$$\therefore VAN = S/55,042.84$$

$$\therefore VAN > 0 \quad (\text{El proyecto es aceptable})$$

### 3.2.1.7.2. Cálculo de TIR

$$VAN = 0$$

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{Fn_t}{(1 + TIR)^t} = 0$$

Donde:

$VAN$  = Valor actual neto

$I_0$  = Es la inversión inicial

$Fn_t$  = Flujo neto de efectivo

$t$  = Es el número de periodos de tiempos

Para la Topología 1:

$$VAN = -I_0 + \frac{17000}{(1 + TIR)^1} + \frac{8400}{(1 + TIR)^2} + \frac{25000}{(1 + TIR)^3} + \frac{8400}{(1 + TIR)^4} + \dots + \frac{25000}{(1 + TIR)^{10}}$$

Reemplazamos:

$$0 = -50000 + \frac{17000}{(1 + TIR)^1} + \frac{8400}{(1 + TIR)^2} + \frac{25000}{(1 + TIR)^3} + \frac{8400}{(1 + TIR)^4} + \frac{25000}{(1 + TIR)^5} + \frac{8400}{(1 + TIR)^6} + \frac{25000}{(1 + TIR)^7} + \frac{8400}{(1 + TIR)^8} + \frac{25000}{(1 + TIR)^9} + \frac{8400}{(1 + TIR)^{10}}$$

$$\therefore TIR = 34\%$$

$$\therefore TIR > 0 \wedge TIR > Tasa (k) \quad (\text{El proyecto es aceptable})$$

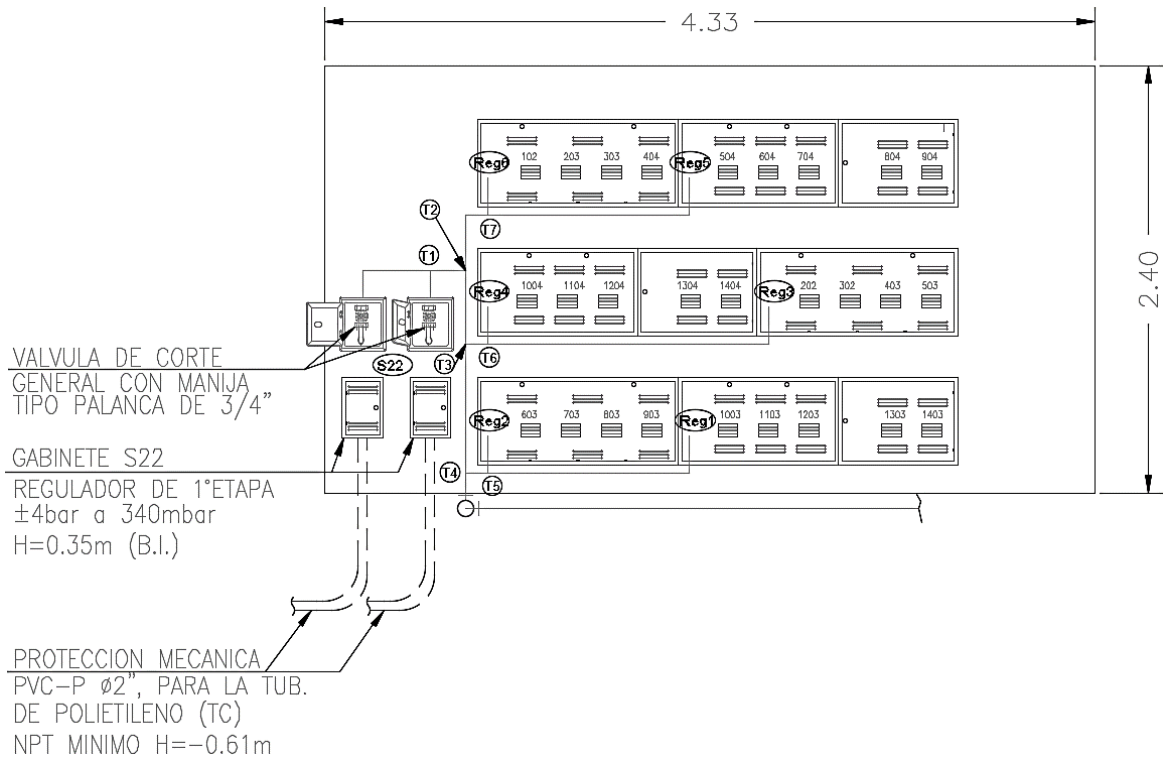
### ***3.2.2. Topología 2: CRM centralizado en primer piso***

### 3.2.2.1. Ubicación de Gabinetes de 1° y 2° Etapa

En la **Figura 64**, se presenta la ubicación centralizada del centro de regulación de primera etapa y el banco de medición con segunda etapa de regulación más los medidores.

**Figura 64**

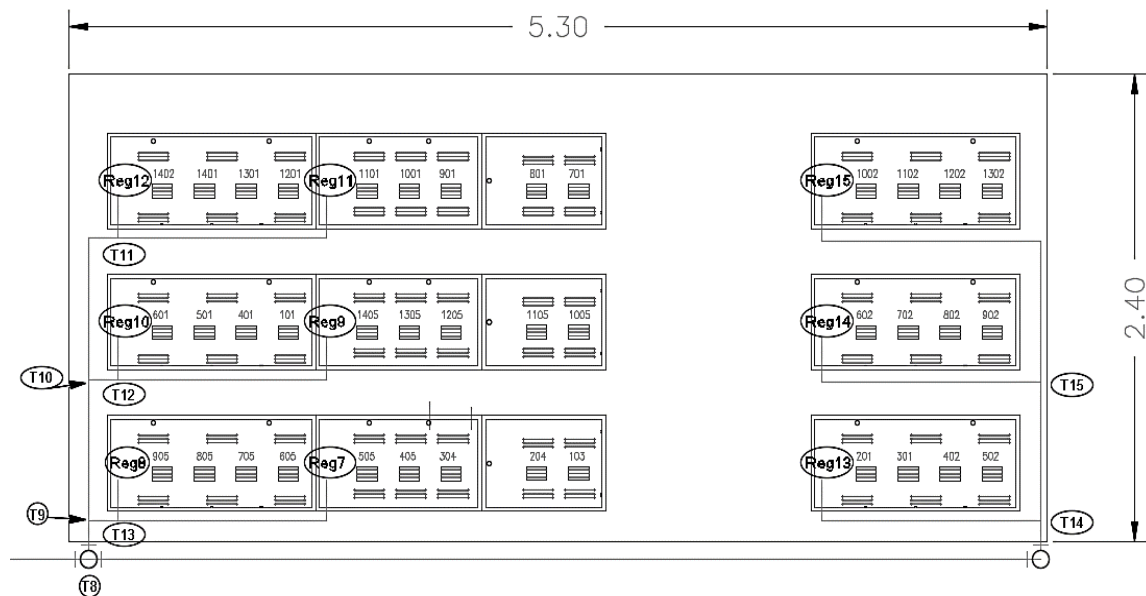
*Ubicación del centro de regulación de primera y segunda etapa – Banco de medidor 1*



En la **Figura 65**, se presenta la distribución centralizada del centro de regulación y medición de segunda etapa.

**Figura 65**

*Distribución de los centros de regulación y medición de segunda etapa centralizados en primer piso – Banco de medidor 2*



El diseño de la “Topología 2: CRM centralizado en primer piso” consiste en suministrar gas natural seco por medio de una línea montante, de material de cobre, al centro de regulación y medición de segunda etapa, están agrupados en dos bancos de medidores. La regulación de primera etapa se encuentra ubicado en el banco de medidor 1, necesarios por las características de la arquitectura. La montante inicia su recorrido a la salida del regulador del primera etapa (S22) ubicado en el banco de medidor 1 y mediante una bifurcación llega al banco de medidor 2, ambos bancos de centros de regulación y medición están ubicados al lado izquierdo del ingreso vehicular.

1 De los centros de regulación y medición de segunda etapa se distribuirá las líneas individuales interiores, de material de cobre, para satisfacer la carga térmica de los departamentos. Las líneas individuales empiezan empotradas en la pared del banco de medidores, luego bajan con dirección al sótano y continúan su recorrido suspendido al techo, atravesando el estacionamiento hasta llegar a los patios de ventilación para luego ascender verticalmente y alimentar a cada departamento, hasta llegar a los gasodomésticos, estos se interconectarán a través de conectores flexibles.



### 3.2.2.2. Cálculo del Sistema de Ventilación

#### 3.2.2.2.1. Determinación de los ambientes interiores confinados en los departamentos

Para el cálculo de los ambientes confinados, su procedimiento sigue los mismos pasos que fueron desarrollados a detalle en la Topología 1, es por ello que se elaboró un cuadro resumen de cálculo usando el programa Microsoft Excel. A continuación, se presentan todos los cálculos resumidos. Véase **Figura 66**.

**Figura 66**

*Resumen de cálculos de ambiente confinado o no confinado*

| Piso                 | Ambiente                   | Potencia Artefactos (kW) | Area del Recinto (m <sup>2</sup> ) | Altura del Recinto (m) | Volumen del recinto (m <sup>3</sup> /kw) | Factor por muebles en recinto | Volumen de aire real del recinto (m <sup>3</sup> /kw) | volumen de aire mínimo (m <sup>3</sup> /kw) | Conclusión   |
|----------------------|----------------------------|--------------------------|------------------------------------|------------------------|--|-------------------------------|---|---|--------------|
| <b>1°PISO</b>        |                            |                          |                                    |                        |  |                               |   |   |              |
| DPTO.101             | Kitchenette, sala, comedor | 12                       | 29.50                              | 2.60                   | 6.39                                     | 0.8                           | 5.11  | 4.8   | No Confinado |
|                      | Lavanderia                 | 16                       | 1.10                               | 2.6                    | 0.18                                     | 0.8                           | 0.14  | 4.8   | Confinado    |
| DPTO.102             | Kitchenette, sala, comedor | 12                       | 30.25                              | 2.60                   | 6.55                                     | 0.8                           | 5.24  | 4.8   | No Confinado |
|                      | Lavanderia                 | 16                       | 1.10                               | 2.6                    | 0.18                                     | 0.8                           | 0.14  | 4.8   | Confinado    |
| DPTO.103             | Kitchenette, sala, comedor | 12                       | 35.20                              | 2.60                   | 7.63                                     | 0.8                           | 6.10  | 4.8   | No Confinado |
|                      | Lavanderia                 | 16                       | 1.85                               | 2.6                    | 0.30                                     | 0.8                           | 0.24  | 4.8   | Confinado    |
| <b>2° Y 3°PISO</b>   |                            |                          |                                    |                        |  |                               |   |   |              |
| DPTO.X01             | Kitchenette, sala, comedor | 12                       | 62.35                              | 2.60                   | 13.51                                    | 0.8                           | 10.81   | 4.8   | No Confinado |
|                      | Lavanderia                 | 16                       | 3.57                               | 2.6                    | 0.58                                     | 0.8                           | 0.46  | 4.8   | Confinado    |
| DPTO.X02             | Kitchenette, sala, comedor | 12                       | 26.50                              | 2.60                   | 5.74                                     | 0.8                           | 4.59  | 4.8   | Confinado    |
|                      | Lavanderia                 | 16                       | 1.10                               | 2.6                    | 0.18                                     | 0.8                           | 0.14  | 4.8   | Confinado    |
| DPTO.X03             | Kitchenette, sala, comedor | 12                       | 30.30                              | 2.60                   | 6.57                                     | 0.8                           | 5.25  | 4.8   | No Confinado |
|                      | Lavanderia                 | 16                       | 1.10                               | 2.6                    | 0.18                                     | 0.8                           | 0.14  | 4.8   | Confinado    |
| DPTO.X04             | Kitchenette, sala, comedor | 12                       | 35.20                              | 2.60                   | 7.63                                     | 0.8                           | 6.10  | 4.8   | No Confinado |
|                      | Lavanderia                 | 16                       | 1.80                               | 2.6                    | 0.29                                     | 0.8                           | 0.23  | 4.8   | Confinado    |
| <b>4° AL 14°PISO</b> |                            |                          |                                    |                        |  |                               |   |   |              |
| DPTO.X01             | Kitchenette, sala, comedor | 12                       | 29.20                              | 2.60                   | 6.33                                     | 0.8                           | 5.06  | 4.8   | No Confinado |
|                      | Lavanderia                 | 16                       | 1.10                               | 2.6                    | 0.18                                     | 0.8                           | 0.14  | 4.8   | Confinado    |
| DPTO.X02             | Kitchenette, sala, comedor | 12                       | 29.30                              | 2.60                   | 6.35                                     | 0.8                           | 5.08  | 4.8   | No Confinado |
|                      | Lavanderia                 | 16                       | 1.10                               | 2.6                    | 0.18                                     | 0.8                           | 0.14  | 4.8   | Confinado    |
| DPTO.X03             | Kitchenette, sala, comedor | 12                       | 26.50                              | 2.60                   | 5.74                                     | 0.8                           | 4.59  | 4.8   | Confinado    |
|                      | Lavanderia                 | 16                       | 1.10                               | 2.6                    | 0.18                                     | 0.8                           | 0.14  | 4.8   | Confinado    |
| DPTO.X04             | Kitchenette, sala, comedor | 12                       | 30.30                              | 2.60                   | 6.57                                     | 0.8                           | 5.25  | 4.8   | No Confinado |
|                      | Lavanderia                 | 16                       | 1.10                               | 2.6                    | 0.18                                     | 0.8                           | 0.14  | 4.8   | Confinado    |
| DPTO.X05             | Kitchenette, sala, comedor | 12                       | 35.50                              | 2.60                   | 7.69                                     | 0.8                           | 6.15  | 4.8   | No Confinado |
|                      | Lavanderia                 | 16                       | 1.80                               | 2.6                    | 0.29                                     | 0.8                           | 0.23  | 4.8   | Confinado    |

### 3.2.2.2. Cálculo y selección de rejillas de ventilación permanente en los departamentos

Para el cálculo de las rejillas de ventilación, su procedimiento sigue los mismos pasos que fueron desarrollados a detalle en la Topología 1, es por ello que se elaboró un cuadro resumen de cálculo usando el programa Microsoft Excel. A continuación, se presentan todos los cálculos resumidos. Véase **Figura 67**.

**Figura 67**

#### Resumen de cálculo de rejillas

| Piso                 | Ambiente                               | Tipo de Ventilación | Potencia Artefactos (kW) | Factor de ventilación (cm <sup>2</sup> /kW) | Area efectiva Minima (cm <sup>2</sup> ) | Area efectiva de Seguridad (cm <sup>2</sup> ) | Area efectiva Aprobado (cm <sup>2</sup> ) | Factor por rejilla Plastica | Area minima Rejilla (cm <sup>2</sup> ) | Area Rejilla Comercial (cm <sup>2</sup> ) | Rejilla Comercial Projectada a x b | Aberturas Permanentes |
|----------------------|--|---------------------|--------------------------|---|---|---|---|-----------------------------|--|---|------------------------------------|-----------------------|
| <b>1°PISO</b>        |  |                     |                          |   |   |   |   |                             |  |   |                                    |                       |
| DPTO.101             | Kitchenette, sala, comedor, lavandería | Exterior            | 28                       | 6   | 168                                     | 280   | 280                                       | 0.6                         | 466.67                                 | 500                                       | 25 x 20 cm                         | 2                     |
|                      | Lavandería                             | Interior            | 16                       | 22  | 352                                     | 645   | 645                                       | 0.6                         | 1075.00                                | 1215                                      | 47.7 x 29.6 cm                     | 2                     |
| DPTO.102             | Kitchenette, sala, comedor, lavandería | Exterior            | 28                       | 6   | 168                                     | 280   | 280                                       | 0.6                         | 466.67                                 | 500                                       | 25 x 20 cm                         | 2                     |
|                      | Lavandería                             | Interior            | 16                       | 22  | 352                                     | 645   | 645                                       | 0.6                         | 1075.00                                | 1215                                      | 47.7 x 29.6 cm                     | 2                     |
| DPTO.103             | Kitchenette, sala, comedor, lavandería | Exterior            | 28                       | 6   | 168                                     | 280   | 280                                       | 0.6                         | 466.67                                 | 500                                       | 25 x 20 cm                         | 2                     |
|                      | Lavandería                             | Interior            | 16                       | 22  | 352                                     | 645   | 645                                       | 0.6                         | 1075.00                                | 1215                                      | 47.7 x 29.6 cm                     | 2                     |
| <b>2° Y 3°PISO</b>   |  |                     |                          |   |   |   |   |                             |  |   |                                    |                       |
| DPTO.X01             | Kitchenette, sala, comedor, lavandería | Exterior            | 28                       | 6   | 168                                     | 280   | 280                                       | 0.6                         | 466.67                                 | 500                                       | 25 x 20 cm                         | 2                     |
|                      | Lavandería                             | Interior            | 16                       | 22  | 352                                     | 645   | 645                                       | 0.6                         | 1075.00                                | 1215                                      | 47.7 x 29.6 cm                     | 2                     |
| DPTO.X02             | Kitchenette, sala, comedor, lavandería | Exterior            | 28                       | 6   | 168                                     | 280   | 280                                       | 0.6                         | 466.67                                 | 500                                       | 25 x 20 cm                         | 2                     |
|                      | Lavandería                             | Interior            | 16                       | 22  | 352                                     | 645   | 645                                       | 0.6                         | 1075.00                                | 1215                                      | 47.7 x 29.6 cm                     | 2                     |
| DPTO.X03             | Kitchenette, sala, comedor, lavandería | Exterior            | 28                       | 6   | 168                                     | 280   | 280                                       | 0.6                         | 466.67                                 | 500                                       | 25 x 20 cm                         | 2                     |
|                      | Lavandería                             | Interior            | 16                       | 22  | 352                                     | 645   | 645                                       | 0.6                         | 1075.00                                | 1215                                      | 47.7 x 29.6 cm                     | 2                     |
| DPTO.X04             | Kitchenette, sala, comedor, lavandería | Exterior            | 28                       | 6   | 168                                     | 280   | 280                                       | 0.6                         | 466.67                                 | 500                                       | 25 x 20 cm                         | 2                     |
|                      | Lavandería                             | Interior            | 16                       | 22  | 352                                     | 645   | 645                                       | 0.6                         | 1075.00                                | 1215                                      | 47.7 x 29.6 cm                     | 2                     |
| <b>4° AL 14°PISO</b> |  |                     |                          |   |   |   |   |                             |  |   |                                    |                       |
| DPTO.X01             | Kitchenette, sala, comedor, lavandería | Exterior            | 28                       | 6   | 168                                     | 280   | 280                                       | 0.6                         | 466.67                                 | 500                                       | 25 x 20 cm                         | 2                     |
|                      | Lavandería                             | Interior            | 16                       | 22  | 352                                     | 645   | 645                                       | 0.6                         | 1075.00                                | 1215                                      | 47.7 x 29.6 cm                     | 2                     |
| DPTO.X02             | Kitchenette, sala, comedor, lavandería | Exterior            | 28                       | 6   | 168                                     | 280   | 280                                       | 0.6                         | 466.67                                 | 500                                       | 25 x 20 cm                         | 2                     |
|                      | Lavandería                             | Interior            | 16                       | 22  | 352                                     | 645   | 645                                       | 0.6                         | 1075.00                                | 1215                                      | 47.7 x 29.6 cm                     | 2                     |
| DPTO.X03             | Kitchenette, sala, comedor, lavandería | Exterior            | 28                       | 6   | 168                                     | 280   | 280                                       | 0.6                         | 466.67                                 | 500                                       | 25 x 20 cm                         | 2                     |
|                      | Lavandería                             | Interior            | 16                       | 22  | 352                                     | 645   | 645                                       | 0.6                         | 1075.00                                | 1215                                      | 47.7 x 29.6 cm                     | 2                     |
| DPTO.X04             | Kitchenette, sala, comedor, lavandería | Exterior            | 28                       | 6   | 168                                     | 280   | 280                                       | 0.6                         | 466.67                                 | 500                                       | 25 x 20 cm                         | 2                     |
|                      | Lavandería                             | Interior            | 16                       | 22  | 352                                     | 645   | 645                                       | 0.6                         | 1075.00                                | 1215                                      | 47.7 x 29.6 cm                     | 2                     |
| DPTO.X05             | Kitchenette, sala, comedor, lavandería | Exterior            | 28                       | 6   | 168                                     | 280   | 280                                       | 0.6                         | 466.67                                 | 500                                       | 25 x 20 cm                         | 2                     |
|                      | Lavandería                             | Interior            | 16                       | 22  | 352                                     | 645   | 645                                       | 0.6                         | 1075.00                                | 1215                                      | 47.7 x 29.6 cm                     | 2                     |

### 3.2.2.2.3. *Cálculo y selección de rejilla de ventilación permanente en banco de medidores*

No aplican los cálculos de rejillas de ventilación en los bancos de medidores por estar en un ambiente abierto al exterior. Ver planos de la topología 2: IG-04 en Anexo 6: Planos.

### 3.2.2.3. Selección de Reguladores y Medidores

Para el cálculo de reguladores y medidores su procedimiento cálculo y selección sigue los mismos pasos que fueron desarrollados a detalle en la Topología 1, es por ello que se elaboró un cuadro resumen de cálculos de reguladores y medidores usando el programa Microsoft Excel. A continuación, se presentan todos los cálculos resumidos en las siguientes tablas. Véase **Tabla 42** donde se presenta el resumen de la selección de reguladores:

**Tabla 42**

*Resumen de cálculo de medidores*

| Modelo del medidor | Caudal mínimo m <sup>3</sup> (s)/h | Caudal máximo m <sup>3</sup> (s)/h | Conector entrada | Conector salida | Presión de trabajo | Máxima caída de presión | Cantidad |
|--------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------|-----------------|--------------------|-------------------------|----------|
| G2.5               | 2.56                               | 4.10                               | 3/4" Ø           | 3/4" Ø          | 25 mbar            | 1.5 mbar                | 66       |

En la **Figura 68** se muestra el resumen de la selección de reguladores de segunda etapa.

**Figura 68**

*Selección de regulación de 2da etapa para los centros de medición*

| <b>Selección de regulación de 2º etapa para los Centros de Medición</b>     |                      |                        |                          |                      |                                   |      |
|---|----------------------|------------------------|--------------------------|----------------------|-----------------------------------|------|
| <b>ITEM</b>   | <b>GASODOMESTICO</b> | <b>POT. INST. (kW)</b> | <b>FACTOR DE DEMANDA</b> | <b>M.D. (Kw)</b>     | <b>CONSUMO (m<sup>3</sup>/h.)</b> |      |
| 1   | Cocina               | 12                     | 1                        | 12                   | 1.09                              |      |
| 2   | Terma                | 11                     | 1                        | 11                   | 1.00                              |      |
| 3   | Secadora             | 5                      | 0.5                      | 2.5                  | 0.23                              |      |
| Cálculo del Regulador de 2º Etapa para CM4                                  |                      |                        |                          | Caudal DPTO.         |                                   | 2.31 |
|   |                      |                        |                          | Nº DPTO.             |                                   | 4    |
|   |                      |                        |                          | Factor de seguridad  |                                   | 1.15 |
|   |                      |                        |                          | Factor Simultaneidad |                                   | 0.55 |
| <b>RESULTADO</b>  |                      |                        |                          |                      | 5.84                              |      |
| <b>Se instalará 1 regulador de 2º Etapa B6 de 6m<sup>3</sup>/h por CM4.</b> |                      |                        |                          |                      |                                   |      |

| <b>ITEM</b>  | <b>GASODOMESTICO</b> | <b>POT. INST. (kW)</b> | <b>FACTOR DE DEMANDA</b> | <b>M.D. (Kw)</b>     | <b>CONSUMO (m<sup>3</sup>/h.)</b> |      |
|--|----------------------|------------------------|--------------------------|----------------------|-----------------------------------|------|
| 1  | Cocina               | 12                     | 1                        | 12                   | 1.09                              |      |
| 2  | Terma                | 11                     | 1                        | 11                   | 1.00                              |      |
| 3  | Secadora             | 5                      | 0.5                      | 2.5                  | 0.23                              |      |
| Cálculo del Regulador de 2º Etapa para CM3 + CM2                                   |                      |                        |                          | Caudal DPTO.         |                                   | 2.31 |
|  |                      |                        |                          | Nº DPTO.             |                                   | 5    |
|  |                      |                        |                          | Factor de seguridad  |                                   | 1.15 |
|  |                      |                        |                          | Factor Simultaneidad |                                   | 0.50 |
| <b>RESULTADO</b>   |                      |                        |                          |                      | 6.63                              |      |
| <b>Se instalará 1 regulador de 2º Etapa B10 de 10m<sup>3</sup>/h por CM3 + CM2</b> |                      |                        |                          |                      |                                   |      |

### **3.2.2.4. Dimensionamiento de Tuberías – Línea Montante**

Para el cálculo de tuberías de la línea montante, su procedimiento cálculo y selección sigue los mismos pasos que fueron desarrollados a detalle en la Topología 1, es por ello que se elaboró un cuadro resumen de cálculo usando el programa Microsoft Excel. A continuación, se presentan todos los cálculos resumidos en las siguientes tablas. Véase **Tabla 43** y **Tabla 44**.

**Tabla 43**

**Topología 2 - Cálculo de línea montante (1)**

**CÁLCULOS DE LA LÍNEA MONTANTE DE GNS**

(FÓRMULA DE RENOUA RD CUADRA TICA: 100mbar < Presión =< 4bar)

|                       |                      |                            |   |                            |   |
|-----------------------|----------------------|----------------------------|---|----------------------------|---|
| Condiciones Estandar: | Regulación: 1° Etapa | Presión entrada: 4 bar     | P.C.S. (GNS): 11.05 Kw-h/m <sup>3</sup> | D relativa del GNS: 0.61   | Caja de presión máxima de 20%: 68mbar       |
|                       |                      | Presión regulada: 340 mbar | Presión atmosf. (at): 1.013 bar         | Potencia por Dpto: 25.5 Kw | Unión de tuberías: Soldadas por capilaridad |

**BANCODE MEDIDORES N° 1 PARA 27 DEPARTAMENTOS**

| SS-22         | Tramo                             | # Inst. Dpt. | Factor Simul | Factor Diseño | Potencia (Kw) | Q <sub>60</sub> (m <sup>3</sup> /h.) | Lreal (m) | Codo 45° | Codo 90° | Tee 180° | Tee 90° | Dtotal (m) | Ltotal (m) | Dnomin (mm) | Dinterior (mm) | Pfinal (mbar) | Pinitial (mbar) | Flujo del tramo | Lvertical (m) | Aph (mbar) | Δp (mbar) | Condiciones de validez "NTP 111.011" |                              |           |
|---------------|-----------------------------------|--------------|--------------|---------------|---------------|--------------------------------------|-----------|----------|----------|----------|---------|------------|------------|-------------|----------------|---------------|-----------------|-----------------|---------------|------------|-----------|--------------------------------------|------------------------------|-----------|
|               |                                   |              |              |               |               |                                      |           |          |          |          |         |            |            |             |                |               |                 |                 |               |            |           | Q/D < 150                            | Reynolds < 2*10 <sup>6</sup> | V < 40m/s |
| 1             | S22-T1                            | 66           | 0.35         | 1.15          | 677.408       | 61.30                                | 0.98      | 0        | 1        | 0        | 0       | 0.76       | 1.74       | 1"-Cu       | 26.04          | 340.000       | 334.892         | ascendente      | 0.60          | 0.030      | 5.139     | 2.354                                | 52499.07                     | 23.98     |
|               | T1-T2                             | 66           | 0.35         | 1.15          | 677.408       | 61.30                                | 0.20      | 0        | 0        | 1        | 0       | 0.52       | 0.72       | 1"-Cu       | 26.04          | 334.892       | 332.760         | horizontal      | 0.00          | 0.000      | 2.132     | 2.354                                | 52499.07                     | 24.02     |
|               | T2-T3                             | 57           | 0.35         | 1.15          | 585.034       | 52.94                                | 0.42      | 0        | 1        | 0        | 0       | 1.52       | 1.94       | 1"-Cu       | 26.04          | 332.760       | 328.328         | descendente     | 0.42          | -0.021     | 4.410     | 2.033                                | 45340.11                     | 20.81     |
|               | T3-T4                             | 48           | 0.40         | 1.15          | 563.04        | 50.95                                | 0.73      | 0        | 0        | 1        | 0       | 0.52       | 1.25       | 1"-Cu       | 26.04          | 328.328       | 325.634         | descendente     | 0.73          | -0.037     | 2.657     | 1.957                                | 43633.59                     | 20.07     |
|               | T4-T5                             | 9            | 0.45         | 1.15          | 118.766       | 10.75                                | 0.13      | 0        | 0        | 1        | 0       | 1.52       | 1.65       | 1"-Cu       | 26.04          | 325.634       | 325.428         | horizontal      | 0.00          | 0.000      | 0.207     | 0.413                                | 9204.38                      | 4.23      |
| 2             | T5-Reg.1                          | 5            | 0.50         | 1.15          | 73.3125       | 6.63                                 | 1.35      | 0        | 1        | 0        | 1       | 1.04       | 2.39       | 3/4"-Cu     | 19.95          | 325.428       | 324.989         | ascendente      | 0.22          | 0.011      | 0.450     | 0.333                                | 7416.14                      | 4.45      |
|               | Caída de presión acumulada (mbar) |              |              |               |               |                                      |           |          |          |          |         |            |            |             |                |               |                 |                 |               |            |           |                                      |                              |           |
| SS-22 A Reg.2 | T5-Reg.2                          | 4            | 0.55         | 1.15          | 64.515        | 5.84                                 | 0.22      | 0        | 0        | 1        | 0       | 1.22       | 1.44       | 3/4"-Cu     | 19.95          | 325.428       | 325.224         | ascendente      | 0.22          | 0.011      | 0.215     | 0.293                                | 6262.20                      | 3.92      |
|               | Caída de presión acumulada (mbar) |              |              |               |               |                                      |           |          |          |          |         |            |            |             |                |               |                 |                 |               |            |           |                                      |                              |           |
| SS-22 A Reg.3 | T3-T6                             | 9            | 0.45         | 1.15          | 118.766       | 10.75                                | 0.13      | 0        | 0        | 1        | 0       | 1.52       | 1.65       | 1"-Cu       | 26.04          | 328.328       | 328.122         | horizontal      | 0.00          | 0.000      | 0.206     | 0.413                                | 9204.38                      | 4.23      |
|               | T6-Reg.3                          | 4            | 0.55         | 1.15          | 64.515        | 5.84                                 | 1.80      | 0        | 1        | 0        | 1       | 1.04       | 2.84       | 3/4"-Cu     | 19.95          | 328.122       | 327.711         | ascendente      | 0.22          | 0.011      | 0.422     | 0.293                                | 6262.20                      | 3.91      |
|               | Caída de presión acumulada (mbar) |              |              |               |               |                                      |           |          |          |          |         |            |            |             |                |               |                 |                 |               |            |           |                                      |                              |           |
| SS-22 A Reg.4 | T6-Reg.4                          | 5            | 0.5          | 1.15          | 73.3125       | 6.63                                 | 0.22      | 0        | 0        | 1        | 0       | 1.22       | 1.44       | 3/4"-Cu     | 19.95          | 328.122       | 327.863         | ascendente      | 0.22          | 0.011      | 0.270     | 0.333                                | 7416.14                      | 4.44      |
|               | Caída de presión acumulada (mbar) |              |              |               |               |                                      |           |          |          |          |         |            |            |             |                |               |                 |                 |               |            |           |                                      |                              |           |
| SS-22 A Reg.5 | T2-T7                             | 9            | 0.45         | 1.15          | 118.766       | 10.75                                | 0.45      | 0        | 1        | 1        | 0       | 2.28       | 2.73       | 1"-Cu       | 26.04          | 332.760       | 332.455         | ascendente      | 0.31          | 0.016      | 0.340     | 0.413                                | 9204.38                      | 4.21      |
|               | T7-Reg.5                          | 5            | 0.50         | 1.15          | 73.3125       | 6.63                                 | 1.35      | 0        | 1        | 0        | 1       | 1.04       | 2.39       | 3/4"-Cu     | 19.95          | 332.455       | 331.999         | ascendente      | 0.22          | 0.011      | 0.447     | 0.333                                | 7416.14                      | 4.43      |
|               | Caída de presión acumulada (mbar) |              |              |               |               |                                      |           |          |          |          |         |            |            |             |                |               |                 |                 |               |            |           |                                      |                              |           |
| SS-22 A Reg.6 | T7-Reg.6                          | 4            | 0.55         | 1.15          | 64.515        | 5.84                                 | 0.22      | 0        | 0        | 1        | 0       | 1.22       | 1.44       | 3/4"-Cu     | 19.95          | 332.455       | 332.233         | ascendente      | 0.22          | 0.011      | 0.214     | 0.293                                | 6262.20                      | 3.90      |
|               | Caída de presión acumulada (mbar) |              |              |               |               |                                      |           |          |          |          |         |            |            |             |                |               |                 |                 |               |            |           |                                      |                              |           |

**Tabla 44**

*Topología 2 - Cálculo de línea montante (2)*

| SS-22                             | Tramo                             | # Inst. | Factor Simul | Factor Diseño | Potencia (Kw) | Q <sub>(s)</sub> (m <sup>3</sup> /h.) | Lreal (m) | Codo 45° | Codo 90° | Tee 90° | Tee 180° | Lequiv. (m) | Ltotal (m) | D.nominal (pulg.) | D.interior (mm.) | Pínicial (mbar) | Pífinal (mbar) | Flujo del tramo | Lvertical (m) | Aph (mbar) | Ap (mbar) | Condiciones de validez "NTP 111.011" |           |                              |
|-----------------------------------|-----------------------------------|---------|--------------|---------------|---------------|---------------------------------------|-----------|----------|----------|---------|----------|-------------|------------|-------------------|------------------|-----------------|----------------|-----------------|---------------|------------|-----------|--------------------------------------|-----------|------------------------------|
|                                   |                                   |         |              |               |               |                                       |           |          |          |         |          |             |            |                   |                  |                 |                |                 |               |            |           | Reynolds < 2*10 <sup>6</sup>         | V ≤ 40m/s | Reynolds > 2*10 <sup>6</sup> |
| SS-22                             | S22-T1                            | 66      | 0.35         | 1.15          | 677.408       | 61.30                                 | 0.98      | 0        | 1        | 0       | 0        | 0.76        | 1.74       | 1"-Cu             | 26.04            | 340.000         | 334.892        | ascendente      | 0.60          | 0.030      | 5.139     | 2.354                                | 52499.07  | 23.98                        |
|                                   | T1-T2                             | 66      | 0.35         | 1.15          | 677.408       | 61.30                                 | 0.20      | 0        | 0        | 1       | 0        | 0.52        | 0.72       | 1"-Cu             | 26.04            | 334.892         | 332.760        | horizontal      | 0.00          | 0.000      | 2.132     | 2.354                                | 52499.07  | 24.02                        |
|                                   | T2-T3                             | 57      | 0.35         | 1.15          | 585.034       | 52.94                                 | 0.42      | 0        | 0        | 1       | 0        | 1.52        | 1.94       | 1"-Cu             | 26.04            | 332.760         | 328.328        | descendente     | 0.42          | -0.021     | 4.410     | 2.033                                | 45340.11  | 20.81                        |
|                                   | T3-T4                             | 48      | 0.40         | 1.15          | 563.04        | 50.95                                 | 0.73      | 0        | 0        | 1       | 0        | 0.52        | 1.25       | 1"-Cu             | 26.04            | 328.328         | 325.634        | descendente     | 0.73          | -0.037     | 2.657     | 1.957                                | 43635.59  | 20.07                        |
|                                   | T4-T8                             | 39      | 0.40         | 1.15          | 457.47        | 41.40                                 | 4.79      | 0        | 2        | 0       | 1        | 2.04        | 6.83       | 1"-Cu             | 26.04            | 325.634         | 315.627        | descendente     | 0.21          | -0.011     | 9.997     | 1.590                                | 35453.92  | 16.43                        |
|                                   | T8-T9                             | 27      | 0.40         | 1.15          | 316.71        | 28.66                                 | 0.56      | 0        | 1        | 1       | 0        | 2.28        | 2.84       | 1"-Cu             | 26.04            | 315.627         | 313.499        | ascendente      | 0.21          | 0.011      | 2.138     | 1.101                                | 24545.02  | 11.39                        |
|                                   | T9-T10                            | 18      | 0.40         | 1.15          | 211.14        | 19.11                                 | 0.73      | 0        | 0        | 1       | 0        | 0.52        | 1.25       | 1"-Cu             | 26.04            | 313.499         | 313.085        | ascendente      | 0.73          | 0.037      | 0.450     | 0.734                                | 16363.35  | 7.60                         |
|                                   | T10-T11                           | 9       | 0.45         | 1.15          | 118.766       | 10.75                                 | 0.89      | 0        | 1        | 0       | 1        | 1.28        | 2.17       | 1"-Cu             | 26.04            | 313.085         | 312.848        | ascendente      | 0.73          | 0.037      | 0.274     | 0.413                                | 9204.38   | 4.27                         |
|                                   | T11-Reg.12                        | 4       | 0.55         | 1.15          | 64.515        | 5.84                                  | 0.22      | 0        | 0        | 1       | 0        | 1.22        | 1.44       | 3/4"-Cu           | 19.95            | 312.848         | 312.642        | ascendente      | 0.22          | 0.011      | 0.217     | 0.293                                | 6526.20   | 3.96                         |
|                                   | Caída de presión acumulada (mbar) |         |              |               |               |                                       |           |          |          |         |          |             |            |                   |                  |                 |                |                 |               |            |           |                                      |           |                              |
|                                   | SS-22 A Reg.11                    | 5       | 0.5          | 1.10          | 70.125        | 6.35                                  | 1.35      | 0        | 1        | 0       | 1        | 1.04        | 2.39       | 3/4"-Cu           | 19.95            | 312.848         | 312.440        | ascendente      | 0.22          | 0.011      | 0.419     | 0.318                                | 7093.70   | 4.30                         |
| Caída de presión acumulada (mbar) |                                   |         |              |               |               |                                       |           |          |          |         |          |             |            |                   |                  |                 |                |                 |               |            |           |                                      |           |                              |
| SS-22 A Reg.10                    | 9                                 | 0.45    | 1.15         | 118.766       | 10.75         | 0.17                                  | 0         | 0        | 1        | 0       | 1.52     | 1.69        | 1"-Cu      | 26.04             | 313.085          | 312.872         | horizontal     | 0.00            | 0.000         | 0.214      | 0.413     | 9204.38                              | 4.27      | 312.67                       |
| Caída de presión acumulada (mbar) |                                   |         |              |               |               |                                       |           |          |          |         |          |             |            |                   |                  |                 |                |                 |               |            |           |                                      |           |                              |
| SS-22 A Reg.9                     | 4                                 | 0.55    | 1.15         | 64.515        | 5.84          | 0.22                                  | 0         | 0        | 1        | 0       | 1.22     | 1.44        | 3/4"-Cu    | 19.95             | 312.872          | 312.666         | ascendente     | 0.22            | 0.011         | 0.217      | 0.293     | 6526.20                              | 3.96      | 312.67                       |
| Caída de presión acumulada (mbar) |                                   |         |              |               |               |                                       |           |          |          |         |          |             |            |                   |                  |                 |                |                 |               |            |           |                                      |           |                              |
| SS-22 A Reg.8                     | 5                                 | 0.5     | 1.15         | 73.3125       | 6.63          | 1.35                                  | 0         | 1        | 0        | 1       | 1.04     | 2.39        | 3/4"-Cu    | 19.95             | 312.872          | 312.429         | ascendente     | 0.22            | 0.011         | 0.454      | 0.333     | 7416.14                              | 4.50      | 312.43                       |
| Caída de presión acumulada (mbar) |                                   |         |              |               |               |                                       |           |          |          |         |          |             |            |                   |                  |                 |                |                 |               |            |           |                                      |           |                              |
| SS-22 A Reg.7                     | 9                                 | 0.45    | 1.15         | 118.766       | 10.75         | 0.17                                  | 0         | 0        | 1        | 0       | 1.52     | 1.69        | 1"-Cu      | 26.04             | 313.499          | 313.285         | horizontal     | 0.00            | 0.000         | 0.214      | 0.413     | 9204.38                              | 4.27      | 313.08                       |
| Caída de presión acumulada (mbar) |                                   |         |              |               |               |                                       |           |          |          |         |          |             |            |                   |                  |                 |                |                 |               |            |           |                                      |           |                              |
| SS-22 A Reg.6                     | 4                                 | 0.55    | 1.15         | 64.515        | 5.84          | 0.22                                  | 0         | 0        | 1        | 0       | 1.22     | 1.44        | 3/4"-Cu    | 19.95             | 313.285          | 313.080         | ascendente     | 0.22            | 0.011         | 0.217      | 0.293     | 6526.20                              | 3.95      | 313.08                       |
| Caída de presión acumulada (mbar) |                                   |         |              |               |               |                                       |           |          |          |         |          |             |            |                   |                  |                 |                |                 |               |            |           |                                      |           |                              |
| SS-22 A Reg.5                     | 5                                 | 0.5     | 1.15         | 73.3125       | 6.63          | 1.35                                  | 0         | 1        | 0        | 1       | 1.04     | 2.39        | 3/4"-Cu    | 19.95             | 313.285          | 312.843         | ascendente     | 0.22            | -0.02         | 0.454      | 0.333     | 7416.14                              | 4.49      | 312.84                       |
| Caída de presión acumulada (mbar) |                                   |         |              |               |               |                                       |           |          |          |         |          |             |            |                   |                  |                 |                |                 |               |            |           |                                      |           |                              |
| SS-22 A Reg.4                     | 12                                | 0.45    | 1.15         | 158.355       | 14.33         | 5.70                                  | 0         | 2        | 0        | 1       | 2.04     | 7.74        | 1"-Cu      | 26.04             | 315.627          | 313.987         | ascendente     | 0.21            | 0.011         | 1.650      | 0.550     | 12272.51                             | 5.69      | 313.37                       |
| Caída de presión acumulada (mbar) |                                   |         |              |               |               |                                       |           |          |          |         |          |             |            |                   |                  |                 |                |                 |               |            |           |                                      |           |                              |
| SS-22 A Reg.3                     | 8                                 | 0.45    | 1.15         | 105.57        | 9.55          | 0.73                                  | 0         | 0        | 0        | 1       | 0.52     | 1.25        | 1"-Cu      | 26.04             | 313.987          | 313.896         | ascendente     | 0.73            | 0.037         | 0.128      | 0.367     | 8181.67                              | 3.80      | 313.37                       |
| Caída de presión acumulada (mbar) |                                   |         |              |               |               |                                       |           |          |          |         |          |             |            |                   |                  |                 |                |                 |               |            |           |                                      |           |                              |
| SS-22 A Reg.2                     | 4                                 | 0.55    | 1.15         | 64.515        | 5.84          | 2.14                                  | 0         | 2        | 0        | 1       | 1.65     | 3.79        | 3/4"-Cu    | 19.95             | 313.896          | 313.374         | ascendente     | 0.95            | 0.048         | 0.570      | 0.293     | 6526.20                              | 3.95      | 313.37                       |
| Caída de presión acumulada (mbar) |                                   |         |              |               |               |                                       |           |          |          |         |          |             |            |                   |                  |                 |                |                 |               |            |           |                                      |           |                              |
| SS-22 A Reg.1                     | 4                                 | 0.55    | 1.15         | 64.515        | 5.84          | 1.41                                  | 0         | 1        | 1        | 0       | 1.83     | 3.24        | 3/4"-Cu    | 19.95             | 313.896          | 313.420         | ascendente     | 0.22            | 0.011         | 0.487      | 0.293     | 6526.20                              | 3.95      | 313.42                       |
| Caída de presión acumulada (mbar) |                                   |         |              |               |               |                                       |           |          |          |         |          |             |            |                   |                  |                 |                |                 |               |            |           |                                      |           |                              |
| SS-22 A Reg.0                     | 4                                 | 0.55    | 1.15         | 64.515        | 5.84          | 1.41                                  | 0         | 1        | 1        | 0       | 1.83     | 3.24        | 3/4"-Cu    | 19.95             | 313.987          | 313.511         | ascendente     | 0.22            | 0.011         | 0.487      | 0.293     | 6526.20                              | 3.95      | 313.51                       |
| Caída de presión acumulada (mbar) |                                   |         |              |               |               |                                       |           |          |          |         |          |             |            |                   |                  |                 |                |                 |               |            |           |                                      |           |                              |
| SS-22 A Reg.13                    | 4                                 | 0.55    | 1.15         | 64.515        | 5.84          | 1.41                                  | 0         | 1        | 1        | 0       | 1.83     | 3.24        | 3/4"-Cu    | 19.95             | 313.987          | 313.511         | ascendente     | 0.22            | -0.02         | 0.487      | 0.293     | 6526.20                              | 3.95      | 313.51                       |
| Caída de presión acumulada (mbar) |                                   |         |              |               |               |                                       |           |          |          |         |          |             |            |                   |                  |                 |                |                 |               |            |           |                                      |           |                              |

### **3.2.2.5. Dimensionamiento de Tuberías - Línea Individual Interior**

Para el cálculo de tuberías de la línea individual interior, su procedimiento, cálculo y selección sigue los mismos pasos que fueron desarrollados a detalle en la Topología 1, es por ello que se elaboró un cuadro resumen de cálculo usando el programa Microsoft Excel. A continuación, se presentan todos los cálculos resumidos en las siguientes tablas. Véase **Tabla 45, Tabla 46, Tabla 47, Tabla 48, Tabla 49, Tabla 50, Tabla 51, Tabla 52, Tabla 53, Tabla 54, Tabla 55, Tabla 56, Tabla 57, Tabla 58, Tabla 59, Tabla 60, Tabla 61, Tabla 62, Tabla 63, Tabla 64, Tabla 65, Tabla 66, Tabla 67, Tabla 68 y Tabla 69.**

**Tabla 45**

**Topología 2 - Cálculo de línea individual interior (1)**

MONTANTE 1 - DEPARTAMENTOS: 202, 302, 403, 503, 603, 703, 803, 903, 1003, 1103, 1203, 1303, 1403  
 CALCULOS DE LA LINEA INDIVIDUAL INTERNA DE GNS:  
 (FORMULA DE RENOVAR LINEAL: Presión <= 10mb ar)

Condiciones Estándar: 2° Erapa Caid a del medidor: 1.5 mbar D relativa del GNS: 0.61 Kw-h·m<sup>3</sup> P.C.S. (GNS): 11.05 Kw-h·m<sup>3</sup> Caid a de presión máxima de 32% 8mb ar  
 Regulación: 25 mbar Caid a de presión inicial: 23.5 mbar Pot. Por Dpto.: 25.5 Kw-h·m<sup>3</sup> Presión a tmo sf. (a): 1.013 bar Unión de tuberías: Soldadas por capilaridad

| DEPARTAMENTO 202 |               | DEPARTAMENTO 403                   |           |          |         |          |             |             |           |                 |                  |                |                 |                |            |           |                                      |         |
|------------------|---------------|------------------------------------|-----------|----------|---------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------------|------------------|----------------|-----------------|----------------|------------|-----------|--------------------------------------|---------|
| Tramo            | Potencia (Kw) | Q <sub>h</sub> (m <sup>3</sup> /h) | Lreal (m) | Codo 45° | Tee 90° | Tee 180° | Lequiv. (m) | L total (m) | D nominal | D interior (mm) | P inicial (mbar) | P final (mbar) | Flujo del tramo | L vertical (m) | Aph (mbar) | Δp (mbar) | Condiciones de validad "NTP 111.011" |         |
| Cocina           |               |                                    |           |          |         |          |             |             |           |                 |                  |                |                 |                |            |           |                                      |         |
| CM4-r1           | 25.5          | 2.31                               | 25.50     | 0        | 7       | 0        | 4.27        | 29.77       | 3/4"-Cu   | 19.95           | 23.50            | 22.56          | ascendente      | 1.70           | 0.086      | 1.027     | 0.12                                 | 2580.34 |
| r1-t1            | 25.5          | 2.31                               | 2.00      | 0        | 0       | 0        | 0           | 0           | 3/4"-Cu   | 19.95           | 22.56            | 22.49          | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.069     | 0.12                                 | 2580.34 |
| t1-t2            | 16            | 1.45                               | 2.90      | 0        | 2       | 1        | 2.44        | 5.34        | 3/4"-Cu   | 19.95           | 22.49            | 22.45          | ascendente      | 0.70           | 0.035      | 0.079     | 0.07                                 | 1619.04 |
| t2-Te            | 11            | 1.00                               | 2.5       | 0        | 6       | 1        | 3.06        | 5.56        | 1/2"-Cu   | 13.84           | 22.45            | 22.22          | ascendente      | 0.30           | 0.015      | 0.242     | 0.07                                 | 1604.49 |
| Cocina           |               |                                    |           |          |         |          |             |             |           |                 |                  |                |                 |                |            |           |                                      |         |
| CM4-r1           | 25.5          | 2.31                               | 25.50     | 0        | 7       | 0        | 4.27        | 29.77       | 3/4"-Cu   | 19.95           | 23.50            | 22.56          | ascendente      | 1.70           | 0.086      | 1.027     | 0.12                                 | 2580.34 |
| r1-t1            | 25.5          | 2.31                               | 2.00      | 0        | 0       | 0        | 0           | 0           | 3/4"-Cu   | 19.95           | 22.56            | 22.49          | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.069     | 0.12                                 | 2580.34 |
| t1-t2            | 16            | 1.45                               | 2.90      | 0        | 2       | 1        | 2.44        | 5.34        | 3/4"-Cu   | 19.95           | 22.49            | 22.45          | ascendente      | 0.70           | 0.035      | 0.079     | 0.07                                 | 1619.04 |
| t2-Te            | 5             | 0.45                               | 3.7       | 0        | 6       | 1        | 3.68        | 7.4         | 1/2"-Cu   | 13.84           | 22.45            | 22.39          | ascendente      | 0.50           | 0.025      | 0.077     | 0.03                                 | 729.31  |
| Cocina           |               |                                    |           |          |         |          |             |             |           |                 |                  |                |                 |                |            |           |                                      |         |
| CM4-r1           | 25.5          | 2.31                               | 28.14     | 0        | 7       | 0        | 4.27        | 32.41       | 3/4"-Cu   | 19.95           | 23.50            | 22.61          | ascendente      | 4.58           | 0.231      | 1.119     | 0.12                                 | 2580.34 |
| r1-t1            | 25.5          | 2.31                               | 2.00      | 0        | 0       | 0        | 0           | 0           | 3/4"-Cu   | 19.95           | 22.61            | 22.54          | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.069     | 0.12                                 | 2580.34 |
| t1-t2            | 16            | 1.45                               | 2.90      | 0        | 2       | 1        | 2.44        | 5.34        | 3/4"-Cu   | 19.95           | 22.54            | 22.50          | ascendente      | 0.70           | 0.035      | 0.079     | 0.07                                 | 1619.04 |
| t2-Te            | 11            | 1.00                               | 2.5       | 0        | 6       | 0        | 3.06        | 5.56        | 1/2"-Cu   | 13.84           | 22.50            | 22.27          | ascendente      | 0.30           | 0.015      | 0.242     | 0.07                                 | 1604.49 |
| Cocina           |               |                                    |           |          |         |          |             |             |           |                 |                  |                |                 |                |            |           |                                      |         |
| CM4-r1           | 25.5          | 2.31                               | 28.14     | 0        | 7       | 0        | 4.27        | 32.41       | 3/4"-Cu   | 19.95           | 23.50            | 22.61          | ascendente      | 4.58           | 0.231      | 1.119     | 0.12                                 | 2580.34 |
| r1-t1            | 25.5          | 2.31                               | 2.00      | 0        | 0       | 0        | 0           | 0           | 3/4"-Cu   | 19.95           | 22.61            | 22.54          | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.069     | 0.12                                 | 2580.34 |
| t1-t2            | 16            | 1.45                               | 2.90      | 0        | 2       | 1        | 2.44        | 5.34        | 3/4"-Cu   | 19.95           | 22.54            | 22.50          | ascendente      | 0.70           | 0.035      | 0.079     | 0.07                                 | 1619.04 |
| t2-Te            | 5             | 0.45                               | 3.7       | 0        | 6       | 1        | 3.68        | 7.4         | 1/2"-Cu   | 13.84           | 22.50            | 22.45          | ascendente      | 0.50           | 0.025      | 0.077     | 0.03                                 | 729.31  |
| Cocina           |               |                                    |           |          |         |          |             |             |           |                 |                  |                |                 |                |            |           |                                      |         |
| CM4-r1           | 25.5          | 2.31                               | 30.78     | 0        | 7       | 0        | 4.27        | 35.05       | 3/4"-Cu   | 19.95           | 23.50            | 22.67          | ascendente      | 7.46           | 0.376      | 1.210     | 0.12                                 | 2580.34 |
| r1-t1            | 25.5          | 2.31                               | 2.00      | 0        | 0       | 0        | 0           | 0           | 3/4"-Cu   | 19.95           | 22.67            | 22.60          | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.069     | 0.12                                 | 2580.34 |
| t1-t2            | 16            | 1.45                               | 2.90      | 0        | 2       | 1        | 2.44        | 5.34        | 3/4"-Cu   | 19.95           | 22.60            | 22.55          | ascendente      | 0.70           | 0.035      | 0.079     | 0.07                                 | 1619.04 |
| t2-Te            | 11            | 1.00                               | 2.5       | 0        | 6       | 0        | 3.06        | 5.56        | 1/2"-Cu   | 13.84           | 22.55            | 22.33          | ascendente      | 0.30           | 0.015      | 0.242     | 0.07                                 | 1604.49 |
| Cocina           |               |                                    |           |          |         |          |             |             |           |                 |                  |                |                 |                |            |           |                                      |         |
| CM4-r1           | 25.5          | 2.31                               | 30.78     | 0        | 7       | 0        | 4.27        | 35.05       | 3/4"-Cu   | 19.95           | 23.50            | 22.67          | ascendente      | 7.46           | 0.376      | 1.210     | 0.12                                 | 2580.34 |
| r1-t1            | 25.5          | 2.31                               | 2.00      | 0        | 0       | 0        | 0           | 0           | 3/4"-Cu   | 19.95           | 22.67            | 22.60          | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.069     | 0.12                                 | 2580.34 |
| t1-t2            | 16            | 1.45                               | 2.90      | 0        | 2       | 1        | 2.44        | 5.34        | 3/4"-Cu   | 19.95           | 22.60            | 22.55          | ascendente      | 0.70           | 0.035      | 0.079     | 0.07                                 | 1619.04 |
| t2-Te            | 5             | 0.45                               | 3.7       | 0        | 6       | 1        | 3.68        | 7.4         | 1/2"-Cu   | 13.84           | 22.55            | 22.50          | ascendente      | 0.50           | 0.025      | 0.077     | 0.03                                 | 729.31  |



**Tabla 46**

*Topología 2 - Cálculo de línea individual interior (2)*

| DEPARTAMENTO 503   |          |               |                                     |           |      |     |     |      |             |             |           |                 |                  |                |                 |                |            |           |  |         |
|--|----------|---------------|-------------------------------------|-----------|------|-----|-----|------|-------------|-------------|-----------|-----------------|------------------|----------------|-----------------|----------------|------------|-----------|--|---------|
| Artefacto  | Tramo    | Potencia (Kw) | Q <sub>40</sub> (m <sup>3</sup> /h) | Lreal (m) | Codo | Tee | Tee | 180° | Lequiv. (m) | L total (m) | D nominal | D interior (mm) | P inicial (mbar) | P final (mbar) | Flujo del tramo | L vertical (m) | Δph (mbar) | Δp (mbar) | Condiciones de validez: "NTP 111.011"<br>Q/D < 150 Reynolds < 2*10 <sup>6</sup> V ≤ 40m/s Pfinal ≥ 1mbar |         |
| COCINA   | CM4 - r1 | 25.5          | 2.31                                | 33.42     | 0    | 7   | 0   | 0    | 4.27        | 37.69       | 3/4" - Cu | 19.95           | 23.50            | 22.72          | ascendente      | 10.34          | 0.521      | 1.301     | 0.12   | 2580.34 |
|  | r1 - t1  | 25.5          | 2.31                                | 2.00      | 0    | 0   | 0   | 0    | 0           | 0           | 2         | 3/4" - Cu       | 19.95            | 22.72          | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.069     | 0.12   | 2580.34 |
|  | r1 - t2  | 16            | 1.45                                | 2.90      | 0    | 2   | 1   | 0    | 2.44        | 5.34        | 3/4" - Cu | 19.95           | 22.65            | 22.61          | ascendente      | 0.70           | 0.035      | 0.079     | 0.07   | 1619.04 |
|  | t2 - Te  | 11            | 1.00                                | 2.5       | 0    | 6   | 0   | 1    | 3.06        | 5.56        | 1/2" - Cu | 13.84           | 22.61            | 22.38          | ascendente      | 0.30           | 0.015      | 0.242     | 0.07   | 1604.49 |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |          |               |                                     |           |      |     |     |      |             |             |           |                 |                  | 0.542          | 1.789           | APROBADO       |            |           |  |         |
| TERMA  | CM4 - r1 | 25.5          | 2.31                                | 33.42     | 0    | 7   | 0   | 0    | 4.27        | 37.69       | 3/4" - Cu | 19.95           | 23.50            | 22.72          | ascendente      | 10.34          | 0.521      | 1.301     | 0.12   | 2580.34 |
|  | r1 - t1  | 25.5          | 2.31                                | 2.00      | 0    | 0   | 0   | 0    | 0           | 0           | 2         | 3/4" - Cu       | 19.95            | 22.72          | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.069     | 0.12   | 2580.34 |
|  | t1 - t2  | 16            | 1.45                                | 2.90      | 0    | 2   | 1   | 0    | 2.44        | 5.34        | 3/4" - Cu | 19.95           | 22.65            | 22.61          | ascendente      | 0.70           | 0.035      | 0.079     | 0.07   | 1619.04 |
|  | t2 - Te  | 11            | 1.00                                | 2.5       | 0    | 6   | 0   | 1    | 3.06        | 5.56        | 1/2" - Cu | 13.84           | 22.61            | 22.38          | ascendente      | 0.30           | 0.015      | 0.242     | 0.07   | 1604.49 |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |          |               |                                     |           |      |     |     |      |             |             |           |                 |                  | 0.572          | 1.691           | APROBADO       |            |           |  |         |
| SECADORA   | CM4 - r1 | 25.5          | 2.31                                | 33.42     | 0    | 7   | 0   | 0    | 4.27        | 37.69       | 3/4" - Cu | 19.95           | 23.50            | 22.72          | ascendente      | 10.34          | 0.521      | 1.301     | 0.12   | 2580.34 |
|  | r1 - t1  | 25.5          | 2.31                                | 2.00      | 0    | 0   | 0   | 0    | 0           | 0           | 2         | 3/4" - Cu       | 19.95            | 22.72          | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.069     | 0.12   | 2580.34 |
|  | t1 - t2  | 16            | 1.45                                | 2.90      | 0    | 2   | 1   | 0    | 2.44        | 5.34        | 3/4" - Cu | 19.95           | 22.65            | 22.61          | ascendente      | 0.70           | 0.035      | 0.079     | 0.07   | 1619.04 |
|  | t2 - Te  | 5             | 0.45                                | 3.7       | 0    | 6   | 1   | 0    | 3.68        | 7.4         | 1/2" - Cu | 13.84           | 22.61            | 22.56          | ascendente      | 0.50           | 0.025      | 0.077     | 0.03   | 729.31  |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |          |               |                                     |           |      |     |     |      |             |             |           |                 |                  | 0.582          | 1.525           | APROBADO       |            |           |  |         |
| DEPARTAMENTO 603   |          |               |                                     |           |      |     |     |      |             |             |           |                 |                  |                |                 |                |            |           |  |         |
| Artefacto  | Tramo    | Potencia (Kw) | Q <sub>40</sub> (m <sup>3</sup> /h) | Lreal (m) | Codo | Tee | Tee | 180° | Lequiv. (m) | L total (m) | D nominal | D interior (mm) | P inicial (mbar) | P final (mbar) | Flujo del tramo | L vertical (m) | Δph (mbar) | Δp (mbar) | Condiciones de validez: "NTP 111.011"<br>Q/D < 150 Reynolds < 2*10 <sup>6</sup> V ≤ 40m/s Pfinal ≥ 1mbar |         |
| COCINA   | CM4 - r1 | 25.5          | 2.31                                | 38.07     | 0    | 7   | 0   | 0    | 4.27        | 42.34       | 3/4" - Cu | 19.95           | 23.50            | 22.73          | ascendente      | 13.69          | 0.690      | 1.461     | 0.12   | 2580.34 |
|  | r1 - t1  | 25.5          | 2.31                                | 2.00      | 0    | 0   | 0   | 0    | 0           | 0           | 2         | 3/4" - Cu       | 19.95            | 22.73          | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.069     | 0.12   | 2580.34 |
|  | t1 - t2  | 16            | 1.45                                | 2.90      | 0    | 2   | 1   | 0    | 2.44        | 5.34        | 3/4" - Cu | 19.95           | 22.66            | 22.62          | ascendente      | 0.70           | 0.035      | 0.079     | 0.07   | 1619.04 |
|  | t2 - Te  | 11            | 1.00                                | 2.5       | 0    | 6   | 0   | 1    | 3.06        | 5.56        | 1/2" - Cu | 13.84           | 22.62            | 22.39          | ascendente      | 0.30           | 0.015      | 0.242     | 0.07   | 1604.49 |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |          |               |                                     |           |      |     |     |      |             |             |           |                 |                  | 0.711          | 1.950           | APROBADO       |            |           |  |         |
| TERMA  | CM4 - r1 | 25.5          | 2.31                                | 38.07     | 0    | 7   | 0   | 0    | 4.27        | 42.34       | 3/4" - Cu | 19.95           | 23.50            | 22.73          | ascendente      | 13.69          | 0.690      | 1.461     | 0.12   | 2580.34 |
|  | r1 - t1  | 25.5          | 2.31                                | 2.00      | 0    | 0   | 0   | 0    | 0           | 0           | 2         | 3/4" - Cu       | 19.95            | 22.73          | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.069     | 0.12   | 2580.34 |
|  | t1 - t2  | 16            | 1.45                                | 2.90      | 0    | 2   | 1   | 0    | 2.44        | 5.34        | 3/4" - Cu | 19.95           | 22.66            | 22.62          | ascendente      | 0.70           | 0.035      | 0.079     | 0.07   | 1619.04 |
|  | t2 - Te  | 11            | 1.00                                | 2.5       | 0    | 6   | 0   | 1    | 3.06        | 5.56        | 1/2" - Cu | 13.84           | 22.62            | 22.39          | ascendente      | 0.30           | 0.015      | 0.242     | 0.07   | 1604.49 |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |          |               |                                     |           |      |     |     |      |             |             |           |                 |                  | 0.741          | 1.851           | APROBADO       |            |           |  |         |
| SECADORA   | CM4 - r1 | 25.5          | 2.31                                | 38.07     | 0    | 7   | 0   | 0    | 4.27        | 42.34       | 3/4" - Cu | 19.95           | 23.50            | 22.73          | ascendente      | 13.69          | 0.690      | 1.461     | 0.12   | 2580.34 |
|  | r1 - t1  | 25.5          | 2.31                                | 2.00      | 0    | 0   | 0   | 0    | 0           | 0           | 2         | 3/4" - Cu       | 19.95            | 22.73          | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.069     | 0.12   | 2580.34 |
|  | t1 - t2  | 16            | 1.45                                | 2.90      | 0    | 2   | 1   | 0    | 2.44        | 5.34        | 3/4" - Cu | 19.95           | 22.66            | 22.62          | ascendente      | 0.70           | 0.035      | 0.079     | 0.07   | 1619.04 |
|  | t2 - Te  | 5             | 0.45                                | 3.7       | 0    | 6   | 1   | 0    | 3.68        | 7.4         | 1/2" - Cu | 13.84           | 22.62            | 22.56          | ascendente      | 0.50           | 0.025      | 0.077     | 0.03   | 729.31  |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |          |               |                                     |           |      |     |     |      |             |             |           |                 |                  | 0.751          | 1.686           | APROBADO       |            |           |  |         |
| DEPARTAMENTO 703   |          |               |                                     |           |      |     |     |      |             |             |           |                 |                  |                |                 |                |            |           |  |         |
| Artefacto  | Tramo    | Potencia (Kw) | Q <sub>40</sub> (m <sup>3</sup> /h) | Lreal (m) | Codo | Tee | Tee | 180° | Lequiv. (m) | L total (m) | D nominal | D interior (mm) | P inicial (mbar) | P final (mbar) | Flujo del tramo | L vertical (m) | Δph (mbar) | Δp (mbar) | Condiciones de validez: "NTP 111.011"<br>Q/D < 150 Reynolds < 2*10 <sup>6</sup> V ≤ 40m/s Pfinal ≥ 1mbar |         |
| COCINA   | CM4 - r1 | 25.5          | 2.31                                | 40.69     | 0    | 7   | 0   | 0    | 4.27        | 44.96       | 3/4" - Cu | 19.95           | 23.50            | 22.78          | ascendente      | 16.57          | 0.836      | 1.552     | 0.12   | 2580.34 |
|  | r1 - t1  | 25.5          | 2.31                                | 2.00      | 0    | 0   | 0   | 0    | 0           | 0           | 2         | 3/4" - Cu       | 19.95            | 22.78          | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.069     | 0.12   | 2580.34 |
|  | t1 - t2  | 16            | 1.45                                | 2.90      | 0    | 2   | 1   | 0    | 2.44        | 5.34        | 3/4" - Cu | 19.95           | 22.71            | 22.67          | ascendente      | 0.70           | 0.035      | 0.079     | 0.07   | 1619.04 |
|  | t2 - Te  | 11            | 1.00                                | 2.5       | 0    | 6   | 0   | 1    | 3.06        | 5.56        | 1/2" - Cu | 13.84           | 22.67            | 22.44          | ascendente      | 0.30           | 0.015      | 0.242     | 0.07   | 1604.49 |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |          |               |                                     |           |      |     |     |      |             |             |           |                 |                  | 0.856          | 2.040           | APROBADO       |            |           |  |         |
| TERMA  | CM4 - r1 | 25.5          | 2.31                                | 40.69     | 0    | 7   | 0   | 0    | 4.27        | 44.96       | 3/4" - Cu | 19.95           | 23.50            | 22.78          | ascendente      | 16.57          | 0.836      | 1.552     | 0.12   | 2580.34 |
|  | r1 - t1  | 25.5          | 2.31                                | 2.00      | 0    | 0   | 0   | 0    | 0           | 0           | 2         | 3/4" - Cu       | 19.95            | 22.78          | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.069     | 0.12   | 2580.34 |
|  | t1 - t2  | 16            | 1.45                                | 2.90      | 0    | 2   | 1   | 0    | 2.44        | 5.34        | 3/4" - Cu | 19.95           | 22.71            | 22.67          | ascendente      | 0.70           | 0.035      | 0.079     | 0.07   | 1619.04 |
|  | t2 - Te  | 11            | 1.00                                | 2.5       | 0    | 6   | 0   | 1    | 3.06        | 5.56        | 1/2" - Cu | 13.84           | 22.67            | 22.44          | ascendente      | 0.30           | 0.015      | 0.242     | 0.07   | 1604.49 |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |          |               |                                     |           |      |     |     |      |             |             |           |                 |                  | 0.886          | 1.942           | APROBADO       |            |           |  |         |
| SECADORA   | CM4 - r1 | 25.5          | 2.31                                | 40.69     | 0    | 7   | 0   | 0    | 4.27        | 44.96       | 3/4" - Cu | 19.95           | 23.50            | 22.78          | ascendente      | 16.57          | 0.836      | 1.552     | 0.12   | 2580.34 |
|  | r1 - t1  | 25.5          | 2.31                                | 2.00      | 0    | 0   | 0   | 0    | 0           | 0           | 2         | 3/4" - Cu       | 19.95            | 22.78          | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.069     | 0.12   | 2580.34 |
|  | t1 - t2  | 16            | 1.45                                | 2.90      | 0    | 2   | 1   | 0    | 2.44        | 5.34        | 3/4" - Cu | 19.95           | 22.71            | 22.67          | ascendente      | 0.70           | 0.035      | 0.079     | 0.07   | 1619.04 |
|  | t2 - Te  | 5             | 0.45                                | 3.7       | 0    | 6   | 1   | 0    | 3.68        | 7.4         | 1/2" - Cu | 13.84           | 22.67            | 22.62          | ascendente      | 0.50           | 0.025      | 0.077     | 0.03   | 729.31  |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |          |               |                                     |           |      |     |     |      |             |             |           |                 |                  | 0.896          | 1.776           | APROBADO       |            |           |  |         |

**Tabla 47**

**Topología 2 - Cálculo de línea individual interior (3)**

| DEPARTAMENTO 803   |        |               |                                       |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                  |                |                 |                |            |           |                                      |                              |
|--|--------|---------------|---------------------------------------|-----------|----------|----------|---------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------------|------------------|----------------|-----------------|----------------|------------|-----------|--------------------------------------|------------------------------|
| A. rtaefacto   | Tramo  | Potencia (Kw) | Q <sub>(v)</sub> (m <sup>3</sup> /h.) | Lreal (m) | Codo 45° | Codo 90° | Tee 90° | Tee 180° | Lequiv. (m) | L total (m) | D nominal | D interior (mm) | P inicial (nbar) | P final (nbar) | Flujo del tramo | L vertical (m) | Aph (nbar) | Δp (nbar) | Condiciones de validez "NTP 111.011" |                              |
|  |        |               |                                       |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                  |                |                 |                |            |           | Q/D < 150                            | Reynolds < 2*10 <sup>6</sup> |
| COCINA   | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                                  | 43.33     | 0        | 7        | 0       | 0        | 4.27        | 47.60       | 3/4"-Cu   | 19.95           | 23.50            | 22.84          | ascendente      | 19.45          | 0.981      | 1.643     | 0.12                                 | 2580.34                      |
|  | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                  | 43.33     | 0        | 7        | 0       | 0        | 4.27        | 47.60       | 3/4"-Cu   | 19.95           | 23.50            | 22.84          | ascendente      | 19.45          | 0.981      | 1.643     | 0.12                                 | 2580.34                      |
|  | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                  | 2.00      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 2           | 3/4"-Cu   | 19.95           | 22.84            | 22.77          | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.069     | 0.12                                 | 2580.34                      |
|  | t1-Co  | 12            | 1.09                                  | 4.54      | 0        | 6        | 1       | 0        | 3.68        | 8.22        | 1/2"-Cu   | 13.84           | 22.77            | 22.37          | ascendente      | 0.40           | 0.020      | 0.419     | 0.08                                 | 1750.35                      |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (nbar) |        |               |                                       |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                  | 1.001          | 2.131           | APROBADO       |            |           |                                      |                              |
| TERMA  | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                                  | 43.33     | 0        | 7        | 0       | 0        | 4.27        | 47.60       | 3/4"-Cu   | 19.95           | 23.50            | 22.84          | ascendente      | 19.45          | 0.981      | 1.643     | 0.12                                 | 2580.34                      |
|  | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                  | 2.00      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 2           | 3/4"-Cu   | 19.95           | 22.84            | 22.77          | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.069     | 0.12                                 | 2580.34                      |
|  | t1-t2  | 16            | 1.45                                  | 2.90      | 0        | 2        | 1       | 0        | 2.44        | 5.34        | 3/4"-Cu   | 19.95           | 22.77            | 22.73          | ascendente      | 0.70           | 0.035      | 0.079     | 0.07                                 | 1619.04                      |
|  | t2-Te  | 11            | 1.00                                  | 2.5       | 0        | 6        | 0       | 1        | 3.06        | 5.56        | 1/2"-Cu   | 13.84           | 22.73            | 22.50          | ascendente      | 0.30           | 0.015      | 0.242     | 0.07                                 | 1604.49                      |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (nbar) |        |               |                                       |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                  | 1.081          | 2.033           | APROBADO       |            |           |                                      |                              |
| SECADORA   | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                                  | 43.33     | 0        | 7        | 0       | 0        | 4.27        | 47.60       | 3/4"-Cu   | 19.95           | 23.50            | 22.84          | ascendente      | 19.45          | 0.981      | 1.643     | 0.12                                 | 2580.34                      |
|  | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                  | 2.00      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 2           | 3/4"-Cu   | 19.95           | 22.84            | 22.77          | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.069     | 0.12                                 | 2580.34                      |
|  | t1-t2  | 16            | 1.45                                  | 2.90      | 0        | 2        | 1       | 0        | 2.44        | 5.34        | 3/4"-Cu   | 19.95           | 22.77            | 22.73          | ascendente      | 0.70           | 0.035      | 0.079     | 0.07                                 | 1619.04                      |
|  | t2-Te  | 5             | 0.45                                  | 3.7       | 0        | 6        | 1       | 0        | 3.68        | 7.4         | 1/2"-Cu   | 13.84           | 22.73            | 22.67          | ascendente      | 0.50           | 0.025      | 0.077     | 0.03                                 | 729.31                       |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (nbar) |        |               |                                       |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                  | 1.041          | 1.868           | APROBADO       |            |           |                                      |                              |
| DEPARTAMENTO 903   |        |               |                                       |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                  |                |                 |                |            |           |                                      |                              |
| A. rtaefacto   | Tramo  | Potencia (Kw) | Q <sub>(v)</sub> (m <sup>3</sup> /h.) | Lreal (m) | Codo 45° | Codo 90° | Tee 90° | Tee 180° | Lequiv. (m) | L total (m) | D nominal | D interior (mm) | P inicial (nbar) | P final (nbar) | Flujo del tramo | L vertical (m) | Aph (nbar) | Δp (nbar) | Condiciones de validez "NTP 111.011" |                              |
|  |        |               |                                       |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                  |                |                 |                |            |           | Q/D < 150                            | Reynolds < 2*10 <sup>6</sup> |
| COCINA   | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                                  | 46.08     | 0        | 7        | 0       | 0        | 4.27        | 50.35       | 3/4"-Cu   | 19.95           | 23.50            | 22.89          | ascendente      | 22.32          | 1.126      | 1.738     | 0.12                                 | 2580.34                      |
|  | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                  | 46.08     | 0        | 7        | 0       | 0        | 4.27        | 50.35       | 3/4"-Cu   | 19.95           | 23.50            | 22.89          | ascendente      | 22.32          | 1.126      | 1.738     | 0.12                                 | 2580.34                      |
|  | t1-t2  | 16            | 1.45                                  | 2.90      | 0        | 2        | 1       | 0        | 2.44        | 5.34        | 3/4"-Cu   | 19.95           | 22.82            | 22.78          | ascendente      | 0.70           | 0.035      | 0.079     | 0.07                                 | 1619.04                      |
|  | t2-Te  | 11            | 1.00                                  | 2.5       | 0        | 6        | 0       | 1        | 3.06        | 5.56        | 1/2"-Cu   | 13.84           | 22.78            | 22.55          | ascendente      | 0.30           | 0.015      | 0.242     | 0.07                                 | 1604.49                      |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (nbar) |        |               |                                       |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                  | 1.146          | 2.128           | APROBADO       |            |           |                                      |                              |
| TERMA  | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                                  | 46.08     | 0        | 7        | 0       | 0        | 4.27        | 50.35       | 3/4"-Cu   | 19.95           | 23.50            | 22.89          | ascendente      | 22.32          | 1.126      | 1.738     | 0.12                                 | 2580.34                      |
|  | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                  | 2.00      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 2           | 3/4"-Cu   | 19.95           | 22.82            | 22.82          | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.069     | 0.12                                 | 2580.34                      |
|  | t1-t2  | 16            | 1.45                                  | 2.90      | 0        | 2        | 1       | 0        | 2.44        | 5.34        | 3/4"-Cu   | 19.95           | 22.82            | 22.78          | ascendente      | 0.70           | 0.035      | 0.079     | 0.07                                 | 1619.04                      |
|  | t2-Te  | 5             | 0.45                                  | 3.7       | 0        | 6        | 1       | 0        | 3.68        | 7.4         | 1/2"-Cu   | 13.84           | 22.78            | 22.72          | ascendente      | 0.50           | 0.025      | 0.077     | 0.03                                 | 729.31                       |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (nbar) |        |               |                                       |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                  | 1.186          | 1.962           | APROBADO       |            |           |                                      |                              |
| DEPARTAMENTO 1003  |        |               |                                       |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                  |                |                 |                |            |           |                                      |                              |
| A. rtaefacto   | Tramo  | Potencia (Kw) | Q <sub>(v)</sub> (m <sup>3</sup> /h.) | Lreal (m) | Codo 45° | Codo 90° | Tee 90° | Tee 180° | Lequiv. (m) | L total (m) | D nominal | D interior (mm) | P inicial (nbar) | P final (nbar) | Flujo del tramo | L vertical (m) | Aph (nbar) | Δp (nbar) | Condiciones de validez "NTP 111.011" |                              |
|  |        |               |                                       |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                  |                |                 |                |            |           | Q/D < 150                            | Reynolds < 2*10 <sup>6</sup> |
| COCINA   | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                                  | 48.42     | 0        | 7        | 0       | 0        | 4.27        | 52.69       | 3/4"-Cu   | 19.95           | 23.50            | 22.95          | ascendente      | 25.20          | 1.271      | 1.819     | 0.12                                 | 2580.34                      |
|  | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                  | 48.42     | 0        | 7        | 0       | 0        | 4.27        | 52.69       | 3/4"-Cu   | 19.95           | 23.50            | 22.95          | ascendente      | 25.20          | 1.271      | 1.819     | 0.12                                 | 2580.34                      |
|  | t1-t2  | 16            | 1.45                                  | 2.90      | 0        | 2        | 1       | 0        | 2.44        | 5.34        | 3/4"-Cu   | 19.95           | 22.88            | 22.84          | ascendente      | 0.70           | 0.035      | 0.079     | 0.07                                 | 1619.04                      |
|  | t2-Te  | 11            | 1.00                                  | 2.5       | 0        | 6        | 0       | 1        | 3.06        | 5.56        | 1/2"-Cu   | 13.84           | 22.88            | 22.61          | ascendente      | 0.30           | 0.015      | 0.242     | 0.07                                 | 1604.49                      |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (nbar) |        |               |                                       |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                  | 1.321          | 2.209           | APROBADO       |            |           |                                      |                              |
| TERMA  | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                                  | 48.42     | 0        | 7        | 0       | 0        | 4.27        | 52.69       | 3/4"-Cu   | 19.95           | 23.50            | 22.95          | ascendente      | 25.20          | 1.271      | 1.819     | 0.12                                 | 2580.34                      |
|  | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                  | 2.00      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 2           | 3/4"-Cu   | 19.95           | 22.95            | 22.88          | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.069     | 0.12                                 | 2580.34                      |
|  | t1-t2  | 16            | 1.45                                  | 2.90      | 0        | 2        | 1       | 0        | 2.44        | 5.34        | 3/4"-Cu   | 19.95           | 22.88            | 22.84          | ascendente      | 0.70           | 0.035      | 0.079     | 0.07                                 | 1619.04                      |
|  | t2-Te  | 5             | 0.45                                  | 3.7       | 0        | 6        | 1       | 0        | 3.68        | 7.4         | 1/2"-Cu   | 13.84           | 22.84            | 22.79          | ascendente      | 0.50           | 0.025      | 0.077     | 0.03                                 | 729.31                       |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (nbar) |        |               |                                       |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                  | 1.331          | 2.043           | APROBADO       |            |           |                                      |                              |
| SECADORA   | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                                  | 48.42     | 0        | 7        | 0       | 0        | 4.27        | 52.69       | 3/4"-Cu   | 19.95           | 23.50            | 22.95          | ascendente      | 25.20          | 1.271      | 1.819     | 0.12                                 | 2580.34                      |
|  | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                  | 2.00      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 2           | 3/4"-Cu   | 19.95           | 22.95            | 22.88          | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.069     | 0.12                                 | 2580.34                      |
|  | t1-t2  | 16            | 1.45                                  | 2.90      | 0        | 2        | 1       | 0        | 2.44        | 5.34        | 3/4"-Cu   | 19.95           | 22.88            | 22.84          | ascendente      | 0.70           | 0.035      | 0.079     | 0.07                                 | 1619.04                      |
|  | t2-Te  | 5             | 0.45                                  | 3.7       | 0        | 6        | 1       | 0        | 3.68        | 7.4         | 1/2"-Cu   | 13.84           | 22.84            | 22.79          | ascendente      | 0.50           | 0.025      | 0.077     | 0.03                                 | 729.31                       |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (nbar) |        |               |                                       |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                  | 1.331          | 2.043           | APROBADO       |            |           |                                      |                              |

**Tabla 48**

*Topología 2 - Cálculo de línea individual interior (4)*

| DEPARTAMENTO 1103   |          |               |                                       |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                  |                 |                 |               |             |            |                                      |                              |           |
|---|----------|---------------|---------------------------------------|-----------|----------|----------|---------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|---------------|-------------|------------|--------------------------------------|------------------------------|-----------|
| Artesfacto  | Tramo    | Potencia (Kw) | Q <sup>(1)</sup> (m <sup>3</sup> /h.) | Lreal (m) | Codo 45° | Codo 90° | Tee 90° | Tee 180° | Lequiv. (m) | L total (m) | D nominal | D interior (mm) | Píncipal (nb ar) | Pfin al (nb ar) | Flujo del tramo | Lvertical (m) | Aph (nb ar) | Δp (nb ar) | Condiciones de validez "NTP 111.011" |                              |           |
|   |          |               |                                       |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                  |                 |                 |               |             |            | QD < 150                             | Reynolds < 2*10 <sup>6</sup> | V ≤ 40m/s |
| COCINA  | CN(4-r1) | 25.5          | 2.31                                  | 51.04     | 0        | 7        | 0       | 0        | 4.27        | 55.31       | 3/4"-Cu   | 19.95           | 23.50            | 22.99           | ascendente      | 2.777         | 1.400       | 1.909      | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05      |
|   | r1-t1    | 25.5          | 2.31                                  | 2.00      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 2           | 3/4"-Cu   | 19.95           | 22.99            | 22.92           | horizontal      | 0.00          | 0.000       | 0.069      | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |
|   | t1-Co    | 12            | 1.09                                  | 4.54      | 0        | 6        | 1       | 0        | 3.68        | 8.22        | 1/2"-Cu   | 13.84           | 22.92            | 22.52           | ascendente      | 0.40          | 0.020       | 0.419      | 0.08                                 | 1750.35                      | 2.00      |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (nb ar) |          |               |                                       |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                  |                 |                 |               |             |            |                                      |                              |           |
| APROBADO  |          |               |                                       |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                  |                 |                 |               |             |            |                                      |                              |           |
| TERMA   | CN(4-r1) | 25.5          | 2.31                                  | 51.04     | 0        | 7        | 0       | 0        | 4.27        | 55.31       | 3/4"-Cu   | 19.95           | 23.50            | 22.99           | ascendente      | 2.777         | 1.400       | 1.909      | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05      |
|   | r1-t1    | 25.5          | 2.31                                  | 2.00      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 2           | 3/4"-Cu   | 19.95           | 22.99            | 22.92           | horizontal      | 0.00          | 0.000       | 0.069      | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |
|   | t2-Te    | 11            | 1.00                                  | 2.5       | 0        | 6        | 0       | 1        | 3.06        | 5.56        | 1/2"-Cu   | 13.84           | 22.88            | 22.65           | ascendente      | 0.30          | 0.015       | 0.242      | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.83      |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (nb ar) |          |               |                                       |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                  |                 |                 |               |             |            |                                      |                              |           |
| APROBADO  |          |               |                                       |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                  |                 |                 |               |             |            |                                      |                              |           |
| SECADORA  | CN(4-r1) | 25.5          | 2.31                                  | 51.04     | 0        | 7        | 0       | 0        | 4.27        | 55.31       | 3/4"-Cu   | 19.95           | 23.50            | 22.99           | ascendente      | 2.777         | 1.400       | 1.909      | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05      |
|   | r1-t1    | 25.5          | 2.31                                  | 2.00      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 2           | 3/4"-Cu   | 19.95           | 22.99            | 22.92           | horizontal      | 0.00          | 0.000       | 0.069      | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |
|   | t2-Te    | 5             | 0.45                                  | 3.7       | 0        | 6        | 1       | 0        | 3.68        | 7.4         | 1/2"-Cu   | 13.84           | 22.88            | 22.83           | ascendente      | 0.50          | 0.025       | 0.077      | 0.03                                 | 729.31                       | 0.83      |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (nb ar) |          |               |                                       |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                  |                 |                 |               |             |            |                                      |                              |           |
| APROBADO  |          |               |                                       |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                  |                 |                 |               |             |            |                                      |                              |           |
| DEPARTAMENTO 1203   |          |               |                                       |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                  |                 |                 |               |             |            |                                      |                              |           |
| COCINA  | CN(4-r1) | 25.5          | 2.31                                  | 53.72     | 0        | 7        | 0       | 0        | 4.27        | 57.99       | 3/4"-Cu   | 19.95           | 23.50            | 23.06           | ascendente      | 3.095         | 1.561       | 2.001      | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05      |
|   | r1-t1    | 25.5          | 2.31                                  | 2.00      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 2           | 3/4"-Cu   | 19.95           | 23.06            | 22.99           | horizontal      | 0.00          | 0.000       | 0.069      | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |
|   | t2-Te    | 11            | 1.00                                  | 2.5       | 0        | 6        | 0       | 1        | 3.06        | 5.56        | 1/2"-Cu   | 13.84           | 22.95            | 22.72           | ascendente      | 0.30          | 0.015       | 0.242      | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.83      |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (nb ar) |          |               |                                       |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                  |                 |                 |               |             |            |                                      |                              |           |
| APROBADO  |          |               |                                       |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                  |                 |                 |               |             |            |                                      |                              |           |
| TERMA   | CN(4-r1) | 25.5          | 2.31                                  | 53.72     | 0        | 7        | 0       | 0        | 4.27        | 57.99       | 3/4"-Cu   | 19.95           | 23.50            | 23.06           | ascendente      | 3.095         | 1.561       | 2.001      | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05      |
|   | r1-t1    | 25.5          | 2.31                                  | 2.00      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 2           | 3/4"-Cu   | 19.95           | 23.06            | 22.99           | horizontal      | 0.00          | 0.000       | 0.069      | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |
|   | t2-Te    | 11            | 1.00                                  | 2.5       | 0        | 6        | 0       | 1        | 3.06        | 5.56        | 1/2"-Cu   | 13.84           | 22.95            | 22.72           | ascendente      | 0.30          | 0.015       | 0.242      | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.83      |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (nb ar) |          |               |                                       |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                  |                 |                 |               |             |            |                                      |                              |           |
| APROBADO  |          |               |                                       |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                  |                 |                 |               |             |            |                                      |                              |           |
| SECADORA  | CN(4-r1) | 25.5          | 2.31                                  | 53.72     | 0        | 7        | 0       | 0        | 4.27        | 57.99       | 3/4"-Cu   | 19.95           | 23.50            | 23.06           | ascendente      | 3.095         | 1.561       | 2.001      | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05      |
|   | r1-t1    | 25.5          | 2.31                                  | 2.00      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 2           | 3/4"-Cu   | 19.95           | 23.06            | 22.99           | horizontal      | 0.00          | 0.000       | 0.069      | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |
|   | t2-Te    | 5             | 0.45                                  | 3.7       | 0        | 6        | 1       | 0        | 3.68        | 7.4         | 1/2"-Cu   | 13.84           | 22.95            | 22.90           | ascendente      | 0.50          | 0.025       | 0.077      | 0.03                                 | 729.31                       | 0.83      |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (nb ar) |          |               |                                       |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                  |                 |                 |               |             |            |                                      |                              |           |
| APROBADO  |          |               |                                       |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                  |                 |                 |               |             |            |                                      |                              |           |
| DEPARTAMENTO 1303   |          |               |                                       |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                  |                 |                 |               |             |            |                                      |                              |           |
| COCINA  | CN(4-r1) | 25.5          | 2.31                                  | 56.36     | 0        | 7        | 0       | 0        | 4.27        | 60.63       | 3/4"-Cu   | 19.95           | 23.50            | 23.11           | ascendente      | 3.383         | 1.706       | 2.093      | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05      |
|   | r1-t1    | 25.5          | 2.31                                  | 2.00      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 2           | 3/4"-Cu   | 19.95           | 23.11            | 23.04           | horizontal      | 0.00          | 0.000       | 0.069      | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |
|   | t2-Te    | 11            | 1.00                                  | 2.5       | 0        | 6        | 0       | 1        | 3.06        | 5.56        | 1/2"-Cu   | 13.84           | 23.00            | 22.77           | ascendente      | 0.30          | 0.015       | 0.242      | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.83      |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (nb ar) |          |               |                                       |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                  |                 |                 |               |             |            |                                      |                              |           |
| APROBADO  |          |               |                                       |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                  |                 |                 |               |             |            |                                      |                              |           |
| TERMA   | CN(4-r1) | 25.5          | 2.31                                  | 56.36     | 0        | 7        | 0       | 0        | 4.27        | 60.63       | 3/4"-Cu   | 19.95           | 23.50            | 23.11           | ascendente      | 3.383         | 1.706       | 2.093      | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05      |
|   | r1-t1    | 25.5          | 2.31                                  | 2.00      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 2           | 3/4"-Cu   | 19.95           | 23.11            | 23.04           | horizontal      | 0.00          | 0.000       | 0.069      | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |
|   | t2-Te    | 11            | 1.00                                  | 2.5       | 0        | 6        | 0       | 1        | 3.06        | 5.56        | 1/2"-Cu   | 13.84           | 23.00            | 22.77           | ascendente      | 0.30          | 0.015       | 0.242      | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.83      |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (nb ar) |          |               |                                       |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                  |                 |                 |               |             |            |                                      |                              |           |
| APROBADO  |          |               |                                       |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                  |                 |                 |               |             |            |                                      |                              |           |
| SECADORA  | CN(4-r1) | 25.5          | 2.31                                  | 56.36     | 0        | 7        | 0       | 0        | 4.27        | 60.63       | 3/4"-Cu   | 19.95           | 23.50            | 23.11           | ascendente      | 3.383         | 1.706       | 2.093      | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05      |
|   | r1-t1    | 25.5          | 2.31                                  | 2.00      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 2           | 3/4"-Cu   | 19.95           | 23.11            | 23.04           | horizontal      | 0.00          | 0.000       | 0.069      | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |
|   | t2-Te    | 5             | 0.45                                  | 3.7       | 0        | 6        | 1       | 0        | 3.68        | 7.4         | 1/2"-Cu   | 13.84           | 23.00            | 22.95           | ascendente      | 0.50          | 0.025       | 0.077      | 0.03                                 | 729.31                       | 0.83      |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (nb ar) |          |               |                                       |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                  |                 |                 |               |             |            |                                      |                              |           |
| APROBADO  |          |               |                                       |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                  |                 |                 |               |             |            |                                      |                              |           |

**Tabla 49**

*Topología 2 - Cálculo de línea individual interior (5)*

| Artefacto  | Tramo  | Potencia (K.w) | Q <sub>(w)</sub> (m <sup>3</sup> /h.) | Lreal (m) | Codo 45° | Codo 90° | Tee 90° | Tee 180° | Lequiv. (m) | L total (m) | D nominal (mm.) | D interior (mm.) | P inicial (mbar) | P final (mbar) | Flujo del tramo | L vertical (m) | Δph (mbar) | Δp (mbar) | Condiciones de validez "NTP 111.011" |                              |           |
|--|--------|----------------|---------------------------------------|-----------|----------|----------|---------|----------|-------------|-------------|-----------------|------------------|------------------|----------------|-----------------|----------------|------------|-----------|--------------------------------------|------------------------------|-----------|
|  |        |                |                                       |           |          |          |         |          |             |             |                 |                  |                  |                |                 |                |            |           | Q/D < 150                            | Reynolds < 2*10 <sup>6</sup> | V ≤ 40m/s |
| COCINA   | CM4-r1 | 25.5           | 2.31                                  | 59.27     | 0        | 7        | 0       | 0        | 4.27        | 63.54       | 3/4"-Cu         | 19.95            | 23.50            | 23.16          | ascendente      | 36.73          | 1.852      | 2.193     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05      |
|  | r1-tl  | 25.5           | 2.31                                  | 2.00      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 2           | 3/4"-Cu         | 19.95            | 23.16            | 23.09          | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.069     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |
|  | tl-Co  | 12             | 1.09                                  | 4.54      | 0        | 6        | 1       | 0        | 3.68        | 8.22        | 1/2"-Cu         | 13.84            | 23.09            | 22.69          | ascendente      | 0.40           | 0.020      | 0.419     | 0.08                                 | 1750.35                      | 2.00      |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |        |                |                                       |           |          |          |         |          |             |             |                 |                  |                  |                |                 |                |            |           | APROBADO                             |                              |           |
| TERMA  | CM4-r1 | 25.5           | 2.31                                  | 59.27     | 0        | 7        | 0       | 0        | 4.27        | 63.54       | 3/4"-Cu         | 19.95            | 23.50            | 23.16          | ascendente      | 36.73          | 1.852      | 2.193     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05      |
|  | r1-tl  | 25.5           | 2.31                                  | 2.00      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 2           | 3/4"-Cu         | 19.95            | 23.16            | 23.09          | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.069     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |
|  | tl-t2  | 16             | 1.45                                  | 2.90      | 0        | 2        | 1       | 0        | 2.44        | 5.34        | 3/4"-Cu         | 19.95            | 23.09            | 23.05          | ascendente      | 0.70           | 0.035      | 0.079     | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.28      |
|  | t2-Te  | 11             | 1.00                                  | 2.5       | 0        | 6        | 0       | 1        | 3.06        | 5.56        | 1/2"-Cu         | 13.84            | 23.05            | 22.82          | ascendente      | 0.30           | 0.015      | 0.242     | 0.07                                 | 1604.49                      | 1.83      |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |        |                |                                       |           |          |          |         |          |             |             |                 |                  |                  |                |                 |                |            |           | APROBADO                             |                              |           |
| SECADORA   | CM4-r1 | 25.5           | 2.31                                  | 59.27     | 0        | 7        | 0       | 0        | 4.27        | 63.54       | 3/4"-Cu         | 19.95            | 23.50            | 23.16          | ascendente      | 36.73          | 1.852      | 2.193     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05      |
|  | r1-tl  | 25.5           | 2.31                                  | 2.00      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 2           | 3/4"-Cu         | 19.95            | 23.16            | 23.09          | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.069     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |
|  | tl-t2  | 16             | 1.45                                  | 2.90      | 0        | 2        | 1       | 0        | 2.44        | 5.34        | 3/4"-Cu         | 19.95            | 23.09            | 23.05          | ascendente      | 0.70           | 0.035      | 0.079     | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.28      |
|  | t2-Te  | 5              | 0.45                                  | 3.7       | 0        | 6        | 1       | 0        | 3.68        | 7.4         | 1/2"-Cu         | 13.84            | 23.05            | 23.00          | ascendente      | 0.50           | 0.025      | 0.077     | 0.03                                 | 729.31                       | 0.83      |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |        |                |                                       |           |          |          |         |          |             |             |                 |                  |                  |                |                 |                |            |           | APROBADO                             |                              |           |
|  |        |                |                                       |           |          |          |         |          |             |             |                 |                  |                  |                |                 |                | 1.913      | 2.418     |                                      |                              |           |

**Tabla 50**

**Topología 2 - Cálculo de línea individual interior (6)**

MONTANTE 2 - DEPARTAMENTOS: 102, 203, 303, 404, 504, 604, 704, 804, 904, 1004, 1104, 1204, 1304, 1404

CÁLCULOS DE LA LÍNEA INDIVIDUAL INTERNA DE GNS

(FÓRMULA DE RENOARD LINEA L: Presión =< 100nbar)

|                       |                           |                            |                            |                    |                             |   |
|-----------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------|-----------------------------|---|
| Condiciones Estandar: | Regulación: 2°            | Etapas: 25                 | Caja del medidor: 1.5 mbar | P.C.S. (GNS): 0.61 | Kw-h/m <sup>2</sup> : 11.05 | Caja de presión máxima de 32% 8nbar         |
|                       | Presión regulada: 25 nbar | Presión inicial: 23.5 nbar | Pot. Por Dpto.: 25.5 nbar  | Kw: 25.5           | Lvertical: 1.013            | Unión de tuberías: Soldadas por capilaridad |

| Atréfecto  | Tramo  | Potencia (Kw) | Q <sub>60</sub> (m <sup>3</sup> /h.) | Lreal (m) | Codo 45° | Codo 90° | Tee 90° | Tee 180° | Lequiv. (m) | L total (m) | D nominal | D interior (mm) | P inicial (nbar) | P final (nbar) | Flujo del tramo | Lvertical (m) | Δph (nbar) | Δp (nbar) | Condiciones de validez "NTP 111.011" |  |                |
|--|--------|---------------|--------------------------------------|-----------|----------|----------|---------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------------|------------------|----------------|-----------------|---------------|------------|-----------|--------------------------------------|--|----------------|
|  |        |               |                                      |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                  |                |                 |               |            |           | QD < 150                             | Reynolds < 2*10 <sup>6</sup> V ≤ 40m/s | Pfinal ≥ 7mbar |
| COCINA   | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                                 | 41.84     | 0        | 8        | 0       | 0        | 4.88        | 46.72       | 3/4" - Cu | 19.95           | 23.50            | 21.74          | descendente     | 2.91          | -0.147     | 1.612     | 0.12                                 | 2580.34                                | 2.05           |
|  | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                 | 5.30      | 0        | 0        | 0       | 0        | 5.3         | 5.3         | 3/4" - Cu | 19.95           | 21.74            | 21.56          | horizontal      | 0.00          | 0.000      | 0.183     | 0.12                                 | 2580.34                                | 2.04           |
|  | t1-Co  | 12            | 1.09                                 | 5.33      | 0        | 7        | 1       | 0        | 4.14        | 9.47        | 1/2" - Cu | 13.84           | 21.56            | 21.09          | ascendente      | 0.40          | 0.020      | 0.483     | 0.08                                 | 1750.35                                | 2.00           |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (nbar) |        |               |                                      |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                  |                |                 |               |            |           |                                      | A PROBA DO                             |                |
| TERMA  | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                                 | 41.84     | 0        | 8        | 0       | 0        | 4.88        | 46.72       | 3/4" - Cu | 19.95           | 23.50            | 21.74          | descendente     | 2.91          | -0.147     | 1.612     | 0.12                                 | 2580.34                                | 2.05           |
|  | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                 | 5.30      | 0        | 0        | 0       | 0        | 5.3         | 5.3         | 3/4" - Cu | 19.95           | 21.74            | 21.56          | horizontal      | 0.00          | 0.000      | 0.183     | 0.12                                 | 2580.34                                | 2.04           |
|  | t1-t2  | 16            | 1.45                                 | 2.40      | 0        | 1        | 1       | 0        | 1.83        | 4.23        | 3/4" - Cu | 19.95           | 21.56            | 21.53          | ascendente      | 0.70          | 0.035      | 0.063     | 0.07                                 | 1619.04                                | 1.28           |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (nbar) |        |               |                                      |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                  |                |                 |               |            |           |                                      | A PROBA DO                             |                |
| SECADORA   | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                                 | 41.84     | 0        | 8        | 0       | 0        | 4.88        | 46.72       | 3/4" - Cu | 19.95           | 23.50            | 21.74          | descendente     | 2.91          | -0.096     | 1.612     | 0.12                                 | 2580.34                                | 2.05           |
|  | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                 | 5.30      | 0        | 0        | 0       | 0        | 5.3         | 5.3         | 3/4" - Cu | 19.95           | 21.74            | 21.56          | horizontal      | 0.00          | 0.000      | 0.183     | 0.12                                 | 2580.34                                | 2.04           |
|  | t1-t2  | 16            | 1.45                                 | 2.40      | 0        | 1        | 1       | 0        | 1.83        | 4.23        | 3/4" - Cu | 19.95           | 21.56            | 21.53          | ascendente      | 0.70          | 0.035      | 0.063     | 0.07                                 | 1619.04                                | 1.28           |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (nbar) |        |               |                                      |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                  |                |                 |               |            |           |                                      | A PROBA DO                             |                |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (nbar) |        |               |                                      |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                  |                |                 |               |            |           |                                      | A PROBA DO                             |                |

| Atréfecto  | Tramo  | Potencia (Kw) | Q <sub>60</sub> (m <sup>3</sup> /h.) | Lreal (m) | Codo 45° | Codo 90° | Tee 90° | Tee 180° | Lequiv. (m) | L total (m) | D nominal | D interior (mm) | P inicial (nbar) | P final (nbar) | Flujo del tramo | Lvertical (m) | Δph (nbar) | Δp (nbar) | Condiciones de validez "NTP 111.011" |  |                |
|--|--------|---------------|--------------------------------------|-----------|----------|----------|---------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------------|------------------|----------------|-----------------|---------------|------------|-----------|--------------------------------------|--|----------------|
|  |        |               |                                      |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                  |                |                 |               |            |           | QD < 150                             | Reynolds < 2*10 <sup>6</sup> V ≤ 40m/s | Pfinal ≥ 7mbar |
| COCINA   | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                                 | 44.46     | 0        | 8        | 0       | 0        | 4.88        | 49.34       | 3/4" - Cu | 19.95           | 23.50            | 21.84          | ascendente      | 0.87          | 0.044      | 1.703     | 0.12                                 | 2580.34                                | 2.05           |
|  | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                 | 5.30      | 0        | 0        | 0       | 0        | 5.3         | 5.3         | 3/4" - Cu | 19.95           | 21.84            | 21.66          | horizontal      | 0.00          | 0.000      | 0.183     | 0.12                                 | 2580.34                                | 2.04           |
|  | t1-Co  | 12            | 1.09                                 | 5.33      | 0        | 7        | 1       | 0        | 4.14        | 9.47        | 1/2" - Cu | 13.84           | 21.66            | 21.20          | ascendente      | 0.40          | 0.020      | 0.483     | 0.08                                 | 1750.35                                | 2.00           |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (nbar) |        |               |                                      |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                  |                |                 |               |            |           |                                      | A PROBA DO                             |                |
| TERMA  | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                                 | 44.46     | 0        | 8        | 0       | 0        | 4.88        | 49.34       | 3/4" - Cu | 19.95           | 23.50            | 21.84          | ascendente      | 0.87          | 0.044      | 1.703     | 0.12                                 | 2580.34                                | 2.05           |
|  | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                 | 5.30      | 0        | 0        | 0       | 0        | 5.3         | 5.3         | 3/4" - Cu | 19.95           | 21.84            | 21.66          | horizontal      | 0.00          | 0.000      | 0.183     | 0.12                                 | 2580.34                                | 2.04           |
|  | t1-t2  | 16            | 1.45                                 | 2.40      | 0        | 1        | 1       | 0        | 1.83        | 4.23        | 3/4" - Cu | 19.95           | 21.66            | 21.63          | ascendente      | 0.70          | 0.035      | 0.063     | 0.07                                 | 1619.04                                | 1.28           |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (nbar) |        |               |                                      |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                  |                |                 |               |            |           |                                      | A PROBA DO                             |                |
| SECADORA   | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                                 | 44.46     | 0        | 8        | 0       | 0        | 4.88        | 49.34       | 3/4" - Cu | 19.95           | 23.50            | 21.84          | ascendente      | 0.87          | 0.044      | 1.703     | 0.12                                 | 2580.34                                | 2.05           |
|  | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                 | 5.30      | 0        | 0        | 0       | 0        | 5.3         | 5.3         | 3/4" - Cu | 19.95           | 21.84            | 21.66          | horizontal      | 0.00          | 0.000      | 0.183     | 0.12                                 | 2580.34                                | 2.04           |
|  | t1-t2  | 16            | 1.45                                 | 2.40      | 0        | 1        | 1       | 0        | 1.83        | 4.23        | 3/4" - Cu | 19.95           | 21.66            | 21.63          | ascendente      | 0.70          | 0.035      | 0.063     | 0.07                                 | 1619.04                                | 1.28           |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (nbar) |        |               |                                      |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                  |                |                 |               |            |           |                                      | A PROBA DO                             |                |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (nbar) |        |               |                                      |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                  |                |                 |               |            |           |                                      | A PROBA DO                             |                |

**Tabla 51**

*Topología 2 - Cálculo de línea individual interior (7)*

| DEPARTAMENTO 303   |  |               |                                       |           |          |          |         |          |             |             |           |                  |                |               |                 |                |            |   |                                      |         |      |
|--|--|---------------|---------------------------------------|-----------|----------|----------|---------|----------|-------------|-------------|-----------|------------------|----------------|---------------|-----------------|----------------|------------|---|--------------------------------------|---------|------|
| Artefacto  | Tramo  | Potencia (Kw) | Q <sub>(v)</sub> (m <sup>3</sup> /h.) | Lreal (m) | Codo 45° | Codo 90° | Tee 90° | Tee 180° | Lequiv. (m) | L total (m) | D.nominal | D.interior (mm.) | Pnicial (mbar) | Pfinal (mbar) | Flujo del tramo | L vertical (m) | Δph (mbar) | Δp (mbar)   | Condiciones de validez "NTP 111.011" |         |      |
|  |  |               |                                       |           |          |          |         |          |             |             |           |                  |                |               |                 |                |            | QD < 150   Reynolds < 2*10 <sup>4</sup>   V ≤ 40m/s   Pfinal ≥ 17mbar |                                      |         |      |
| COCINA   | CM4-r1   | 25.5          | 2.31                                  | 47.08     | 0        | 8        | 0       | 0        | 4.88        | 51.96       | 3/4"-Cu   | 19.95            | 23.50          | 21.90         | ascendente      | 3.75           | 0.189      | 1.793   | 0.12                                 | 2580.34 | 2.05 |
|  | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                  | 5.30      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 5.3         | 3/4"-Cu   | 19.95            | 21.90          | 21.71         | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.183   | 0.12                                 | 2580.34 | 2.04 |
|  | t1-Co  | 12            | 1.09                                  | 5.33      | 0        | 7        | 1       | 0        | 4.14        | 9.47        | 1/2"-Cu   | 13.84            | 21.71          | 21.25         | ascendente      | 0.40           | 0.020      | 0.483   | 0.08                                 | 1750.35 | 2.00 |
|  | Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |               |                                       |           |          |          |         |          |             |             |           |                  |                |               | 0.209           | 2.459          | APROBADO   |   |                                      |         |      |
| TERMA  | CM4-r1   | 25.5          | 2.31                                  | 47.08     | 0        | 8        | 0       | 0        | 4.88        | 51.96       | 3/4"-Cu   | 19.95            | 23.50          | 21.90         | ascendente      | 3.75           | 0.189      | 1.793   | 0.12                                 | 2580.34 | 2.05 |
|  | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                  | 5.30      | 0        | 0        | 0       | 0        | 5.3         | 5.3         | 3/4"-Cu   | 19.95            | 21.90          | 21.71         | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.183   | 0.12                                 | 2580.34 | 2.04 |
|  | t1-t2  | 16            | 1.45                                  | 2.40      | 0        | 1        | 1       | 0        | 1.83        | 4.23        | 3/4"-Cu   | 19.95            | 21.71          | 21.69         | ascendente      | 0.70           | 0.035      | 0.063   | 0.07                                 | 1619.04 | 1.28 |
|  | t2-Te  | 11            | 1.00                                  | 3.0       | 0        | 6        | 0       | 1        | 3.06        | 6.06        | 1/2"-Cu   | 13.84            | 21.69          | 21.44         | ascendente      | 0.30           | 0.015      | 0.264   | 0.07                                 | 1604.49 | 1.83 |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |  |               |                                       |           |          |          |         |          |             |             |           |                  |                | 0.240         | 2.303           | APROBADO       |            |   |                                      |         |      |
| SBCADORA   | CM4-r1   | 25.5          | 2.31                                  | 47.08     | 0        | 8        | 0       | 0        | 4.88        | 51.96       | 3/4"-Cu   | 19.95            | 23.50          | 21.90         | ascendente      | 3.75           | 0.189      | 1.793   | 0.12                                 | 2580.34 | 2.05 |
|  | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                  | 5.30      | 0        | 0        | 0       | 0        | 5.3         | 5.3         | 3/4"-Cu   | 19.95            | 21.90          | 21.71         | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.183   | 0.12                                 | 2580.34 | 2.04 |
|  | t1-t2  | 16            | 1.45                                  | 2.40      | 0        | 1        | 1       | 0        | 1.83        | 4.23        | 3/4"-Cu   | 19.95            | 21.71          | 21.69         | ascendente      | 0.70           | 0.035      | 0.063   | 0.07                                 | 1619.04 | 1.28 |
|  | t2-Se  | 5             | 0.45                                  | 3.2       | 0        | 6        | 1       | 0        | 3.68        | 6.92        | 1/2"-Cu   | 13.84            | 21.69          | 21.64         | ascendente      | 0.50           | 0.025      | 0.072   | 0.03                                 | 729.31  | 0.83 |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |  |               |                                       |           |          |          |         |          |             |             |           |                  |                | 0.250         | 2.111           | APROBADO       |            |   |                                      |         |      |
| DEPARTAMENTO 404   |  |               |                                       |           |          |          |         |          |             |             |           |                  |                |               |                 |                |            |   |                                      |         |      |
| Artefacto  | Tramo  | Potencia (Kw) | Q <sub>(v)</sub> (m <sup>3</sup> /h.) | Lreal (m) | Codo 45° | Codo 90° | Tee 90° | Tee 180° | Lequiv. (m) | L total (m) | D.nominal | D.interior (mm.) | Pnicial (mbar) | Pfinal (mbar) | Flujo del tramo | L vertical (m) | Δph (mbar) | Δp (mbar)   | Condiciones de validez "NTP 111.011" |         |      |
|  |  |               |                                       |           |          |          |         |          |             |             |           |                  |                |               |                 |                |            | QD < 150   Reynolds < 2*10 <sup>4</sup>   V ≤ 40m/s   Pfinal ≥ 17mbar |                                      |         |      |
| COCINA   | CM4-r1   | 25.5          | 2.31                                  | 49.71     | 0        | 8        | 0       | 0        | 4.88        | 54.59       | 3/4"-Cu   | 19.95            | 23.50          | 21.95         | ascendente      | 6.63           | 0.334      | 1.884   | 0.12                                 | 2580.34 | 2.05 |
|  | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                  | 5.30      | 0        | 0        | 0       | 0        | 5.3         | 5.3         | 3/4"-Cu   | 19.95            | 21.95          | 21.77         | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.183   | 0.12                                 | 2580.34 | 2.04 |
|  | t1-t2  | 16            | 1.45                                  | 2.40      | 0        | 1        | 1       | 0        | 1.83        | 4.23        | 3/4"-Cu   | 19.95            | 21.77          | 21.74         | ascendente      | 0.70           | 0.035      | 0.063   | 0.07                                 | 1619.04 | 1.28 |
|  | t2-Te  | 11            | 1.00                                  | 3.0       | 0        | 6        | 0       | 1        | 3.06        | 6.06        | 1/2"-Cu   | 13.84            | 21.74          | 21.49         | ascendente      | 0.30           | 0.015      | 0.264   | 0.07                                 | 1604.49 | 1.83 |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |  |               |                                       |           |          |          |         |          |             |             |           |                  |                | 0.355         | 2.550           | APROBADO       |            |   |                                      |         |      |
| TERMA  | CM4-r1   | 25.5          | 2.31                                  | 49.71     | 0        | 8        | 0       | 0        | 4.88        | 54.59       | 3/4"-Cu   | 19.95            | 23.50          | 21.95         | ascendente      | 6.63           | 0.334      | 1.884   | 0.12                                 | 2580.34 | 2.05 |
|  | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                  | 5.30      | 0        | 0        | 0       | 0        | 5.3         | 5.3         | 3/4"-Cu   | 19.95            | 21.95          | 21.77         | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.183   | 0.12                                 | 2580.34 | 2.04 |
|  | t1-t2  | 16            | 1.45                                  | 2.40      | 0        | 1        | 1       | 0        | 1.83        | 4.23        | 3/4"-Cu   | 19.95            | 21.77          | 21.74         | ascendente      | 0.70           | 0.035      | 0.063   | 0.07                                 | 1619.04 | 1.28 |
|  | t2-Te  | 11            | 1.00                                  | 3.0       | 0        | 6        | 0       | 1        | 3.06        | 6.06        | 1/2"-Cu   | 13.84            | 21.74          | 21.49         | ascendente      | 0.30           | 0.015      | 0.264   | 0.07                                 | 1604.49 | 1.83 |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |  |               |                                       |           |          |          |         |          |             |             |           |                  |                | 0.385         | 2.393           | APROBADO       |            |   |                                      |         |      |
| SBCADORA   | CM4-r1   | 25.5          | 2.31                                  | 49.71     | 0        | 8        | 0       | 0        | 4.88        | 54.59       | 3/4"-Cu   | 19.95            | 23.50          | 21.95         | ascendente      | 6.63           | 0.334      | 1.884   | 0.12                                 | 2580.34 | 2.05 |
|  | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                  | 5.30      | 0        | 0        | 0       | 0        | 5.3         | 5.3         | 3/4"-Cu   | 19.95            | 21.95          | 21.77         | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.183   | 0.12                                 | 2580.34 | 2.04 |
|  | t1-t2  | 16            | 1.45                                  | 2.40      | 0        | 1        | 1       | 0        | 1.83        | 4.23        | 3/4"-Cu   | 19.95            | 21.77          | 21.74         | ascendente      | 0.70           | 0.035      | 0.063   | 0.07                                 | 1619.04 | 1.28 |
|  | t2-Se  | 5             | 0.45                                  | 3.2       | 0        | 6        | 1       | 0        | 3.68        | 6.92        | 1/2"-Cu   | 13.84            | 21.74          | 21.69         | ascendente      | 0.50           | 0.025      | 0.072   | 0.03                                 | 729.31  | 0.83 |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |  |               |                                       |           |          |          |         |          |             |             |           |                  |                | 0.395         | 2.201           | APROBADO       |            |   |                                      |         |      |
| DEPARTAMENTO 504   |  |               |                                       |           |          |          |         |          |             |             |           |                  |                |               |                 |                |            |   |                                      |         |      |
| Artefacto  | Tramo  | Potencia (Kw) | Q <sub>(v)</sub> (m <sup>3</sup> /h.) | Lreal (m) | Codo 45° | Codo 90° | Tee 90° | Tee 180° | Lequiv. (m) | L total (m) | D.nominal | D.interior (mm.) | Pnicial (mbar) | Pfinal (mbar) | Flujo del tramo | L vertical (m) | Δph (mbar) | Δp (mbar)   | Condiciones de validez "NTP 111.011" |         |      |
|  |  |               |                                       |           |          |          |         |          |             |             |           |                  |                |               |                 |                |            | QD < 150   Reynolds < 2*10 <sup>4</sup>   V ≤ 40m/s   Pfinal ≥ 17mbar |                                      |         |      |
| COCINA   | CM4-r1   | 25.5          | 2.31                                  | 52.09     | 0        | 8        | 0       | 0        | 4.88        | 56.97       | 3/4"-Cu   | 19.95            | 23.50          | 22.01         | ascendente      | 9.50           | 0.479      | 1.966   | 0.12                                 | 2580.34 | 2.05 |
|  | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                  | 5.30      | 0        | 0        | 0       | 0        | 5.3         | 5.3         | 3/4"-Cu   | 19.95            | 22.01          | 21.83         | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.183   | 0.12                                 | 2580.34 | 2.04 |
|  | t1-t2  | 16            | 1.45                                  | 2.40      | 0        | 1        | 1       | 0        | 1.83        | 4.23        | 3/4"-Cu   | 19.95            | 21.83          | 21.80         | ascendente      | 0.70           | 0.035      | 0.063   | 0.07                                 | 1619.04 | 1.28 |
|  | t2-Te  | 11            | 1.00                                  | 3.0       | 0        | 6        | 0       | 1        | 3.06        | 6.06        | 1/2"-Cu   | 13.84            | 21.80          | 21.55         | ascendente      | 0.30           | 0.015      | 0.264   | 0.07                                 | 1604.49 | 1.83 |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |  |               |                                       |           |          |          |         |          |             |             |           |                  |                | 0.499         | 2.632           | APROBADO       |            |   |                                      |         |      |
| TERMA  | CM4-r1   | 25.5          | 2.31                                  | 52.09     | 0        | 8        | 0       | 0        | 4.88        | 56.97       | 3/4"-Cu   | 19.95            | 23.50          | 22.01         | ascendente      | 9.50           | 0.479      | 1.966   | 0.12                                 | 2580.34 | 2.05 |
|  | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                  | 5.30      | 0        | 0        | 0       | 0        | 5.3         | 5.3         | 3/4"-Cu   | 19.95            | 22.01          | 21.83         | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.183   | 0.12                                 | 2580.34 | 2.04 |
|  | t1-t2  | 16            | 1.45                                  | 2.40      | 0        | 1        | 1       | 0        | 1.83        | 4.23        | 3/4"-Cu   | 19.95            | 21.83          | 21.80         | ascendente      | 0.70           | 0.035      | 0.063   | 0.07                                 | 1619.04 | 1.28 |
|  | t2-Te  | 11            | 1.00                                  | 3.0       | 0        | 6        | 0       | 1        | 3.06        | 6.06        | 1/2"-Cu   | 13.84            | 21.80          | 21.55         | ascendente      | 0.30           | 0.015      | 0.264   | 0.07                                 | 1604.49 | 1.83 |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |  |               |                                       |           |          |          |         |          |             |             |           |                  |                | 0.529         | 2.476           | APROBADO       |            |   |                                      |         |      |
| SBCADORA   | CM4-r1   | 25.5          | 2.31                                  | 52.09     | 0        | 8        | 0       | 0        | 4.88        | 56.97       | 3/4"-Cu   | 19.95            | 23.50          | 22.01         | ascendente      | 9.50           | 0.479      | 1.966   | 0.12                                 | 2580.34 | 2.05 |
|  | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                  | 5.30      | 0        | 0        | 0       | 0        | 5.3         | 5.3         | 3/4"-Cu   | 19.95            | 22.01          | 21.83         | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.183   | 0.12                                 | 2580.34 | 2.04 |
|  | t1-t2  | 16            | 1.45                                  | 2.40      | 0        | 1        | 1       | 0        | 1.83        | 4.23        | 3/4"-Cu   | 19.95            | 21.83          | 21.80         | ascendente      | 0.70           | 0.035      | 0.063   | 0.07                                 | 1619.04 | 1.28 |
|  | t2-Se  | 5             | 0.45                                  | 3.2       | 0        | 6        | 1       | 0        | 3.68        | 6.92        | 1/2"-Cu   | 13.84            | 21.80          | 21.76         | ascendente      | 0.50           | 0.025      | 0.072   | 0.03                                 | 729.31  | 0.83 |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |  |               |                                       |           |          |          |         |          |             |             |           |                  |                | 0.540         | 2.283           | APROBADO       |            |   |                                      |         |      |

**Tabla 52**

*Topología 2 - Cálculo de línea individual interior (8)*

| DEPARTAMENTO 604   |          |               |                                      |           |          |          |         |          |             |             |                 |                  |                  |                |                 |                |            |           |                                      |                              |           |
|--|----------|---------------|--------------------------------------|-----------|----------|----------|---------|----------|-------------|-------------|-----------------|------------------|------------------|----------------|-----------------|----------------|------------|-----------|--------------------------------------|------------------------------|-----------|
| Artefacto  | Tramo    | Potencia (Kw) | Q <sub>41</sub> (m <sup>3</sup> /h.) | Lreal (m) | Codo 45° | Codo 90° | Tee 90° | Tee 180° | Lequiv. (m) | L total (m) | D nominal (mm.) | D interior (mm.) | P inicial (mbar) | P final (mbar) | Flujo del tramo | L vertical (m) | Δph (mbar) | Δp (mbar) | Condiciones de validez "NTP 111.011" |                              |           |
|  |          |               |                                      |           |          |          |         |          |             |             |                 |                  |                  |                |                 |                |            |           | Q/D < 150                            | Reynolds < 2*10 <sup>6</sup> | V ≤ 40m/s |
| COCINA   | CM4 - r1 | 25.5          | 2.31                                 | 54.72     | 0        | 8        | 0       | 0        | 4.88        | 59.60       | 3/4"            | 19.95            | 23.50            | 22.07          | ascendente      | 12.38          | 0.624      | 2.057     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05      |
|  | r1 - t1  | 25.5          | 2.31                                 | 5.30      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 5.3         | 3/4"            | 19.95            | 22.07            | 21.88          | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.183     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |
|  | t1 - Co  | 12            | 1.09                                 | 5.33      | 0        | 7        | 1       | 0        | 4.14        | 9.47        | 1/2"            | 13.84            | 21.88            | 21.42          | ascendente      | 0.40           | 0.020      | 0.083     | 0.08                                 | 1750.35                      | 2.00      |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |          |               |                                      |           |          |          |         |          |             |             |                 |                  |                  |                |                 |                |            |           |                                      |                              |           |
| TERMA  | CM4 - r1 | 25.5          | 2.31                                 | 54.72     | 0        | 8        | 0       | 0        | 4.88        | 59.60       | 3/4"            | 19.95            | 23.50            | 22.07          | ascendente      | 12.38          | 0.624      | 2.057     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05      |
|  | r1 - t1  | 25.5          | 2.31                                 | 5.30      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 5.3         | 3/4"            | 19.95            | 22.07            | 21.88          | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.183     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |
|  | t1 - t2  | 16            | 1.45                                 | 2.40      | 0        | 1        | 1       | 0        | 1.83        | 4.23        | 3/4"            | 19.95            | 21.88            | 21.86          | ascendente      | 0.70           | 0.035      | 0.063     | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.28      |
| t2 - Te  | 11       | 1.00          | 3.0                                  | 0         | 6        | 0        | 1       | 3.06     | 6.06        | 1/2"        | 13.84           | 21.86            | 21.61            | ascendente     | 0.30            | 0.015          | 0.264      | 0.07      | 1604.49                              | 1.83                         |           |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |          |               |                                      |           |          |          |         |          |             |             |                 |                  |                  |                |                 |                |            |           |                                      |                              |           |
| SBCADORA   | CM4 - r1 | 25.5          | 2.31                                 | 54.72     | 0        | 8        | 0       | 0        | 4.88        | 59.60       | 3/4"            | 19.95            | 23.50            | 22.07          | ascendente      | 12.38          | 0.624      | 2.057     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05      |
|  | r1 - t1  | 25.5          | 2.31                                 | 5.30      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 5.3         | 3/4"            | 19.95            | 22.07            | 21.88          | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.183     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |
|  | t1 - t2  | 16            | 1.45                                 | 2.40      | 0        | 1        | 1       | 0        | 1.83        | 4.23        | 3/4"            | 19.95            | 21.88            | 21.86          | ascendente      | 0.70           | 0.035      | 0.063     | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.28      |
| t2 - Se  | 5        | 0.45          | 3.2                                  | 0         | 6        | 1        | 0       | 3.68     | 6.92        | 1/2"        | 13.84           | 21.86            | 21.81            | ascendente     | 0.50            | 0.025          | 0.072      | 0.03      | 729.31                               | 0.83                         |           |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |          |               |                                      |           |          |          |         |          |             |             |                 |                  |                  |                |                 |                |            |           |                                      |                              |           |
| APROBADO   |          |               |                                      |           |          |          |         |          |             |             |                 |                  |                  |                |                 |                |            |           |                                      |                              |           |
| DEPARTAMENTO 704   |          |               |                                      |           |          |          |         |          |             |             |                 |                  |                  |                |                 |                |            |           |                                      |                              |           |
| Artefacto  | Tramo    | Potencia (Kw) | Q <sub>41</sub> (m <sup>3</sup> /h.) | Lreal (m) | Codo 45° | Codo 90° | Tee 90° | Tee 180° | Lequiv. (m) | L total (m) | D nominal (mm.) | D interior (mm.) | P inicial (mbar) | P final (mbar) | Flujo del tramo | L vertical (m) | Δph (mbar) | Δp (mbar) | Condiciones de validez "NTP 111.011" |                              |           |
|  |          |               |                                      |           |          |          |         |          |             |             |                 |                  |                  |                |                 |                |            |           | Q/D < 150                            | Reynolds < 2*10 <sup>6</sup> | V ≤ 40m/s |
| COCINA   | CM4 - r1 | 25.5          | 2.31                                 | 57.35     | 0        | 8        | 0       | 0        | 4.88        | 62.23       | 3/4"            | 19.95            | 23.50            | 22.12          | ascendente      | 15.26          | 0.770      | 2.148     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05      |
|  | r1 - t1  | 25.5          | 2.31                                 | 5.30      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 5.3         | 3/4"            | 19.95            | 22.12            | 21.94          | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.183     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |
|  | t1 - t2  | 16            | 1.45                                 | 2.40      | 0        | 1        | 1       | 0        | 1.83        | 4.23        | 3/4"            | 19.95            | 21.94            | 21.91          | ascendente      | 0.70           | 0.035      | 0.063     | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.28      |
| t2 - Te  | 11       | 1.00          | 3.0                                  | 0         | 6        | 0        | 1       | 3.06     | 6.06        | 1/2"        | 13.84           | 21.91            | 21.66            | ascendente     | 0.30            | 0.015          | 0.264      | 0.07      | 1604.49                              | 1.83                         |           |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |          |               |                                      |           |          |          |         |          |             |             |                 |                  |                  |                |                 |                |            |           |                                      |                              |           |
| TERMA  | CM4 - r1 | 25.5          | 2.31                                 | 57.35     | 0        | 8        | 0       | 0        | 4.88        | 62.23       | 3/4"            | 19.95            | 23.50            | 22.12          | ascendente      | 15.26          | 0.770      | 2.148     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05      |
|  | r1 - t1  | 25.5          | 2.31                                 | 5.30      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 5.3         | 3/4"            | 19.95            | 22.12            | 21.94          | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.183     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |
|  | t1 - t2  | 16            | 1.45                                 | 2.40      | 0        | 1        | 1       | 0        | 1.83        | 4.23        | 3/4"            | 19.95            | 21.94            | 21.91          | ascendente      | 0.70           | 0.035      | 0.063     | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.28      |
| t2 - Te  | 11       | 1.00          | 3.0                                  | 0         | 6        | 0        | 1       | 3.06     | 6.06        | 1/2"        | 13.84           | 21.91            | 21.66            | ascendente     | 0.30            | 0.015          | 0.264      | 0.07      | 1604.49                              | 1.83                         |           |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |          |               |                                      |           |          |          |         |          |             |             |                 |                  |                  |                |                 |                |            |           |                                      |                              |           |
| SBCADORA   | CM4 - r1 | 25.5          | 2.31                                 | 57.35     | 0        | 8        | 0       | 0        | 4.88        | 62.23       | 3/4"            | 19.95            | 23.50            | 22.12          | ascendente      | 15.26          | 0.770      | 2.148     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05      |
|  | r1 - t1  | 25.5          | 2.31                                 | 5.30      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 5.3         | 3/4"            | 19.95            | 22.12            | 21.94          | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.183     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |
|  | t1 - t2  | 16            | 1.45                                 | 2.40      | 0        | 1        | 1       | 0        | 1.83        | 4.23        | 3/4"            | 19.95            | 21.94            | 21.91          | ascendente      | 0.70           | 0.035      | 0.063     | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.28      |
| t2 - Se  | 5        | 0.45          | 3.2                                  | 0         | 6        | 1        | 0       | 3.68     | 6.92        | 1/2"        | 13.84           | 21.91            | 21.87            | ascendente     | 0.50            | 0.025          | 0.072      | 0.03      | 729.31                               | 0.83                         |           |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |          |               |                                      |           |          |          |         |          |             |             |                 |                  |                  |                |                 |                |            |           |                                      |                              |           |
| APROBADO   |          |               |                                      |           |          |          |         |          |             |             |                 |                  |                  |                |                 |                |            |           |                                      |                              |           |
| DEPARTAMENTO 804   |          |               |                                      |           |          |          |         |          |             |             |                 |                  |                  |                |                 |                |            |           |                                      |                              |           |
| Artefacto  | Tramo    | Potencia (Kw) | Q <sub>41</sub> (m <sup>3</sup> /h.) | Lreal (m) | Codo 45° | Codo 90° | Tee 90° | Tee 180° | Lequiv. (m) | L total (m) | D nominal (mm.) | D interior (mm.) | P inicial (mbar) | P final (mbar) | Flujo del tramo | L vertical (m) | Δph (mbar) | Δp (mbar) | Condiciones de validez "NTP 111.011" |                              |           |
|  |          |               |                                      |           |          |          |         |          |             |             |                 |                  |                  |                |                 |                |            |           | Q/D < 150                            | Reynolds < 2*10 <sup>6</sup> | V ≤ 40m/s |
| COCINA   | CM4 - r1 | 25.5          | 2.31                                 | 59.78     | 0        | 8        | 0       | 0        | 4.88        | 64.66       | 3/4"            | 19.95            | 23.50            | 22.18          | ascendente      | 18.14          | 0.915      | 2.232     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05      |
|  | r1 - t1  | 25.5          | 2.31                                 | 5.30      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 5.3         | 3/4"            | 19.95            | 22.18            | 22.00          | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.183     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |
|  | t1 - t2  | 16            | 1.45                                 | 2.40      | 0        | 1        | 1       | 0        | 1.83        | 4.23        | 3/4"            | 19.95            | 22.00            | 21.97          | ascendente      | 0.70           | 0.035      | 0.063     | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.28      |
| t2 - Te  | 11       | 1.00          | 3.0                                  | 0         | 6        | 0        | 1       | 3.06     | 6.06        | 1/2"        | 13.84           | 21.97            | 21.72            | ascendente     | 0.30            | 0.015          | 0.264      | 0.07      | 1604.49                              | 1.83                         |           |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |          |               |                                      |           |          |          |         |          |             |             |                 |                  |                  |                |                 |                |            |           |                                      |                              |           |
| TERMA  | CM4 - r1 | 25.5          | 2.31                                 | 59.78     | 0        | 8        | 0       | 0        | 4.88        | 64.66       | 3/4"            | 19.95            | 23.50            | 22.18          | ascendente      | 18.14          | 0.915      | 2.232     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05      |
|  | r1 - t1  | 25.5          | 2.31                                 | 5.30      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 5.3         | 3/4"            | 19.95            | 22.18            | 22.00          | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.183     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |
|  | t1 - t2  | 16            | 1.45                                 | 2.40      | 0        | 1        | 1       | 0        | 1.83        | 4.23        | 3/4"            | 19.95            | 22.00            | 21.97          | ascendente      | 0.70           | 0.035      | 0.063     | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.28      |
| t2 - Se  | 5        | 0.45          | 3.2                                  | 0         | 6        | 1        | 0       | 3.68     | 6.92        | 1/2"        | 13.84           | 21.97            | 21.93            | ascendente     | 0.50            | 0.025          | 0.072      | 0.03      | 729.31                               | 0.83                         |           |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |          |               |                                      |           |          |          |         |          |             |             |                 |                  |                  |                |                 |                |            |           |                                      |                              |           |
| APROBADO   |          |               |                                      |           |          |          |         |          |             |             |                 |                  |                  |                |                 |                |            |           |                                      |                              |           |
| SBCADORA   | CM4 - r1 | 25.5          | 2.31                                 | 59.78     | 0        | 8        | 0       | 0        | 4.88        | 64.66       | 3/4"            | 19.95            | 23.50            | 22.18          | ascendente      | 18.14          | 0.915      | 2.232     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05      |
|  | r1 - t1  | 25.5          | 2.31                                 | 5.30      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 5.3         | 3/4"            | 19.95            | 22.18            | 22.00          | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.183     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |
|  | t1 - t2  | 16            | 1.45                                 | 2.40      | 0        | 1        | 1       | 0        | 1.83        | 4.23        | 3/4"            | 19.95            | 22.00            | 21.97          | ascendente      | 0.70           | 0.035      | 0.063     | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.28      |
| t2 - Se  | 5        | 0.45          | 3.2                                  | 0         | 6        | 1        | 0       | 3.68     | 6.92        | 1/2"        | 13.84           | 21.97            | 21.93            | ascendente     | 0.50            | 0.025          | 0.072      | 0.03      | 729.31                               | 0.83                         |           |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |          |               |                                      |           |          |          |         |          |             |             |                 |                  |                  |                |                 |                |            |           |                                      |                              |           |
| APROBADO   |          |               |                                      |           |          |          |         |          |             |             |                 |                  |                  |                |                 |                |            |           |                                      |                              |           |

Tabla 53

Topología 2 - Cálculo de línea individual interior (9)

| DEPARTAMENTO 904  |        |               |                                      |           |          |          |         |          |                     |                |                 |                |               |                 |               |            |           |                                      |  |
|---|--------|---------------|--------------------------------------|-----------|----------|----------|---------|----------|---------------------|----------------|-----------------|----------------|---------------|-----------------|---------------|------------|-----------|--------------------------------------|--|
| Artefacto   | Tramo  | Potencia (Kw) | Q <sup>(v)</sup> (m <sup>3</sup> /h) | Lreal (m) | Codo 45° | Codo 90° | Tee 90° | Tee 180° | Lequiv. L total (m) | D nominal (mm) | D interior (mm) | Pnicial (mbar) | Pfinal (mbar) | Flujo del tramo | Lvertical (m) | Aph (mbar) | Δp (mbar) | Condiciones de validez "NTP 111.011" |  |
|   |        |               |                                      |           |          |          |         |          |                     |                |                 |                |               |                 |               |            |           |                                      |  |
|   |        |               |                                      |           |          |          |         |          |                     |                |                 |                |               |                 |               |            |           |                                      |  |
| COCINA  | CN4-r1 | 25.5          | 2.31                                 | 62.49     | 0        | 8        | 0       | 0        | 4.88                | 67.37          | 19.95           | 23.50          | 22.24         | ascendente      | 21.03         | 1.060      | 2.325     | 0.12                                 | Reynolds < 2*10 <sup>6</sup> V ≤ 40m/s Pfinal ≥ 17mbar |
|   | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                 | 5.30      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0                   | 5.3            | 19.95           | 22.24          | 22.05         | horizontal      | 0.00          | 0.000      | 0.183     | 0.12                                 | 2580.34  |
|   | t1-t2  | 16            | 1.45                                 | 2.40      | 0        | 1        | 1       | 0        | 1.83                | 4.23           | 19.95           | 22.05          | 22.03         | ascendente      | 0.70          | 0.035      | 0.063     | 0.07                                 | 1619.04  |
|   | t2-Te  | 11            | 1.00                                 | 3.0       | 0        | 6        | 0       | 1        | 3.06                | 6.06           | 13.84           | 22.03          | 21.78         | ascendente      | 0.30          | 0.015      | 0.264     | 0.07                                 | 1604.49  |
| Caída de presión acumulada de spues del medidor de gas natural (mbar) |        |               |                                      |           |          |          |         |          |                     |                |                 |                |               |                 |               |            |           |                                      |  |
| TERMA   | CN4-r1 | 25.5          | 2.31                                 | 62.49     | 0        | 8        | 0       | 0        | 4.88                | 67.37          | 19.95           | 23.50          | 22.24         | ascendente      | 21.03         | 1.081      | 2.991     | 0.12                                 | Reynolds < 2*10 <sup>6</sup> V ≤ 40m/s Pfinal ≥ 17mbar |
|   | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                 | 5.30      | 0        | 0        | 0       | 0        | 5.3                 | 3/4"-Cu        | 19.95           | 22.24          | 22.05         | horizontal      | 0.00          | 0.000      | 0.183     | 0.12                                 | 2580.34  |
|   | t1-t2  | 16            | 1.45                                 | 2.40      | 0        | 1        | 1       | 0        | 1.83                | 4.23           | 19.95           | 22.05          | 22.03         | ascendente      | 0.70          | 0.035      | 0.063     | 0.07                                 | 1619.04  |
|   | t2-Te  | 5             | 0.45                                 | 3.2       | 0        | 6        | 1       | 0        | 3.68                | 6.92           | 13.84           | 22.03          | 21.98         | ascendente      | 0.50          | 0.025      | 0.072     | 0.03                                 | 729.31   |
| Caída de presión acumulada de spues del medidor de gas natural (mbar) |        |               |                                      |           |          |          |         |          |                     |                |                 |                |               |                 |               |            |           |                                      |  |
| APROBADO  |        |               |                                      |           |          |          |         |          |                     |                |                 |                |               |                 |               |            |           |                                      |  |
| DEPARTAMENTO 1004   |        |               |                                      |           |          |          |         |          |                     |                |                 |                |               |                 |               |            |           |                                      |  |
| Artefacto   | Tramo  | Potencia (Kw) | Q <sup>(v)</sup> (m <sup>3</sup> /h) | Lreal (m) | Codo 45° | Codo 90° | Tee 90° | Tee 180° | Lequiv. L total (m) | D nominal (mm) | D interior (mm) | Pnicial (mbar) | Pfinal (mbar) | Flujo del tramo | Lvertical (m) | Aph (mbar) | Δp (mbar) | Condiciones de validez "NTP 111.011" |  |
|   |        |               |                                      |           |          |          |         |          |                     |                |                 |                |               |                 |               |            |           |                                      |  |
|   |        |               |                                      |           |          |          |         |          |                     |                |                 |                |               |                 |               |            |           |                                      |  |
| COCINA  | CN4-r1 | 25.5          | 2.31                                 | 67.15     | 0        | 8        | 0       | 0        | 4.88                | 72.03          | 19.95           | 23.50          | 22.24         | ascendente      | 24.36         | 1.228      | 2.486     | 0.12                                 | Reynolds < 2*10 <sup>6</sup> V ≤ 40m/s Pfinal ≥ 17mbar |
|   | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                 | 5.30      | 0        | 0        | 0       | 0        | 5.3                 | 3/4"-Cu        | 19.95           | 22.24          | 22.06         | horizontal      | 0.00          | 0.000      | 0.183     | 0.12                                 | 2580.34  |
|   | t1-t2  | 16            | 1.45                                 | 2.40      | 0        | 1        | 1       | 0        | 1.83                | 4.23           | 19.95           | 22.06          | 22.03         | ascendente      | 0.70          | 0.035      | 0.063     | 0.07                                 | 1619.04  |
|   | t2-Te  | 11            | 1.00                                 | 3.0       | 0        | 6        | 0       | 1        | 3.06                | 6.06           | 13.84           | 22.03          | 21.78         | ascendente      | 0.30          | 0.015      | 0.264     | 0.07                                 | 1604.49  |
| Caída de presión acumulada de spues del medidor de gas natural (mbar) |        |               |                                      |           |          |          |         |          |                     |                |                 |                |               |                 |               |            |           |                                      |  |
| TERMA   | CN4-r1 | 25.5          | 2.31                                 | 67.15     | 0        | 8        | 0       | 0        | 4.88                | 72.03          | 19.95           | 23.50          | 22.24         | ascendente      | 24.36         | 1.249      | 3.152     | 0.12                                 | Reynolds < 2*10 <sup>6</sup> V ≤ 40m/s Pfinal ≥ 17mbar |
|   | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                 | 5.30      | 0        | 0        | 0       | 0        | 5.3                 | 3/4"-Cu        | 19.95           | 22.24          | 22.06         | horizontal      | 0.00          | 0.000      | 0.183     | 0.12                                 | 2580.34  |
|   | t1-t2  | 16            | 1.45                                 | 2.40      | 0        | 1        | 1       | 0        | 1.83                | 4.23           | 19.95           | 22.06          | 22.03         | ascendente      | 0.70          | 0.035      | 0.063     | 0.07                                 | 1619.04  |
|   | t2-Te  | 5             | 0.45                                 | 3.2       | 0        | 6        | 1       | 0        | 3.68                | 6.92           | 13.84           | 22.03          | 21.99         | ascendente      | 0.50          | 0.025      | 0.072     | 0.03                                 | 729.31   |
| Caída de presión acumulada de spues del medidor de gas natural (mbar) |        |               |                                      |           |          |          |         |          |                     |                |                 |                |               |                 |               |            |           |                                      |  |
| APROBADO  |        |               |                                      |           |          |          |         |          |                     |                |                 |                |               |                 |               |            |           |                                      |  |
| DEPARTAMENTO 1004   |        |               |                                      |           |          |          |         |          |                     |                |                 |                |               |                 |               |            |           |                                      |  |
| Artefacto   | Tramo  | Potencia (Kw) | Q <sup>(v)</sup> (m <sup>3</sup> /h) | Lreal (m) | Codo 45° | Codo 90° | Tee 90° | Tee 180° | Lequiv. L total (m) | D nominal (mm) | D interior (mm) | Pnicial (mbar) | Pfinal (mbar) | Flujo del tramo | Lvertical (m) | Aph (mbar) | Δp (mbar) | Condiciones de validez "NTP 111.011" |  |
|   |        |               |                                      |           |          |          |         |          |                     |                |                 |                |               |                 |               |            |           |                                      |  |
|   |        |               |                                      |           |          |          |         |          |                     |                |                 |                |               |                 |               |            |           |                                      |  |
| COCINA  | CN4-r1 | 25.5          | 2.31                                 | 69.78     | 0        | 8        | 0       | 0        | 4.88                | 74.66          | 19.95           | 23.50          | 22.30         | ascendente      | 27.24         | 1.374      | 2.577     | 0.12                                 | Reynolds < 2*10 <sup>6</sup> V ≤ 40m/s Pfinal ≥ 17mbar |
|   | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                 | 5.30      | 0        | 0        | 0       | 0        | 5.3                 | 3/4"-Cu        | 19.95           | 22.30          | 22.11         | horizontal      | 0.00          | 0.000      | 0.183     | 0.12                                 | 2580.34  |
|   | t1-t2  | 16            | 1.45                                 | 2.40      | 0        | 1        | 1       | 0        | 1.83                | 4.23           | 19.95           | 22.11          | 22.09         | ascendente      | 0.70          | 0.035      | 0.063     | 0.07                                 | 1619.04  |
|   | t2-Te  | 11            | 1.00                                 | 3.0       | 0        | 6        | 0       | 1        | 3.06                | 6.06           | 13.84           | 22.11          | 21.65         | ascendente      | 0.30          | 0.015      | 0.264     | 0.07                                 | 1604.49  |
| Caída de presión acumulada de spues del medidor de gas natural (mbar) |        |               |                                      |           |          |          |         |          |                     |                |                 |                |               |                 |               |            |           |                                      |  |
| TERMA   | CN4-r1 | 25.5          | 2.31                                 | 69.78     | 0        | 8        | 0       | 0        | 4.88                | 74.66          | 19.95           | 23.50          | 22.30         | ascendente      | 27.24         | 1.394      | 3.243     | 0.12                                 | Reynolds < 2*10 <sup>6</sup> V ≤ 40m/s Pfinal ≥ 17mbar |
|   | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                 | 5.30      | 0        | 0        | 0       | 0        | 5.3                 | 3/4"-Cu        | 19.95           | 22.30          | 22.11         | horizontal      | 0.00          | 0.000      | 0.183     | 0.12                                 | 2580.34  |
|   | t1-t2  | 16            | 1.45                                 | 2.40      | 0        | 1        | 1       | 0        | 1.83                | 4.23           | 19.95           | 22.11          | 22.09         | ascendente      | 0.70          | 0.035      | 0.063     | 0.07                                 | 1619.04  |
|   | t2-Te  | 5             | 0.45                                 | 3.2       | 0        | 6        | 1       | 0        | 3.68                | 6.92           | 13.84           | 22.11          | 22.04         | ascendente      | 0.50          | 0.025      | 0.072     | 0.03                                 | 729.31   |
| Caída de presión acumulada de spues del medidor de gas natural (mbar) |        |               |                                      |           |          |          |         |          |                     |                |                 |                |               |                 |               |            |           |                                      |  |
| APROBADO  |        |               |                                      |           |          |          |         |          |                     |                |                 |                |               |                 |               |            |           |                                      |  |
| DEPARTAMENTO 1004   |        |               |                                      |           |          |          |         |          |                     |                |                 |                |               |                 |               |            |           |                                      |  |
| Artefacto   | Tramo  | Potencia (Kw) | Q <sup>(v)</sup> (m <sup>3</sup> /h) | Lreal (m) | Codo 45° | Codo 90° | Tee 90° | Tee 180° | Lequiv. L total (m) | D nominal (mm) | D interior (mm) | Pnicial (mbar) | Pfinal (mbar) | Flujo del tramo | Lvertical (m) | Aph (mbar) | Δp (mbar) | Condiciones de validez "NTP 111.011" |  |
|   |        |               |                                      |           |          |          |         |          |                     |                |                 |                |               |                 |               |            |           |                                      |  |
|   |        |               |                                      |           |          |          |         |          |                     |                |                 |                |               |                 |               |            |           |                                      |  |
| SFCADORA  | CN4-r1 | 25.5          | 2.31                                 | 69.78     | 0        | 8        | 0       | 0        | 4.88                | 74.66          | 19.95           | 23.50          | 22.30         | ascendente      | 27.24         | 1.424      | 3.086     | 0.12                                 | Reynolds < 2*10 <sup>6</sup> V ≤ 40m/s Pfinal ≥ 17mbar |
|   | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                 | 5.30      | 0        | 0        | 0       | 0        | 5.3                 | 3/4"-Cu        | 19.95           | 22.30          | 22.11         | horizontal      | 0.00          | 0.000      | 0.183     | 0.12                                 | 2580.34  |
|   | t1-t2  | 16            | 1.45                                 | 2.40      | 0        | 1        | 1       | 0        | 1.83                | 4.23           | 19.95           | 22.11          | 22.09         | ascendente      | 0.70          | 0.035      | 0.063     | 0.07                                 | 1619.04  |
|   | t2-Se  | 5             | 0.45                                 | 3.2       | 0        | 6        | 1       | 0        | 3.68                | 6.92           | 13.84           | 22.09          | 22.04         | ascendente      | 0.50          | 0.025      | 0.072     | 0.03                                 | 729.31   |
| Caída de presión acumulada de spues del medidor de gas natural (mbar) |        |               |                                      |           |          |          |         |          |                     |                |                 |                |               |                 |               |            |           |                                      |  |
| APROBADO  |        |               |                                      |           |          |          |         |          |                     |                |                 |                |               |                 |               |            |           |                                      |  |





**Tabla 55**

**Topología 2 - Cálculo de línea individual interior (11)**

MONTANTE 3 - DEPARTAMENTOS: 103, 204, 304, 405, 505, 605, 705, 805, 905, 1005, 1105, 1205, 1305, 1405

**CÁLCULO DE LA LÍNEA INDIVIDUAL INTERNA DE GNS**  
(FORMULA DE RENOUARD LINEAL: Presión =<10(mbar)

|                   |    |        |                  |      |                    |                 |      |               |      |                    |       |                    |       |   |                                      |
|-------------------|----|--------|------------------|------|--------------------|-----------------|------|---------------|------|--------------------|-------|--------------------|-------|---|--------------------------------------|
| Regulación:       | 2° | Etapas | 1.5              | mbar | Caida del medidor: | 1.5             | mbar | P.C.S. (GNS): | 0.61 | Kwh.m <sup>2</sup> | 11.05 | Kwh.m <sup>2</sup> | 1.013 | bar                                       | Caida de presión máxima de 32% 8mbar |
| Presión regulada: | 25 | mbar   | Presión inicial: | 23.5 | mbar               | Pot. Por Dpto.: | 25.5 | Kw            | 25.5 | bar                | 1.013 | bar                | 2.05  | Union de tuberías. Soldadas por capacidad |                                      |

**DEPARTAMENTO 103**

| Airefáctico  | Tramo    | Potencia (Kw) | Q <sub>(e)</sub> (m <sup>3</sup> /h.) | Lreal (m) | Codo 45° | Codo 90° | Tee 90° | Tee 180° | Lequiv. (m) | L total (m) | D nominal | D interior (mm) | P inicial (mbar) | P final (mbar) | Flujo del tramo | L vertical (m) | Δph (mbar) | Δp (mbar) | Condiciones de validez "NTP 111.011" |         |      |
|--|----------|---------------|---------------------------------------|-----------|----------|----------|---------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------------|------------------|----------------|-----------------|----------------|------------|-----------|--------------------------------------|---------|------|
| COCINA   | CM4 - r1 | 25.5          | 2.31                                  | 34.38     | 0        | 9        | 0       | 0        | 5.49        | 39.87       | 3/4" - Cu | 19.95           | 23.50            | 22.11          | descendente     | 0.32           | -0.016     | 1.376     | 0.12                                 | 2580.34 | 2.05 |
|  | r1 - t1  | 25.5          | 2.31                                  | 0.70      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 0.7         | 3/4" - Cu | 19.95           | 22.11            | 22.08          | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.024     | 0.12                                 | 2580.34 | 2.04 |
|  | t1 - t2  | 16            | 1.45                                  | 1.23      | 0        | 1        | 1       | 0        | 1.83        | 3.06        | 3/4" - Cu | 19.95           | 22.08            | 22.07          | ascendente      | 0.70           | 0.035      | 0.045     | 0.07                                 | 1619.04 | 1.28 |
|  | t2 - Te  | 11            | 1.00                                  | 4.0       | 0        | 5        | 1       | 0        | 3.22        | 7.19        | 1/2" - Cu | 13.84           | 22.07            | 21.78          | ascendente      | 0.40           | 0.020      | 0.313     | 0.07                                 | 1604.49 | 1.83 |
| Caida de presión acumulada despues del medidor de gas natural (mbar) |          |               |                                       |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                  |                |                 |                |            |           |                                      |         |      |
| TERMA  | CM4 - r1 | 25.5          | 2.31                                  | 34.38     | 0        | 9        | 0       | 0        | 5.49        | 39.87       | 3/4" - Cu | 19.95           | 23.50            | 22.11          | descendente     | 0.32           | -0.016     | 1.376     | 0.12                                 | 2580.34 | 2.05 |
|  | r1 - t1  | 25.5          | 2.31                                  | 0.70      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 0.7         | 3/4" - Cu | 19.95           | 22.11            | 22.08          | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.024     | 0.12                                 | 2580.34 | 2.04 |
|  | t1 - t2  | 16            | 1.45                                  | 1.23      | 0        | 1        | 1       | 0        | 1.83        | 3.06        | 3/4" - Cu | 19.95           | 22.08            | 22.07          | ascendente      | 0.70           | 0.035      | 0.045     | 0.07                                 | 1619.04 | 1.28 |
|  | t2 - Se  | 5             | 0.45                                  | 3.3       | 0        | 7        | 0       | 1        | 3.52        | 6.78        | 1/2" - Cu | 13.84           | 22.07            | 22.02          | ascendente      | 0.40           | 0.020      | 0.070     | 0.03                                 | 729.31  | 0.83 |
| Caida de presión acumulada despues del medidor de gas natural (mbar) |          |               |                                       |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                  |                |                 |                |            |           |                                      |         |      |
| APROBADO   |          |               |                                       |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                  |                |                 |                |            |           |                                      |         |      |

**DEPARTAMENTO 204**

| Airefáctico  | Tramo    | Potencia (Kw) | Q <sub>(e)</sub> (m <sup>3</sup> /h.) | Lreal (m) | Codo 45° | Codo 90° | Tee 90° | Tee 180° | Lequiv. (m) | L total (m) | D nominal | D interior (mm) | P inicial (mbar) | P final (mbar) | Flujo del tramo | L vertical (m) | Δph (mbar) | Δp (mbar) | Condiciones de validez "NTP 111.011" |         |      |
|--|----------|---------------|---------------------------------------|-----------|----------|----------|---------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------------|------------------|----------------|-----------------|----------------|------------|-----------|--------------------------------------|---------|------|
| COCINA   | CM4 - r1 | 25.5          | 2.31                                  | 37.40     | 0        | 9        | 0       | 0        | 5.49        | 42.89       | 3/4" - Cu | 19.95           | 23.50            | 22.15          | ascendente      | 2.49           | 0.126      | 1.480     | 0.12                                 | 2580.34 | 2.05 |
|  | r1 - t1  | 25.5          | 2.31                                  | 0.50      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 0.5         | 3/4" - Cu | 19.95           | 22.15            | 22.13          | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.017     | 0.12                                 | 2580.34 | 2.04 |
|  | t1 - t2  | 16            | 1.45                                  | 3.10      | 0        | 1        | 1       | 0        | 1.83        | 4.93        | 3/4" - Cu | 19.95           | 22.13            | 22.09          | ascendente      | 0.70           | 0.035      | 0.073     | 0.07                                 | 1619.04 | 1.28 |
|  | t2 - Te  | 11            | 1.00                                  | 4.1       | 0        | 6        | 1       | 0        | 3.68        | 7.78        | 1/2" - Cu | 13.84           | 22.09            | 21.77          | ascendente      | 0.40           | 0.020      | 0.339     | 0.07                                 | 1604.49 | 1.83 |
| Caida de presión acumulada despues del medidor de gas natural (mbar) |          |               |                                       |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                  |                |                 |                |            |           |                                      |         |      |
| TERMA  | CM4 - r1 | 25.5          | 2.31                                  | 37.40     | 0        | 9        | 0       | 0        | 5.49        | 42.89       | 3/4" - Cu | 19.95           | 23.50            | 22.15          | ascendente      | 2.49           | 0.126      | 1.480     | 0.12                                 | 2580.34 | 2.05 |
|  | r1 - t1  | 25.5          | 2.31                                  | 0.50      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 0.5         | 3/4" - Cu | 19.95           | 22.15            | 22.13          | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.017     | 0.12                                 | 2580.34 | 2.04 |
|  | t1 - t2  | 16            | 1.45                                  | 3.10      | 0        | 1        | 1       | 0        | 1.83        | 4.93        | 3/4" - Cu | 19.95           | 22.13            | 22.09          | ascendente      | 0.70           | 0.035      | 0.073     | 0.07                                 | 1619.04 | 1.28 |
|  | t2 - Se  | 5             | 0.45                                  | 3.5       | 0        | 7        | 0       | 1        | 3.52        | 7.02        | 1/2" - Cu | 13.84           | 22.09            | 22.04          | ascendente      | 0.40           | 0.020      | 0.073     | 0.03                                 | 729.31  | 0.83 |
| Caida de presión acumulada despues del medidor de gas natural (mbar) |          |               |                                       |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                  |                |                 |                |            |           |                                      |         |      |
| APROBADO   |          |               |                                       |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                  |                |                 |                |            |           |                                      |         |      |
| SECADORA   | CM4 - r1 | 25.5          | 2.31                                  | 37.40     | 0        | 9        | 0       | 0        | 5.49        | 42.89       | 3/4" - Cu | 19.95           | 23.50            | 22.15          | ascendente      | 2.49           | 0.126      | 1.480     | 0.12                                 | 2580.34 | 2.05 |
|  | r1 - t1  | 25.5          | 2.31                                  | 0.50      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 0.5         | 3/4" - Cu | 19.95           | 22.15            | 22.13          | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.017     | 0.12                                 | 2580.34 | 2.04 |
|  | t1 - t2  | 16            | 1.45                                  | 3.10      | 0        | 1        | 1       | 0        | 1.83        | 4.93        | 3/4" - Cu | 19.95           | 22.13            | 22.09          | ascendente      | 0.70           | 0.035      | 0.073     | 0.07                                 | 1619.04 | 1.28 |
|  | t2 - Se  | 5             | 0.45                                  | 3.5       | 0        | 7        | 0       | 1        | 3.52        | 7.02        | 1/2" - Cu | 13.84           | 22.09            | 22.04          | ascendente      | 0.40           | 0.020      | 0.073     | 0.03                                 | 729.31  | 0.83 |
| Caida de presión acumulada despues del medidor de gas natural (mbar) |          |               |                                       |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                  |                |                 |                |            |           |                                      |         |      |
| APROBADO   |          |               |                                       |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                  |                |                 |                |            |           |                                      |         |      |

Tabla 56

Topología 2 - Cálculo de línea individual interior (12)

| DEPARTAMENTO 304   |        |               |                                       |           |          |          |         |          |             |         |              |                 |                |               |                 |               |            |           |                                      |                              |                              |                |
|--|--------|---------------|---------------------------------------|-----------|----------|----------|---------|----------|-------------|---------|--------------|-----------------|----------------|---------------|-----------------|---------------|------------|-----------|--------------------------------------|------------------------------|------------------------------|----------------|
| A neofacto   | Tramo  | Potencia (Kw) | Q <sup>(4)</sup> (m <sup>3</sup> /h.) | Lreal (m) | Codo 45° | Codo 90° | Tee 90° | Tee 180° | Lequiv. (m) | L total | Dnomin. (mm) | D interior (mm) | Pnicial (mbar) | Pfinal (mbar) | Flujo del tramo | Lvertical (m) | Δph (mbar) | ap (mbar) | Condiciones de validez "NTP 111.011" |                              |                              |                |
|  |        |               |                                       |           |          |          |         |          |             |         |              |                 |                |               |                 |               |            |           | Q/D < 150                            | Reynolds < 2*10 <sup>5</sup> | V ≤ 40m/s                    | Pfinal ≥ 1mbar |
| COCINA   | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                                  | 40.60     | 0        | 9        | 0       | 0        | 5.49        | 46.09   | 3/4"-Cu      | 1995            | 23.50          | 22.18         | ascendente      | 5.31          | 0.268      | 1.591     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05                         |                |
|  | r1-tl  | 25.5          | 2.31                                  | 0.50      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 0.5     | 3/4"-Cu      | 1995            | 22.18          | 22.16         | horizontal      | 0.00          | 0.000      | 0.017     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04                         |                |
|  | tl-co  | 12            | 1.09                                  | 4.24      | 0        | 7        | 0       | 1        | 3.52        | 7.76    | 1/2"-Cu      | 1384            | 22.16          | 21.78         | ascendente      | 0.40          | 0.020      | 0.396     | 0.08                                 | 1750.35                      | 2.00                         |                |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |        |               |                                       |           |          |          |         |          |             |         |              |                 |                |               |                 |               |            |           |                                      |                              |                              |                |
| TERMA  | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                                  | 40.60     | 0        | 9        | 0       | 0        | 5.49        | 46.09   | 3/4"-Cu      | 1995            | 23.50          | 22.18         | ascendente      | 5.31          | 0.268      | 1.591     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05                         |                |
|  | r1-tl  | 25.5          | 2.31                                  | 0.50      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 0.5     | 3/4"-Cu      | 1995            | 22.18          | 22.16         | horizontal      | 0.00          | 0.000      | 0.017     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04                         |                |
|  | tl-t2  | 16            | 1.45                                  | 3.10      | 0        | 1        | 1       | 0        | 1.83        | 4.93    | 3/4"-Cu      | 1995            | 22.16          | 22.12         | ascendente      | 0.70          | 0.035      | 0.073     | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.28                         |                |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |        |               |                                       |           |          |          |         |          |             |         |              |                 |                |               |                 |               |            |           |                                      |                              |                              |                |
| SECADORA   | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                                  | 40.60     | 0        | 9        | 0       | 0        | 5.49        | 46.09   | 3/4"-Cu      | 1995            | 23.50          | 22.18         | ascendente      | 5.31          | 0.268      | 1.591     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05                         |                |
|  | r1-tl  | 25.5          | 2.31                                  | 0.50      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 0.5     | 3/4"-Cu      | 1995            | 22.18          | 22.16         | horizontal      | 0.00          | 0.000      | 0.017     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04                         |                |
|  | tl-t2  | 16            | 1.45                                  | 3.10      | 0        | 1        | 1       | 0        | 1.83        | 4.93    | 3/4"-Cu      | 1995            | 22.16          | 22.12         | ascendente      | 0.70          | 0.035      | 0.073     | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.28                         |                |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |        |               |                                       |           |          |          |         |          |             |         |              |                 |                |               |                 |               |            |           |                                      |                              |                              |                |
| SECADORA   | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                                  | 40.60     | 0        | 9        | 0       | 0        | 5.49        | 46.09   | 3/4"-Cu      | 1995            | 23.50          | 22.18         | ascendente      | 5.31          | 0.268      | 1.591     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05                         |                |
|  | r1-tl  | 25.5          | 2.31                                  | 0.50      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 0.5     | 3/4"-Cu      | 1995            | 22.18          | 22.16         | horizontal      | 0.00          | 0.000      | 0.017     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04                         |                |
|  | tl-t2  | 16            | 1.45                                  | 3.10      | 0        | 1        | 1       | 0        | 1.83        | 4.93    | 3/4"-Cu      | 1995            | 22.16          | 22.12         | ascendente      | 0.70          | 0.035      | 0.073     | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.28                         |                |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |        |               |                                       |           |          |          |         |          |             |         |              |                 |                |               |                 |               |            |           |                                      |                              |                              |                |
| SECADORA   | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                                  | 43.62     | 0        | 9        | 0       | 0        | 5.49        | 49.11   | 3/4"-Cu      | 1995            | 23.50          | 22.22         | ascendente      | 8.13          | 0.410      | 1.695     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05                         |                |
|  | r1-tl  | 25.5          | 2.31                                  | 0.50      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 0.5     | 3/4"-Cu      | 1995            | 22.22          | 22.20         | horizontal      | 0.00          | 0.000      | 0.017     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04                         |                |
|  | tl-t2  | 16            | 1.45                                  | 3.10      | 0        | 1        | 1       | 0        | 1.83        | 4.93    | 3/4"-Cu      | 1995            | 22.20          | 22.16         | ascendente      | 0.70          | 0.035      | 0.073     | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.28                         |                |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |        |               |                                       |           |          |          |         |          |             |         |              |                 |                |               |                 |               |            |           |                                      |                              |                              |                |
| SECADORA   | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                                  | 43.62     | 0        | 9        | 0       | 0        | 5.49        | 49.11   | 3/4"-Cu      | 1995            | 23.50          | 22.22         | ascendente      | 8.13          | 0.410      | 1.695     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05                         |                |
|  | r1-tl  | 25.5          | 2.31                                  | 0.50      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 0.5     | 3/4"-Cu      | 1995            | 22.22          | 22.20         | horizontal      | 0.00          | 0.000      | 0.017     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04                         |                |
|  | tl-t2  | 16            | 1.45                                  | 3.10      | 0        | 1        | 1       | 0        | 1.83        | 4.93    | 3/4"-Cu      | 1995            | 22.20          | 22.16         | ascendente      | 0.70          | 0.035      | 0.073     | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.28                         |                |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |        |               |                                       |           |          |          |         |          |             |         |              |                 |                |               |                 |               |            |           |                                      |                              |                              |                |
| SECADORA   | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                                  | 43.62     | 0        | 9        | 0       | 0        | 5.49        | 49.11   | 3/4"-Cu      | 1995            | 23.50          | 22.22         | ascendente      | 8.13          | 0.410      | 1.695     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05                         |                |
|  | r1-tl  | 25.5          | 2.31                                  | 0.50      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 0.5     | 3/4"-Cu      | 1995            | 22.22          | 22.20         | horizontal      | 0.00          | 0.000      | 0.017     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04                         |                |
|  | tl-t2  | 16            | 1.45                                  | 3.5       | 0        | 7        | 0       | 1        | 3.52        | 7.02    | 1/2"-Cu      | 1384            | 22.16          | 22.11         | ascendente      | 0.40          | 0.020      | 0.073     | 0.03                                 | 729.31                       | 0.83                         |                |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |        |               |                                       |           |          |          |         |          |             |         |              |                 |                |               |                 |               |            |           |                                      |                              |                              |                |
| DEPARTAMENTO 305   |        |               |                                       |           |          |          |         |          |             |         |              |                 |                |               |                 |               |            |           |                                      |                              |                              |                |
| A neofacto   | Tramo  | Potencia (Kw) | Q <sup>(4)</sup> (m <sup>3</sup> /h.) | Lreal (m) | Codo 45° | Codo 90° | Tee 90° | Tee 180° | Lequiv. (m) | L total | Dnomin. (mm) | D interior (mm) | Pnicial (mbar) | Pfinal (mbar) | Flujo del tramo | Lvertical (m) | Δph (mbar) | ap (mbar) | Condiciones de validez "NTP 111.011" |                              |                              |                |
|  |        |               |                                       |           |          |          |         |          |             |         |              |                 |                |               |                 |               |            |           |                                      | Q/D < 150                    | Reynolds < 2*10 <sup>5</sup> | V ≤ 40m/s      |
| COCINA   | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                                  | 46.64     | 0        | 9        | 0       | 0        | 5.49        | 52.13   | 3/4"-Cu      | 1995            | 23.50          | 22.25         | ascendente      | 10.95         | 0.552      | 1.799     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05                         |                |
|  | r1-tl  | 25.5          | 2.31                                  | 0.50      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 0.5     | 3/4"-Cu      | 1995            | 22.25          | 22.24         | horizontal      | 0.00          | 0.000      | 0.017     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04                         |                |
|  | tl-t2  | 16            | 1.45                                  | 3.10      | 0        | 1        | 1       | 0        | 1.83        | 4.93    | 3/4"-Cu      | 1995            | 22.24          | 22.20         | ascendente      | 0.70          | 0.035      | 0.073     | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.28                         |                |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |        |               |                                       |           |          |          |         |          |             |         |              |                 |                |               |                 |               |            |           |                                      |                              |                              |                |
| TERMA  | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                                  | 46.64     | 0        | 9        | 0       | 0        | 5.49        | 52.13   | 3/4"-Cu      | 1995            | 23.50          | 22.25         | ascendente      | 10.95         | 0.552      | 1.799     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05                         |                |
|  | r1-tl  | 25.5          | 2.31                                  | 0.50      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 0.5     | 3/4"-Cu      | 1995            | 22.25          | 22.24         | horizontal      | 0.00          | 0.000      | 0.017     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04                         |                |
|  | tl-t2  | 16            | 1.45                                  | 3.10      | 0        | 1        | 1       | 0        | 1.83        | 4.93    | 3/4"-Cu      | 1995            | 22.24          | 22.20         | ascendente      | 0.70          | 0.035      | 0.073     | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.28                         |                |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |        |               |                                       |           |          |          |         |          |             |         |              |                 |                |               |                 |               |            |           |                                      |                              |                              |                |
| SECADORA   | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                                  | 46.64     | 0        | 9        | 0       | 0        | 5.49        | 52.13   | 3/4"-Cu      | 1995            | 23.50          | 22.25         | ascendente      | 10.95         | 0.552      | 1.799     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05                         |                |
|  | r1-tl  | 25.5          | 2.31                                  | 0.50      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 0.5     | 3/4"-Cu      | 1995            | 22.25          | 22.24         | horizontal      | 0.00          | 0.000      | 0.017     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04                         |                |
|  | tl-t2  | 16            | 1.45                                  | 3.5       | 0        | 7        | 0       | 1        | 3.52        | 7.02    | 1/2"-Cu      | 1384            | 22.20          | 22.15         | ascendente      | 0.40          | 0.020      | 0.073     | 0.03                                 | 729.31                       | 0.83                         |                |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |        |               |                                       |           |          |          |         |          |             |         |              |                 |                |               |                 |               |            |           |                                      |                              |                              |                |



Tabla 58

Topología 2 - Cálculo de línea individual interior (14)

| DEPARTAMENTO 905 | Artesefacto | Tramo  | Potencia (Kw) | Q <sub>(s)</sub> (m <sup>3</sup> /h.) | L <sub>real</sub> (m) | Codigo | Tee | Tee | Tee | Lequiv. L (m) | L total (m) | D nominal | D interior (mm) | Pmicial (mbar) | Pfinal (mbar) | Flujo del tramo | Lv <sub>vertical</sub> (m) | Aph (mbar) | Ap (mbar) | Condiciones de validez "NTP 111.011" |                              |          |
|------------------|-------------|--------|---------------|---------------------------------------|-----------------------|--------|-----|-----|-----|---------------|-------------|-----------|-----------------|----------------|---------------|-----------------|----------------------------|------------|-----------|--------------------------------------|------------------------------|----------|
|                  |             |        |               |                                       |                       |        |     |     |     |               |             |           |                 |                |               |                 |                            |            |           | Q/D < 1.50                           | Reynolds < 2*10 <sup>5</sup> | V ≤ 40ms |
| COCINA           |             | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                                  | 58.98                 | 0      | 9   | 0   | 0   | 5.49          | 64.47       | 3/4" - Cu | 19.95           | 23.50          | 22.40         | as cendente     | 22.23                      | 1.121      | 2.225     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05     |
|                  |             | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                  | 0.50                  | 0      | 0   | 0   | 0   | 0             | 0.5         | 3/4" - Cu | 19.95           | 22.40          | 22.38         | horizontal      | 0.00                       | 0.000      | 0.017     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04     |
|                  |             | t1-Co  | 12            | 1.09                                  | 4.24                  | 0      | 7   | 0   | 1   | 3.52          | 7.76        | 1/2" - Cu | 13.84           | 22.38          | 22.00         | as cendente     | 0.40                       | 0.020      | 0.396     | 0.08                                 | 1730.35                      | 2.00     |
| TERMA            |             | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                                  | 58.98                 | 0      | 9   | 0   | 0   | 5.49          | 64.47       | 3/4" - Cu | 19.95           | 23.50          | 22.40         | as cendente     | 22.23                      | 1.121      | 2.225     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05     |
|                  |             | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                  | 0.50                  | 0      | 0   | 0   | 0   | 0             | 0.5         | 3/4" - Cu | 19.95           | 22.40          | 22.38         | horizontal      | 0.00                       | 0.000      | 0.017     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04     |
|                  |             | t1-Co  | 16            | 1.45                                  | 3.10                  | 0      | 1   | 1   | 0   | 1.83          | 4.93        | 3/4" - Cu | 19.95           | 22.38          | 22.34         | as cendente     | 0.70                       | 0.035      | 0.073     | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.28     |
| SECADORA         |             | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                                  | 58.98                 | 0      | 9   | 0   | 0   | 5.49          | 64.47       | 3/4" - Cu | 19.95           | 23.50          | 22.40         | as cendente     | 22.23                      | 1.121      | 2.225     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05     |
|                  |             | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                  | 0.50                  | 0      | 0   | 0   | 0   | 0             | 0.5         | 3/4" - Cu | 19.95           | 22.40          | 22.38         | horizontal      | 0.00                       | 0.000      | 0.017     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04     |
|                  |             | t1-Co  | 16            | 1.45                                  | 3.10                  | 0      | 1   | 1   | 0   | 1.83          | 4.93        | 3/4" - Cu | 19.95           | 22.38          | 22.34         | as cendente     | 0.70                       | 0.035      | 0.073     | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.28     |
| SECADORA         |             | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                                  | 58.98                 | 0      | 9   | 0   | 0   | 5.49          | 64.47       | 3/4" - Cu | 19.95           | 23.50          | 22.40         | as cendente     | 22.23                      | 1.121      | 2.225     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05     |
|                  |             | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                  | 0.50                  | 0      | 0   | 0   | 0   | 0             | 0.5         | 3/4" - Cu | 19.95           | 22.40          | 22.38         | horizontal      | 0.00                       | 0.000      | 0.017     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04     |
|                  |             | t1-Co  | 12            | 1.09                                  | 4.24                  | 0      | 7   | 0   | 1   | 3.52          | 7.76        | 1/2" - Cu | 13.84           | 22.34          | 22.29         | as cendente     | 0.40                       | 0.020      | 0.073     | 0.03                                 | 729.31                       | 0.83     |
| COCINA           |             | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                                  | 59.96                 | 0      | 9   | 0   | 0   | 5.49          | 65.45       | 3/4" - Cu | 19.95           | 23.50          | 22.48         | as cendente     | 24.60                      | 1.241      | 2.259     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05     |
|                  |             | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                  | 0.50                  | 0      | 0   | 0   | 0   | 0             | 0.5         | 3/4" - Cu | 19.95           | 22.48          | 22.46         | horizontal      | 0.00                       | 0.000      | 0.017     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04     |
|                  |             | t1-Co  | 16            | 1.45                                  | 3.10                  | 0      | 1   | 1   | 0   | 1.83          | 4.93        | 3/4" - Cu | 19.95           | 22.46          | 22.43         | as cendente     | 0.70                       | 0.035      | 0.073     | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.28     |
| TERMA            |             | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                                  | 59.96                 | 0      | 9   | 0   | 0   | 5.49          | 65.45       | 3/4" - Cu | 19.95           | 23.50          | 22.48         | as cendente     | 24.60                      | 1.241      | 2.259     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05     |
|                  |             | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                  | 0.50                  | 0      | 0   | 0   | 0   | 0             | 0.5         | 3/4" - Cu | 19.95           | 22.48          | 22.46         | horizontal      | 0.00                       | 0.000      | 0.017     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04     |
|                  |             | t1-Co  | 12            | 1.09                                  | 4.24                  | 0      | 7   | 0   | 1   | 3.52          | 7.76        | 1/2" - Cu | 13.84           | 22.43          | 22.11         | as cendente     | 0.40                       | 0.020      | 0.339     | 0.07                                 | 1604.49                      | 1.83     |
| SECADORA         |             | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                                  | 59.96                 | 0      | 9   | 0   | 0   | 5.49          | 65.45       | 3/4" - Cu | 19.95           | 23.50          | 22.48         | as cendente     | 24.60                      | 1.241      | 2.259     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05     |
|                  |             | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                  | 0.50                  | 0      | 0   | 0   | 0   | 0             | 0.5         | 3/4" - Cu | 19.95           | 22.48          | 22.46         | horizontal      | 0.00                       | 0.000      | 0.017     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04     |
|                  |             | t1-Co  | 16            | 1.45                                  | 3.10                  | 0      | 1   | 1   | 0   | 1.83          | 4.93        | 3/4" - Cu | 19.95           | 22.46          | 22.43         | as cendente     | 0.70                       | 0.035      | 0.073     | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.28     |
| SECADORA         |             | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                                  | 59.96                 | 0      | 9   | 0   | 0   | 5.49          | 65.45       | 3/4" - Cu | 19.95           | 23.50          | 22.48         | as cendente     | 24.60                      | 1.241      | 2.259     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05     |
|                  |             | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                  | 0.50                  | 0      | 0   | 0   | 0   | 0             | 0.5         | 3/4" - Cu | 19.95           | 22.48          | 22.46         | horizontal      | 0.00                       | 0.000      | 0.017     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04     |
|                  |             | t1-Co  | 12            | 1.09                                  | 4.24                  | 0      | 7   | 0   | 1   | 3.52          | 7.76        | 1/2" - Cu | 13.84           | 22.43          | 22.37         | as cendente     | 0.40                       | 0.020      | 0.073     | 0.03                                 | 729.31                       | 0.83     |
| COCINA           |             | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                                  | 62.99                 | 0      | 9   | 0   | 0   | 5.49          | 68.48       | 3/4" - Cu | 19.95           | 23.50          | 22.52         | as cendente     | 27.41                      | 1.382      | 2.263     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05     |
|                  |             | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                  | 0.50                  | 0      | 0   | 0   | 0   | 0             | 0.5         | 3/4" - Cu | 19.95           | 22.52          | 22.50         | horizontal      | 0.00                       | 0.000      | 0.017     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04     |
|                  |             | t1-Co  | 12            | 1.09                                  | 4.24                  | 0      | 7   | 0   | 1   | 3.52          | 7.76        | 1/2" - Cu | 13.84           | 22.50          | 22.13         | as cendente     | 0.40                       | 0.020      | 0.396     | 0.08                                 | 1730.35                      | 2.00     |
| TERMA            |             | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                                  | 62.99                 | 0      | 9   | 0   | 0   | 5.49          | 68.48       | 3/4" - Cu | 19.95           | 23.50          | 22.52         | as cendente     | 27.41                      | 1.382      | 2.263     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05     |
|                  |             | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                  | 0.50                  | 0      | 0   | 0   | 0   | 0             | 0.5         | 3/4" - Cu | 19.95           | 22.52          | 22.50         | horizontal      | 0.00                       | 0.000      | 0.017     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04     |
|                  |             | t1-Co  | 16            | 1.45                                  | 3.10                  | 0      | 1   | 1   | 0   | 1.83          | 4.93        | 3/4" - Cu | 19.95           | 22.46          | 22.46         | as cendente     | 0.70                       | 0.035      | 0.073     | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.28     |
| SECADORA         |             | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                                  | 62.99                 | 0      | 9   | 0   | 0   | 5.49          | 68.48       | 3/4" - Cu | 19.95           | 23.50          | 22.52         | as cendente     | 27.41                      | 1.382      | 2.263     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05     |
|                  |             | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                  | 0.50                  | 0      | 0   | 0   | 0   | 0             | 0.5         | 3/4" - Cu | 19.95           | 22.52          | 22.50         | horizontal      | 0.00                       | 0.000      | 0.017     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04     |
|                  |             | t1-Co  | 16            | 1.45                                  | 3.10                  | 0      | 1   | 1   | 0   | 1.83          | 4.93        | 3/4" - Cu | 19.95           | 22.46          | 22.41         | as cendente     | 0.70                       | 0.035      | 0.073     | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.28     |
| SECADORA         |             | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                                  | 62.99                 | 0      | 9   | 0   | 0   | 5.49          | 68.48       | 3/4" - Cu | 19.95           | 23.50          | 22.52         | as cendente     | 27.41                      | 1.382      | 2.263     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05     |
|                  |             | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                  | 0.50                  | 0      | 0   | 0   | 0   | 0             | 0.5         | 3/4" - Cu | 19.95           | 22.52          | 22.46         | horizontal      | 0.00                       | 0.000      | 0.017     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04     |
|                  |             | t1-Co  | 12            | 1.09                                  | 4.24                  | 0      | 7   | 0   | 1   | 3.52          | 7.76        | 1/2" - Cu | 13.84           | 22.46          | 22.41         | as cendente     | 0.40                       | 0.020      | 0.073     | 0.03                                 | 729.31                       | 0.83     |

Tabla 59

Topología 2 - Cálculo de línea individual interior (15)

| DEPARTAMENTO 1205  |        |               |                                     |           |      |     |         |          |             |             |           |                 |                  |                |                 |                |            |           |                                      |                              |           |                  |
|--|--------|---------------|-------------------------------------|-----------|------|-----|---------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------------|------------------|----------------|-----------------|----------------|------------|-----------|--------------------------------------|------------------------------|-----------|------------------|
| Artefacto  | Tramo  | Potencia (Kw) | Q <sub>40</sub> (m <sup>3</sup> /h) | Lreal (m) | Codo | Tee | Tee 90° | Tee 180° | Lequiv. (m) | L total (m) | D nominal | D interior (mm) | P inicial (mbar) | P final (mbar) | Flujo del tramo | L vertical (m) | Aph (mbar) | Ap (mbar) | Condiciones de validez "NTP 111.011" |                              |           |                  |
|  |        |               |                                     |           |      |     |         |          |             |             |           |                 |                  |                |                 |                |            |           | QD < 1.50                            | Reynolds < 2*10 <sup>5</sup> | V ≤ 40m/s | P final ≥ 17mbar |
| COCINA   | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                                | 66.20     | 0    | 0   | 0       | 0        | 5.49        | 71.69       | 3/4" - Cu | 19.95           | 23.50            | 22.55          | ascendente      | 30.23          | 1.524      | 2.474     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05      |                  |
|  | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                | 0.50      | 0    | 0   | 0       | 0        | 0.5         | 3/4" - Cu   | 19.95     | 22.55           | 22.53            | 22.50          | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.017     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |                  |
|  | t1-t2  | 16            | 1.45                                | 3.10      | 0    | 1   | 1       | 0        | 1.83        | 4.93        | 3/4" - Cu | 19.95           | 22.53            | 22.50          | ascendente      | 0.70           | 0.035      | 0.073     | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.28      |                  |
|  | t2-Te  | 11            | 1.00                                | 4.1       | 0    | 6   | 1       | 0        | 3.68        | 7.78        | 1/2" - Cu | 13.84           | 22.50            | 22.18          | ascendente      | 0.40           | 0.020      | 0.339     | 0.07                                 | 1604.49                      | 1.83      |                  |
| Caída de presión acumulada a después del medidor de gas natural (mbar) |        |               |                                     |           |      |     |         |          |             |             |           |                 |                  |                |                 |                |            |           | 1.580                                | 2.903                        | APROBADO  |                  |
| TERMA  | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                                | 66.20     | 0    | 0   | 0       | 0        | 5.49        | 71.69       | 3/4" - Cu | 19.95           | 23.50            | 22.55          | ascendente      | 30.23          | 1.524      | 2.474     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05      |                  |
|  | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                | 0.50      | 0    | 0   | 0       | 0        | 0.5         | 3/4" - Cu   | 19.95     | 22.55           | 22.53            | 22.50          | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.017     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |                  |
|  | t1-t2  | 16            | 1.45                                | 3.10      | 0    | 1   | 1       | 0        | 1.83        | 4.93        | 3/4" - Cu | 19.95           | 22.53            | 22.50          | ascendente      | 0.70           | 0.035      | 0.073     | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.28      |                  |
|  | t2-Se  | 5             | 0.45                                | 3.5       | 0    | 7   | 0       | 1        | 3.52        | 7.02        | 1/2" - Cu | 13.84           | 22.50            | 22.44          | ascendente      | 0.40           | 0.020      | 0.073     | 0.03                                 | 729.31                       | 0.83      |                  |
| Caída de presión acumulada a después del medidor de gas natural (mbar) |        |               |                                     |           |      |     |         |          |             |             |           |                 |                  |                |                 |                |            |           | 1.580                                | 2.637                        | APROBADO  |                  |
| DEPARTAMENTO 1305  |        |               |                                     |           |      |     |         |          |             |             |           |                 |                  |                |                 |                |            |           |                                      |                              |           |                  |
| Artefacto  | Tramo  | Potencia (Kw) | Q <sub>40</sub> (m <sup>3</sup> /h) | Lreal (m) | Codo | Tee | Tee 90° | Tee 180° | Lequiv. (m) | L total (m) | D nominal | D interior (mm) | P inicial (mbar) | P final (mbar) | Flujo del tramo | L vertical (m) | Aph (mbar) | Ap (mbar) | Condiciones de validez "NTP 111.011" |                              |           |                  |
|  |        |               |                                     |           |      |     |         |          |             |             |           |                 |                  |                |                 |                |            |           | QD < 1.50                            | Reynolds < 2*10 <sup>5</sup> | V ≤ 40m/s | P final ≥ 17mbar |
| COCINA   | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                                | 69.22     | 0    | 0   | 0       | 0        | 5.49        | 74.71       | 3/4" - Cu | 19.95           | 23.50            | 22.59          | ascendente      | 33.05          | 1.667      | 2.579     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05      |                  |
|  | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                | 0.50      | 0    | 0   | 0       | 0        | 0.5         | 3/4" - Cu   | 19.95     | 22.59           | 22.57            | 22.53          | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.017     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |                  |
|  | t1-t2  | 16            | 1.45                                | 3.10      | 0    | 1   | 1       | 0        | 1.83        | 4.93        | 3/4" - Cu | 19.95           | 22.57            | 22.53          | ascendente      | 0.70           | 0.035      | 0.073     | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.28      |                  |
|  | t2-Te  | 11            | 1.00                                | 4.1       | 0    | 6   | 1       | 0        | 3.68        | 7.78        | 1/2" - Cu | 13.84           | 22.53            | 22.21          | ascendente      | 0.40           | 0.020      | 0.339     | 0.07                                 | 1604.49                      | 1.83      |                  |
| Caída de presión acumulada a después del medidor de gas natural (mbar) |        |               |                                     |           |      |     |         |          |             |             |           |                 |                  |                |                 |                |            |           | 1.687                                | 2.992                        | APROBADO  |                  |
| TERMA  | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                                | 69.22     | 0    | 0   | 0       | 0        | 5.49        | 74.71       | 3/4" - Cu | 19.95           | 23.50            | 22.59          | ascendente      | 33.05          | 1.667      | 2.579     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05      |                  |
|  | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                | 0.50      | 0    | 0   | 0       | 0        | 0.5         | 3/4" - Cu   | 19.95     | 22.59           | 22.57            | 22.53          | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.017     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |                  |
|  | t1-t2  | 16            | 1.45                                | 3.10      | 0    | 1   | 1       | 0        | 1.83        | 4.93        | 3/4" - Cu | 19.95           | 22.57            | 22.53          | ascendente      | 0.70           | 0.035      | 0.073     | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.28      |                  |
|  | t2-Se  | 5             | 0.45                                | 3.5       | 0    | 7   | 0       | 1        | 3.52        | 7.02        | 1/2" - Cu | 13.84           | 22.53            | 22.48          | ascendente      | 0.40           | 0.020      | 0.073     | 0.03                                 | 729.31                       | 0.83      |                  |
| Caída de presión acumulada a después del medidor de gas natural (mbar) |        |               |                                     |           |      |     |         |          |             |             |           |                 |                  |                |                 |                |            |           | 1.722                                | 3.007                        | APROBADO  |                  |
| DEPARTAMENTO 1405  |        |               |                                     |           |      |     |         |          |             |             |           |                 |                  |                |                 |                |            |           |                                      |                              |           |                  |
| Artefacto  | Tramo  | Potencia (Kw) | Q <sub>40</sub> (m <sup>3</sup> /h) | Lreal (m) | Codo | Tee | Tee 90° | Tee 180° | Lequiv. (m) | L total (m) | D nominal | D interior (mm) | P inicial (mbar) | P final (mbar) | Flujo del tramo | L vertical (m) | Aph (mbar) | Ap (mbar) | Condiciones de validez "NTP 111.011" |                              |           |                  |
|  |        |               |                                     |           |      |     |         |          |             |             |           |                 |                  |                |                 |                |            |           | QD < 1.50                            | Reynolds < 2*10 <sup>5</sup> | V ≤ 40m/s | P final ≥ 17mbar |
| COCINA   | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                                | 72.26     | 0    | 0   | 0       | 0        | 5.49        | 77.75       | 3/4" - Cu | 19.95           | 23.50            | 22.63          | ascendente      | 35.87          | 1.809      | 2.683     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05      |                  |
|  | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                | 0.50      | 0    | 0   | 0       | 0        | 0.5         | 3/4" - Cu   | 19.95     | 22.63           | 22.61            | 22.57          | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.017     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |                  |
|  | t1-t2  | 16            | 1.45                                | 3.10      | 0    | 1   | 1       | 0        | 1.83        | 4.93        | 3/4" - Cu | 19.95           | 22.61            | 22.57          | ascendente      | 0.70           | 0.035      | 0.073     | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.28      |                  |
|  | t2-Te  | 11            | 1.00                                | 4.1       | 0    | 6   | 1       | 0        | 3.68        | 7.78        | 1/2" - Cu | 13.84           | 22.57            | 22.25          | ascendente      | 0.40           | 0.020      | 0.339     | 0.07                                 | 1604.49                      | 1.83      |                  |
| Caída de presión acumulada a después del medidor de gas natural (mbar) |        |               |                                     |           |      |     |         |          |             |             |           |                 |                  |                |                 |                |            |           | 1.829                                | 3.097                        | APROBADO  |                  |
| TERMA  | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                                | 72.26     | 0    | 0   | 0       | 0        | 5.49        | 77.75       | 3/4" - Cu | 19.95           | 23.50            | 22.63          | ascendente      | 35.87          | 1.809      | 2.683     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05      |                  |
|  | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                | 0.50      | 0    | 0   | 0       | 0        | 0.5         | 3/4" - Cu   | 19.95     | 22.63           | 22.61            | 22.57          | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.017     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |                  |
|  | t1-t2  | 16            | 1.45                                | 3.10      | 0    | 1   | 1       | 0        | 1.83        | 4.93        | 3/4" - Cu | 19.95           | 22.61            | 22.57          | ascendente      | 0.70           | 0.035      | 0.073     | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.28      |                  |
|  | t2-Se  | 5             | 0.45                                | 3.5       | 0    | 7   | 0       | 1        | 3.52        | 7.02        | 1/2" - Cu | 13.84           | 22.57            | 22.52          | ascendente      | 0.40           | 0.020      | 0.073     | 0.03                                 | 729.31                       | 0.83      |                  |
| Caída de presión acumulada a después del medidor de gas natural (mbar) |        |               |                                     |           |      |     |         |          |             |             |           |                 |                  |                |                 |                |            |           | 1.864                                | 3.112                        | APROBADO  |                  |
| SECADORA   | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                                | 72.26     | 0    | 0   | 0       | 0        | 5.49        | 77.75       | 3/4" - Cu | 19.95           | 23.50            | 22.63          | ascendente      | 35.87          | 1.809      | 2.683     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05      |                  |
|  | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                | 0.50      | 0    | 0   | 0       | 0        | 0.5         | 3/4" - Cu   | 19.95     | 22.63           | 22.61            | 22.57          | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.017     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |                  |
|  | t1-t2  | 16            | 1.45                                | 3.10      | 0    | 1   | 1       | 0        | 1.83        | 4.93        | 3/4" - Cu | 19.95           | 22.61            | 22.57          | ascendente      | 0.70           | 0.035      | 0.073     | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.28      |                  |
|  | t2-Se  | 5             | 0.45                                | 3.5       | 0    | 7   | 0       | 1        | 3.52        | 7.02        | 1/2" - Cu | 13.84           | 22.57            | 22.52          | ascendente      | 0.40           | 0.020      | 0.073     | 0.03                                 | 729.31                       | 0.83      |                  |
| Caída de presión acumulada a después del medidor de gas natural (mbar) |        |               |                                     |           |      |     |         |          |             |             |           |                 |                  |                |                 |                |            |           | 1.864                                | 2.846                        | APROBADO  |                  |

**Tabla 60**

**Topología 2 - Cálculo de línea individual interior (16)**

MONTANTE 4 - DEPARTAMENTOS: 101, 401, 501, 601, 701, 801, 901, 1001, 1101, 1201, 1301, 1401  
 CÁLCULOS DE LA LÍNEA INDIVIDUAL INTERNA DE GNS  
 (FORMULA DE REVOUARD LINEAL: Presión =<100mbar)

| Condiciones Estándar:  |        | 2°            | Etiapa                               | Caida del medidor: | 1.5      | mbar     | D relativa del GNS: |          | 0.61        | P.C.S. (GNS): |                     | 11.05           | Kw-h/m <sup>2</sup> | Caida de presión máxima de 3.2% 8rbar |  |               |            |           |                                      |         |
|--|--------|---------------|--------------------------------------|--------------------|----------|----------|---------------------|----------|-------------|---------------|---------------------|-----------------|---------------------|---------------------------------------|--|---------------|------------|-----------|--------------------------------------|---------|
| Regulación:  |        | 25            | mbar                                 | Presión inicial:   | 23.5     | mbar     | Pot. Por Dptco.:    |          | 25.5        | Kw            | Presión atmof. (a): |                 | 1.013               | bar                                   | Unión de tuberías: Soldadas por capillaridad |               |            |           |                                      |         |
| <b>DEPARTAMENTO 101</b>  |        |               |                                      |                    |          |          |                     |          |             |               |                     |                 |                     |                                       |  |               |            |           |                                      |         |
| A rte fácto  | Tramo  | Potencia (Kw) | Q <sub>90</sub> (m <sup>3</sup> /h.) | Lreal (m)          | Codo 45° | Codo 90° | Tee 90°             | Tee 180° | Lequiv. (m) | L total (m)   | D nominal           | D interior (mm) | Pmicial (mbar)      | Pfinal (mbar)                         | Flujo del tramo                              | Lvertical (m) | Δph (mbar) | Δp (mbar) | Condiciones de validez "NTP 111.011" |         |
| COCINA   | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                                 | 21.82              | 0        | 8        | 0                   | 0        | 4.88        | 26.70         | 3/4" - Cu           | 19.95           | 23.50               | 22.57                                 | descendente                                  | 0.10          | -0.005     | 0.922     | 0.12                                 | 2580.34 |
|  | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                 | 1.84               | 0        | 1        | 0                   | 0        | 0.61        | 2.45          | 3/4" - Cu           | 19.95           | 22.57               | 22.49                                 | horizontal                                   | 0.00          | 0.000      | 0.085     | 0.12                                 | 2580.34 |
|  | t1-t2  | 16            | 1.45                                 | 0.70               | 0        | 0        | 0                   | 0        | 0           | 0.7           | 3/4" - Cu           | 19.95           | 22.49               | 22.51                                 | ascendente                                   | 0.70          | 0.035      | 0.010     | 0.07                                 | 1619.04 |
|  | t2-Te  | 11            | 1.00                                 | 3.0                | 0        | 6        | 0                   | 1        | 3.06        | 6.06          | 1/2" - Cu           | 13.84           | 22.51               | 22.27                                 | ascendente                                   | 0.30          | 0.015      | 0.264     | 0.07                                 | 1604.49 |
| Caida de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |        |               |                                      |                    |          |          |                     |          |             |               |                     |                 |                     |                                       |  |               |            |           |                                      |         |
| TERMA  | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                                 | 21.82              | 0        | 8        | 0                   | 0        | 4.88        | 26.70         | 3/4" - Cu           | 19.95           | 23.50               | 22.57                                 | descendente                                  | 0.10          | -0.005     | 0.922     | 0.12                                 | 2580.34 |
|  | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                 | 1.84               | 0        | 1        | 0                   | 0        | 0.61        | 2.45          | 3/4" - Cu           | 19.95           | 22.57               | 22.49                                 | horizontal                                   | 0.00          | 0.000      | 0.085     | 0.12                                 | 2580.34 |
|  | t1-t2  | 16            | 1.45                                 | 0.70               | 0        | 0        | 0                   | 0        | 0           | 0.7           | 3/4" - Cu           | 19.95           | 22.49               | 22.51                                 | ascendente                                   | 0.70          | 0.035      | 0.010     | 0.07                                 | 1619.04 |
|  | t2-Se  | 5             | 0.45                                 | 2.3                | 0        | 6        | 1                   | 0        | 3.68        | 5.93          | 1/2" - Cu           | 13.84           | 22.51               | 22.48                                 | ascendente                                   | 0.50          | 0.025      | 0.061     | 0.03                                 | 729.31  |
| Caida de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |        |               |                                      |                    |          |          |                     |          |             |               |                     |                 |                     |                                       |  |               |            |           |                                      |         |
| <b>DEPARTAMENTO 401</b>  |        |               |                                      |                    |          |          |                     |          |             |               |                     |                 |                     |                                       |  |               |            |           |                                      |         |
| A rte fácto  | Tramo  | Potencia (Kw) | Q <sub>90</sub> (m <sup>3</sup> /h.) | Lreal (m)          | Codo 45° | Codo 90° | Tee 90°             | Tee 180° | Lequiv. (m) | L total (m)   | D nominal           | D interior (mm) | Pmicial (mbar)      | Pfinal (mbar)                         | Flujo del tramo                              | Lvertical (m) | Δph (mbar) | Δp (mbar) | Condiciones de validez "NTP 111.011" |         |
| COCINA   | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                                 | 30.63              | 0        | 8        | 0                   | 0        | 4.88        | 35.51         | 3/4" - Cu           | 19.95           | 23.50               | 22.64                                 | ascendente                                   | 7.32          | 0.369      | 1.226     | 0.12                                 | 2580.34 |
|  | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                 | 1.84               | 0        | 1        | 0                   | 0        | 0.61        | 2.45          | 3/4" - Cu           | 19.95           | 22.64               | 22.56                                 | horizontal                                   | 0.00          | 0.000      | 0.085     | 0.12                                 | 2580.34 |
|  | t1-t2  | 16            | 1.45                                 | 0.70               | 0        | 0        | 0                   | 0        | 0           | 0.7           | 3/4" - Cu           | 19.95           | 22.56               | 22.58                                 | ascendente                                   | 0.70          | 0.035      | 0.010     | 0.07                                 | 1619.04 |
|  | t2-Te  | 11            | 1.00                                 | 3.0                | 0        | 6        | 0                   | 1        | 3.06        | 6.06          | 1/2" - Cu           | 13.84           | 22.58               | 22.34                                 | ascendente                                   | 0.30          | 0.015      | 0.264     | 0.07                                 | 1604.49 |
| Caida de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |        |               |                                      |                    |          |          |                     |          |             |               |                     |                 |                     |                                       |  |               |            |           |                                      |         |
| TERMA  | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                                 | 30.63              | 0        | 8        | 0                   | 0        | 4.88        | 35.51         | 3/4" - Cu           | 19.95           | 23.50               | 22.64                                 | ascendente                                   | 7.32          | 0.369      | 1.226     | 0.12                                 | 2580.34 |
|  | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                 | 1.84               | 0        | 1        | 0                   | 0        | 0.61        | 2.45          | 3/4" - Cu           | 19.95           | 22.64               | 22.56                                 | horizontal                                   | 0.00          | 0.000      | 0.085     | 0.12                                 | 2580.34 |
|  | t1-t2  | 16            | 1.45                                 | 0.70               | 0        | 0        | 0                   | 0        | 0           | 0.7           | 3/4" - Cu           | 19.95           | 22.56               | 22.58                                 | ascendente                                   | 0.70          | 0.035      | 0.010     | 0.07                                 | 1619.04 |
|  | t2-Se  | 5             | 0.45                                 | 2.3                | 0        | 6        | 1                   | 0        | 3.68        | 5.93          | 1/2" - Cu           | 13.84           | 22.58               | 22.55                                 | ascendente                                   | 0.50          | 0.025      | 0.061     | 0.03                                 | 729.31  |
| Caida de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |        |               |                                      |                    |          |          |                     |          |             |               |                     |                 |                     |                                       |  |               |            |           |                                      |         |
| SECADORA   | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                                 | 30.63              | 0        | 8        | 0                   | 0        | 4.88        | 35.51         | 3/4" - Cu           | 19.95           | 23.50               | 22.64                                 | ascendente                                   | 7.32          | 0.369      | 1.226     | 0.12                                 | 2580.34 |
|  | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                 | 1.84               | 0        | 1        | 0                   | 0        | 0.61        | 2.45          | 3/4" - Cu           | 19.95           | 22.64               | 22.56                                 | horizontal                                   | 0.00          | 0.000      | 0.085     | 0.12                                 | 2580.34 |
|  | t1-t2  | 16            | 1.45                                 | 0.70               | 0        | 0        | 0                   | 0        | 0           | 0.7           | 3/4" - Cu           | 19.95           | 22.56               | 22.58                                 | ascendente                                   | 0.70          | 0.035      | 0.010     | 0.07                                 | 1619.04 |
|  | t2-Se  | 5             | 0.45                                 | 2.3                | 0        | 6        | 1                   | 0        | 3.68        | 5.93          | 1/2" - Cu           | 13.84           | 22.58               | 22.55                                 | ascendente                                   | 0.50          | 0.025      | 0.061     | 0.03                                 | 729.31  |
| Caida de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |        |               |                                      |                    |          |          |                     |          |             |               |                     |                 |                     |                                       |  |               |            |           |                                      |         |





**Tabla 62**

*Topología 2 - Cálculo de línea individual interior (18)*

| DEPARTAMENTO 801  |   | Potencia (Kw) | Q <sup>(1)</sup> (m³/h) | Lreal (m) | Codo 45° | Codo 90° | Tee 90° | Tee 180° | Lequiv. L total (m) | Dn nominal | D interior (mm) | Pnicial (nb ar) | Pfinal (nb ar) | Fujo del tramo | Lvertical (m) | Aph (nb ar) | Δp (nb ar) | Condiciones de validez "NTP 111.011" |           |                  |      |
|---|---|---------------|-------------------------|-----------|----------|----------|---------|----------|---------------------|------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|---------------|-------------|------------|--------------------------------------|-----------|------------------|------|
| Artefacto   | Tramo   |               |                         |           |          |          |         |          |                     |            |                 |                 |                |                |               |             | QD < 150   | Reynolds < 2*10 <sup>6</sup>         | V ≤ 40m/s | Pfinal ≥ 17nb ar |      |
| COCINA  | CM4 - r1  | 25.5          | 2.31                    | 40.93     | 0        | 8        | 0       | 0        | 4.88                | 45.81      | 3/4" - Cu       | 19.95           | 23.50          | 22.83          | ascendente    | 18.14       | 0.915      | 1.581                                | 0.12      | 2580.34          | 2.05 |
|   | r1 - t1   | 25.5          | 2.31                    | 1.84      | 0        | 1        | 0       | 0        | 0.61                | 2.45       | 3/4" - Cu       | 19.95           | 22.83          | 22.75          | horizontal    | 0.00        | 0.000      | 0.085                                | 0.12      | 2580.34          | 2.04 |
|   | t1 - Co   | 12            | 1.09                    | 5.88      | 0        | 8        | 0       | 1        | 3.98                | 9.86       | 1/2" - Cu       | 13.84           | 22.75          | 22.27          | ascendente    | 0.40        | 0.020      | 0.503                                | 0.08      | 1750.35          | 2.00 |
|   | Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (nb ar) |               |                         |           |          |          |         |          |                     |            |                 |                 |                |                |               |             |            |                                      |           |                  |      |
| TERMA   | CM4 - r1  | 25.5          | 2.31                    | 40.93     | 0        | 8        | 0       | 0        | 4.88                | 45.81      | 3/4" - Cu       | 19.95           | 23.50          | 22.83          | ascendente    | 18.14       | 0.915      | 1.581                                | 0.12      | 2580.34          | 2.05 |
|   | r1 - t1   | 25.5          | 2.31                    | 1.84      | 0        | 1        | 0       | 0        | 0.61                | 2.45       | 3/4" - Cu       | 19.95           | 22.83          | 22.75          | horizontal    | 0.00        | 0.000      | 0.085                                | 0.12      | 2580.34          | 2.04 |
|   | t1 - t2   | 16            | 1.45                    | 0.70      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0                   | 0.7        | 3/4" - Cu       | 19.95           | 22.75          | 22.77          | ascendente    | 0.70        | 0.035      | 0.010                                | 0.07      | 1619.04          | 1.28 |
|   | t2 - Te   | 11            | 1.00                    | 3.0       | 0        | 6        | 0       | 1        | 3.06                | 6.06       | 1/2" - Cu       | 13.84           | 22.77          | 22.53          | ascendente    | 0.30        | 0.015      | 0.264                                | 0.07      | 1604.49          | 1.83 |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (nb ar) |   |               |                         |           |          |          |         |          |                     |            |                 |                 |                |                |               |             |            |                                      |           |                  |      |
| SECADORA  | CM4 - r1  | 25.5          | 2.31                    | 40.93     | 0        | 8        | 0       | 0        | 4.88                | 45.81      | 3/4" - Cu       | 19.95           | 23.50          | 22.83          | ascendente    | 18.14       | 0.915      | 1.581                                | 0.12      | 2580.34          | 2.05 |
|   | r1 - t1   | 25.5          | 2.31                    | 1.84      | 0        | 1        | 0       | 0        | 0.61                | 2.45       | 3/4" - Cu       | 19.95           | 22.83          | 22.75          | horizontal    | 0.00        | 0.000      | 0.085                                | 0.12      | 2580.34          | 2.04 |
|   | t1 - t2   | 16            | 1.45                    | 0.70      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0                   | 0.7        | 3/4" - Cu       | 19.95           | 22.75          | 22.77          | ascendente    | 0.70        | 0.035      | 0.010                                | 0.07      | 1619.04          | 1.28 |
|   | t2 - Se   | 5             | 0.45                    | 2.3       | 0        | 6        | 1       | 0        | 3.68                | 5.93       | 1/2" - Cu       | 13.84           | 22.77          | 22.74          | ascendente    | 0.50        | 0.025      | 0.061                                | 0.03      | 729.31           | 0.83 |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (nb ar) |   |               |                         |           |          |          |         |          |                     |            |                 |                 |                |                |               |             |            |                                      |           |                  |      |
| DEPARTAMENTO 901  |   | Potencia (Kw) | Q <sup>(1)</sup> (m³/h) | Lreal (m) | Codo 45° | Codo 90° | Tee 90° | Tee 180° | Lequiv. L total (m) | Dn nominal | D interior (mm) | Pnicial (nb ar) | Pfinal (nb ar) | Fujo del tramo | Lvertical (m) | Aph (nb ar) | Δp (nb ar) | Condiciones de validez "NTP 111.011" |           |                  |      |
| Artefacto   | Tramo   |               |                         |           |          |          |         |          |                     |            |                 |                 |                |                |               |             | QD < 150   | Reynolds < 2*10 <sup>6</sup>         | V ≤ 40m/s | Pfinal ≥ 17nb ar |      |
| COCINA  | CM4 - r1  | 25.5          | 2.31                    | 44.20     | 0        | 8        | 0       | 0        | 4.88                | 49.08      | 3/4" - Cu       | 19.95           | 23.50          | 22.86          | ascendente    | 20.96       | 1.057      | 1.694                                | 0.12      | 2580.34          | 2.05 |
|   | r1 - t1   | 25.5          | 2.31                    | 1.84      | 0        | 1        | 0       | 0        | 0.61                | 2.45       | 3/4" - Cu       | 19.95           | 22.86          | 22.78          | horizontal    | 0.00        | 0.000      | 0.085                                | 0.12      | 2580.34          | 2.04 |
|   | t1 - t2   | 16            | 1.45                    | 0.70      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0                   | 0.7        | 3/4" - Cu       | 19.95           | 22.80          | 22.80          | ascendente    | 0.70        | 0.035      | 0.010                                | 0.07      | 1619.04          | 1.28 |
|   | t2 - Te   | 11            | 1.00                    | 3.0       | 0        | 6        | 0       | 1        | 3.06                | 6.06       | 1/2" - Cu       | 13.84           | 22.80          | 22.55          | ascendente    | 0.30        | 0.015      | 0.264                                | 0.07      | 1604.49          | 1.83 |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (nb ar) |   |               |                         |           |          |          |         |          |                     |            |                 |                 |                |                |               |             |            |                                      |           |                  |      |
| TERMA   | CM4 - r1  | 25.5          | 2.31                    | 44.20     | 0        | 8        | 0       | 0        | 4.88                | 49.08      | 3/4" - Cu       | 19.95           | 23.50          | 22.86          | ascendente    | 20.96       | 1.057      | 1.694                                | 0.12      | 2580.34          | 2.05 |
|   | r1 - t1   | 25.5          | 2.31                    | 1.84      | 0        | 1        | 0       | 0        | 0.61                | 2.45       | 3/4" - Cu       | 19.95           | 22.86          | 22.78          | horizontal    | 0.00        | 0.000      | 0.085                                | 0.12      | 2580.34          | 2.04 |
|   | t1 - t2   | 16            | 1.45                    | 0.70      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0                   | 0.7        | 3/4" - Cu       | 19.95           | 22.78          | 22.80          | ascendente    | 0.70        | 0.035      | 0.010                                | 0.07      | 1619.04          | 1.28 |
|   | t2 - Se   | 5             | 0.45                    | 2.3       | 0        | 6        | 1       | 0        | 3.68                | 5.93       | 1/2" - Cu       | 13.84           | 22.80          | 22.77          | ascendente    | 0.50        | 0.025      | 0.061                                | 0.03      | 729.31           | 0.83 |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (nb ar) |   |               |                         |           |          |          |         |          |                     |            |                 |                 |                |                |               |             |            |                                      |           |                  |      |
| DEPARTAMENTO 1001   |   | Potencia (Kw) | Q <sup>(1)</sup> (m³/h) | Lreal (m) | Codo 45° | Codo 90° | Tee 90° | Tee 180° | Lequiv. L total (m) | Dn nominal | D interior (mm) | Pnicial (nb ar) | Pfinal (nb ar) | Fujo del tramo | Lvertical (m) | Aph (nb ar) | Δp (nb ar) | Condiciones de validez "NTP 111.011" |           |                  |      |
| Artefacto   | Tramo   |               |                         |           |          |          |         |          |                     |            |                 |                 |                |                |               |             | QD < 150   | Reynolds < 2*10 <sup>6</sup>         | V ≤ 40m/s | Pfinal ≥ 17nb ar |      |
| COCINA  | CM4 - r1  | 25.5          | 2.31                    | 47.28     | 0        | 8        | 0       | 0        | 4.88                | 52.16      | 3/4" - Cu       | 19.95           | 23.50          | 22.90          | ascendente    | 23.78       | 1.199      | 1.800                                | 0.12      | 2580.34          | 2.05 |
|   | r1 - t1   | 25.5          | 2.31                    | 1.84      | 0        | 1        | 0       | 0        | 0.61                | 2.45       | 3/4" - Cu       | 19.95           | 22.90          | 22.81          | horizontal    | 0.00        | 0.000      | 0.085                                | 0.12      | 2580.34          | 2.04 |
|   | t1 - t2   | 16            | 1.45                    | 0.70      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0                   | 0.7        | 3/4" - Cu       | 19.95           | 22.84          | 22.84          | ascendente    | 0.70        | 0.035      | 0.010                                | 0.07      | 1619.04          | 1.28 |
|   | t2 - Te   | 11            | 1.00                    | 3.0       | 0        | 6        | 0       | 1        | 3.06                | 6.06       | 1/2" - Cu       | 13.84           | 22.84          | 22.59          | ascendente    | 0.30        | 0.015      | 0.264                                | 0.07      | 1604.49          | 1.83 |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (nb ar) |   |               |                         |           |          |          |         |          |                     |            |                 |                 |                |                |               |             |            |                                      |           |                  |      |
| TERMA   | CM4 - r1  | 25.5          | 2.31                    | 47.28     | 0        | 8        | 0       | 0        | 4.88                | 52.16      | 3/4" - Cu       | 19.95           | 23.50          | 22.90          | ascendente    | 23.78       | 1.199      | 1.800                                | 0.12      | 2580.34          | 2.05 |
|   | r1 - t1   | 25.5          | 2.31                    | 1.84      | 0        | 1        | 0       | 0        | 0.61                | 2.45       | 3/4" - Cu       | 19.95           | 22.90          | 22.81          | horizontal    | 0.00        | 0.000      | 0.085                                | 0.12      | 2580.34          | 2.04 |
|   | t1 - t2   | 16            | 1.45                    | 0.70      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0                   | 0.7        | 3/4" - Cu       | 19.95           | 22.81          | 22.84          | ascendente    | 0.70        | 0.035      | 0.010                                | 0.07      | 1619.04          | 1.28 |
|   | t2 - Se   | 5             | 0.45                    | 2.3       | 0        | 6        | 1       | 0        | 3.68                | 5.93       | 1/2" - Cu       | 13.84           | 22.84          | 22.80          | ascendente    | 0.50        | 0.025      | 0.061                                | 0.03      | 729.31           | 0.83 |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (nb ar) |   |               |                         |           |          |          |         |          |                     |            |                 |                 |                |                |               |             |            |                                      |           |                  |      |
| SECADORA  | CM4 - r1  | 25.5          | 2.31                    | 47.28     | 0        | 8        | 0       | 0        | 4.88                | 52.16      | 3/4" - Cu       | 19.95           | 23.50          | 22.90          | ascendente    | 23.78       | 1.199      | 1.800                                | 0.12      | 2580.34          | 2.05 |
|   | r1 - t1   | 25.5          | 2.31                    | 1.84      | 0        | 1        | 0       | 0        | 0.61                | 2.45       | 3/4" - Cu       | 19.95           | 22.90          | 22.81          | horizontal    | 0.00        | 0.000      | 0.085                                | 0.12      | 2580.34          | 2.04 |
|   | t1 - t2   | 16            | 1.45                    | 0.70      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0                   | 0.7        | 3/4" - Cu       | 19.95           | 22.81          | 22.84          | ascendente    | 0.70        | 0.035      | 0.010                                | 0.07      | 1619.04          | 1.28 |
|   | t2 - Se   | 5             | 0.45                    | 2.3       | 0        | 6        | 1       | 0        | 3.68                | 5.93       | 1/2" - Cu       | 13.84           | 22.84          | 22.80          | ascendente    | 0.50        | 0.025      | 0.061                                | 0.03      | 729.31           | 0.83 |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (nb ar) |   |               |                         |           |          |          |         |          |                     |            |                 |                 |                |                |               |             |            |                                      |           |                  |      |

**Tabla 63**

*Topología 2 - Cálculo de línea individual interior (19)*

| DEPARTAMENTO 1101  |         | Potencia (Kw) | Q <sub>(s)</sub> (m <sup>3</sup> /h) | Lreal (m) | Codigo | Tee | Tee | Lequiv. (m) | Ltotal (m) | D nominal (mm) | Dintenor (mm) | Pínical (mbar) | Pfinal (mbar) | Flujo del tramo | L vertical (m) | Δph (mbar) | Δp (mbar) | Condiciones de validez "NTP 111.011" |                              |
|--|---------|---------------|--------------------------------------|-----------|--------|-----|-----|-------------|------------|----------------|---------------|----------------|---------------|-----------------|----------------|------------|-----------|--------------------------------------|------------------------------|
| Artefacto  | Tramo   |               |                                      |           |        |     |     |             |            |                |               |                |               |                 |                |            |           | Q/D < 1.50                           | Reynolds < 2*10 <sup>6</sup> |
| COCINA   | CM4-r1  | 25.5          | 2.31                                 | 50.36     | 0      | 8   | 0   | 4.88        | 52.24      | 3/4" - Cu      | 19.95         | 23.50          | 22.93         | ascendente      | 26.60          | 1.341      | 1.907     | Q/D < 1.50                           | Reynolds < 2*10 <sup>6</sup> |
|  |         |               |                                      |           |        |     |     |             |            |                |               |                |               |                 |                |            |           | 0.12                                 | 2.580.34                     |
|  |         |               |                                      |           |        |     |     |             |            |                |               |                |               |                 |                |            |           | 0.12                                 | 2.580.34                     |
|  |         |               |                                      |           |        |     |     |             |            |                |               |                |               |                 |                |            |           | 0.08                                 | 1.750.35                     |
| Caida de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |         |               |                                      |           |        |     |     |             |            |                |               |                |               |                 |                |            |           |                                      |                              |
| TERMA  | r1-tl   | 25.5          | 2.31                                 | 1.84      | 0      | 1   | 0   | 0.61        | 2.45       | 3/4" - Cu      | 19.95         | 22.93          | horizontal    | 0.00            | 0.000          | 0.085      | 2.580.34  | Q/D < 1.50                           | Reynolds < 2*10 <sup>6</sup> |
|  |         |               |                                      |           |        |     |     |             |            |                |               |                |               |                 |                |            |           | 0.12                                 | 2.580.34                     |
|  |         |               |                                      |           |        |     |     |             |            |                |               |                |               |                 |                |            |           | 0.12                                 | 2.580.34                     |
|  |         |               |                                      |           |        |     |     |             |            |                |               |                |               |                 |                |            |           | 0.07                                 | 1.619.04                     |
| SECADORA   | t2 - Se | 5             | 0.45                                 | 2.3       | 0      | 6   | 1   | 0           | 3.68       | 5.93           | 1.2" - Cu     | 22.88          | 22.84         | ascendente      | 0.50           | 0.025      | 0.061     | Q/D < 1.50                           | Reynolds < 2*10 <sup>6</sup> |
|  |         |               |                                      |           |        |     |     |             |            |                |               |                |               |                 |                |            |           | 0.03                                 | 729.31                       |

| DEPARTAMENTO 1201  |         | Potencia (Kw) | Q <sub>(s)</sub> (m <sup>3</sup> /h) | Lreal (m) | Codigo | Tee | Tee | Lequiv. (m) | Ltotal (m) | D nominal (mm) | Dintenor (mm) | Pínical (mbar) | Pfinal (mbar) | Flujo del tramo | L vertical (m) | Δph (mbar) | Δp (mbar) | Condiciones de validez "NTP 111.011" |                              |                              |
|--|---------|---------------|--------------------------------------|-----------|--------|-----|-----|-------------|------------|----------------|---------------|----------------|---------------|-----------------|----------------|------------|-----------|--------------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Artefacto  | Tramo   |               |                                      |           |        |     |     |             |            |                |               |                |               |                 |                |            |           | Q/D < 1.50                           | Reynolds < 2*10 <sup>6</sup> |                              |
| COCINA   | CM4-r1  | 25.5          | 2.31                                 | 53.67     | 0      | 8   | 0   | 4.88        | 58.55      | 3/4" - Cu      | 19.95         | 23.50          | 22.96         | ascendente      | 29.42          | 1.484      | 2.021     | Q/D < 1.50                           | Reynolds < 2*10 <sup>6</sup> |                              |
|  |         |               |                                      |           |        |     |     |             |            |                |               |                |               |                 |                |            |           | 0.12                                 | 2.580.34                     |                              |
|  |         |               |                                      |           |        |     |     |             |            |                |               |                |               |                 |                |            |           | 0.12                                 | 2.580.34                     |                              |
|  |         |               |                                      |           |        |     |     |             |            |                |               |                |               |                 |                |            |           | 0.07                                 | 1.619.04                     |                              |
| TERMA  | t2 - Te | 11            | 1.00                                 | 3.0       | 0      | 6   | 0   | 3.06        | 6.06       | 1/2" - Cu      | 13.84         | 22.90          | 22.65         | ascendente      | 0.30           | 0.015      | 0.264     | Q/D < 1.50                           | Reynolds < 2*10 <sup>6</sup> |                              |
|  |         |               |                                      |           |        |     |     |             |            |                |               |                |               |                 |                |            |           | 0.08                                 | 1.750.35                     |                              |
| Caida de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |         |               |                                      |           |        |     |     |             |            |                |               |                |               |                 |                |            |           |                                      |                              |                              |
| SECADORA   | CM4-r1  | 25.5          | 2.31                                 | 53.67     | 0      | 8   | 0   | 4.88        | 58.55      | 3/4" - Cu      | 19.95         | 23.50          | 22.96         | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.085     | 2.580.34                             | Q/D < 1.50                   | Reynolds < 2*10 <sup>6</sup> |
|  |         |               |                                      |           |        |     |     |             |            |                |               |                |               |                 |                |            |           |                                      | 0.12                         | 2.580.34                     |
|  |         |               |                                      |           |        |     |     |             |            |                |               |                |               |                 |                |            |           |                                      | 0.12                         | 2.580.34                     |
|  |         |               |                                      |           |        |     |     |             |            |                |               |                |               |                 |                |            |           |                                      | 0.07                         | 1.619.04                     |
| Caida de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |         |               |                                      |           |        |     |     |             |            |                |               |                |               |                 |                |            |           |                                      |                              |                              |
| SECADORA   | CM4-r1  | 25.5          | 2.31                                 | 53.67     | 0      | 8   | 0   | 3.68        | 5.93       | 1/2" - Cu      | 13.84         | 22.90          | 22.87         | ascendente      | 0.50           | 0.025      | 0.061     | Q/D < 1.50                           | Reynolds < 2*10 <sup>6</sup> |                              |
|  |         |               |                                      |           |        |     |     |             |            |                |               |                |               |                 |                |            |           | 0.03                                 | 729.31                       |                              |
|  |         |               |                                      |           |        |     |     |             |            |                |               |                |               |                 |                |            |           | 0.03                                 | 729.31                       |                              |
|  |         |               |                                      |           |        |     |     |             |            |                |               |                |               |                 |                |            |           | 0.03                                 | 729.31                       |                              |

| DEPARTAMENTO 1301  |         | Potencia (Kw) | Q <sub>(s)</sub> (m <sup>3</sup> /h) | Lreal (m) | Codigo | Tee | Tee | Lequiv. (m) | Ltotal (m) | D nominal (mm) | Dintenor (mm) | Pínical (mbar) | Pfinal (mbar) | Flujo del tramo | L vertical (m) | Δph (mbar) | Δp (mbar) | Condiciones de validez "NTP 111.011" |                              |                              |
|--|---------|---------------|--------------------------------------|-----------|--------|-----|-----|-------------|------------|----------------|---------------|----------------|---------------|-----------------|----------------|------------|-----------|--------------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Artefacto  | Tramo   |               |                                      |           |        |     |     |             |            |                |               |                |               |                 |                |            |           | Q/D < 1.50                           | Reynolds < 2*10 <sup>6</sup> |                              |
| COCINA   | CM4-r1  | 25.5          | 2.31                                 | 56.74     | 0      | 8   | 0   | 4.88        | 61.62      | 3/4" - Cu      | 19.95         | 23.50          | 23.00         | ascendente      | 32.24          | 1.626      | 2.127     | Q/D < 1.50                           | Reynolds < 2*10 <sup>6</sup> |                              |
|  |         |               |                                      |           |        |     |     |             |            |                |               |                |               |                 |                |            |           | 0.12                                 | 2.580.34                     |                              |
|  |         |               |                                      |           |        |     |     |             |            |                |               |                |               |                 |                |            |           | 0.12                                 | 2.580.34                     |                              |
|  |         |               |                                      |           |        |     |     |             |            |                |               |                |               |                 |                |            |           | 0.08                                 | 1.750.35                     |                              |
| Caida de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |         |               |                                      |           |        |     |     |             |            |                |               |                |               |                 |                |            |           |                                      |                              |                              |
| TERMA  | r1-tl   | 25.5          | 2.31                                 | 1.84      | 0      | 1   | 0   | 0.61        | 2.45       | 3/4" - Cu      | 19.95         | 23.00          | 22.91         | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.085     | 2.580.34                             | Q/D < 1.50                   | Reynolds < 2*10 <sup>6</sup> |
|  |         |               |                                      |           |        |     |     |             |            |                |               |                |               |                 |                |            |           |                                      | 0.12                         | 2.580.34                     |
|  |         |               |                                      |           |        |     |     |             |            |                |               |                |               |                 |                |            |           |                                      | 0.12                         | 2.580.34                     |
|  |         |               |                                      |           |        |     |     |             |            |                |               |                |               |                 |                |            |           |                                      | 0.07                         | 1.619.04                     |
| SECADORA   | t2 - Se | 11            | 1.00                                 | 3.0       | 0      | 6   | 0   | 3.06        | 6.06       | 1/2" - Cu      | 13.84         | 22.94          | 22.69         | ascendente      | 0.30           | 0.015      | 0.264     | Q/D < 1.50                           | Reynolds < 2*10 <sup>6</sup> |                              |
|  |         |               |                                      |           |        |     |     |             |            |                |               |                |               |                 |                |            |           | 0.07                                 | 1.604.49                     |                              |
| Caida de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |         |               |                                      |           |        |     |     |             |            |                |               |                |               |                 |                |            |           |                                      |                              |                              |
| SECADORA   | CM4-r1  | 25.5          | 2.31                                 | 56.74     | 0      | 8   | 0   | 4.88        | 61.62      | 3/4" - Cu      | 19.95         | 23.50          | 23.00         | ascendente      | 32.24          | 1.626      | 2.127     | 2.580.34                             | Q/D < 1.50                   | Reynolds < 2*10 <sup>6</sup> |
|  |         |               |                                      |           |        |     |     |             |            |                |               |                |               |                 |                |            |           |                                      | 0.12                         | 2.580.34                     |
|  |         |               |                                      |           |        |     |     |             |            |                |               |                |               |                 |                |            |           |                                      | 0.12                         | 2.580.34                     |
|  |         |               |                                      |           |        |     |     |             |            |                |               |                |               |                 |                |            |           |                                      | 0.07                         | 1.619.04                     |
| Caida de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |         |               |                                      |           |        |     |     |             |            |                |               |                |               |                 |                |            |           |                                      |                              |                              |
| SECADORA   | CM4-r1  | 25.5          | 2.31                                 | 1.84      | 0      | 1   | 0   | 0.61        | 2.45       | 3/4" - Cu      | 19.95         | 23.00          | 22.91         | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.085     | 2.580.34                             | Q/D < 1.50                   | Reynolds < 2*10 <sup>6</sup> |
|  |         |               |                                      |           |        |     |     |             |            |                |               |                |               |                 |                |            |           |                                      | 0.12                         | 2.580.34                     |
|  |         |               |                                      |           |        |     |     |             |            |                |               |                |               |                 |                |            |           |                                      | 0.12                         | 2.580.34                     |
|  |         |               |                                      |           |        |     |     |             |            |                |               |                |               |                 |                |            |           |                                      | 0.07                         | 1.619.04                     |
| Caida de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |         |               |                                      |           |        |     |     |             |            |                |               |                |               |                 |                |            |           |                                      |                              |                              |
| SECADORA   | CM4-r1  | 25.5          | 2.31                                 | 1.84      | 0      | 1   | 0   | 0           | 0.7        | 3/4" - Cu      | 19.95         | 22.91          | 22.94         | ascendente      | 0.70           | 0.035      | 0.010     | 1.604.49                             | Q/D < 1.50                   | Reynolds < 2*10 <sup>6</sup> |
|  |         |               |                                      |           |        |     |     |             |            |                |               |                |               |                 |                |            |           |                                      | 0.12                         | 2.580.34                     |
|  |         |               |                                      |           |        |     |     |             |            |                |               |                |               |                 |                |            |           |                                      | 0.12                         | 2.580.34                     |
|  |         |               |                                      |           |        |     |     |             |            |                |               |                |               |                 |                |            |           |                                      | 0.07                         | 1.619.04                     |
| Caida de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |         |               |                                      |           |        |     |     |             |            |                |               |                |               |                 |                |            |           |                                      |                              |                              |

**Tabla 64**

*Topología 2 - Cálculo de línea individual interior (20)*

| Artefacto | Tramo    | Potencia (Kw) | Q <sub>(st)</sub> (m <sup>3</sup> /h) | Lreal (m) | Codo 45° | Codo 90° | Tee 90° | Tee 180° | Lequiv. (m) | L total (m) | D.nominal (mm.) | D interior (mm.) | P inicial (mbar) | P final (mbar) | Flujo del tramo | L vertical (m) | Δph (mbar) | Δp (mbar) | Condiciones de validez "NTP 111.011"                                 |                              |           |                  |       |  |          |  |
|-----------|----------|---------------|---------------------------------------|-----------|----------|----------|---------|----------|-------------|-------------|-----------------|------------------|------------------|----------------|-----------------|----------------|------------|-----------|--|------------------------------|-----------|------------------|-------|--|----------|--|
|           |          |               |                                       |           |          |          |         |          |             |             |                 |                  |                  |                |                 |                |            |           | Q/D < 150  | Reynolds < 2*10 <sup>5</sup> | V ≤ 40m/s | P final ≥ 17mbar |       |  |          |  |
| COCINA    | CN4 - r1 | 25.5          | 2.31                                  | 5981      | 0        | 8        | 0       | 0        | 4.88        | 64.69       | 3/4"- Cu        | 19.95            | 23.50            | 23.04          | ascendente      | 35.07          | 1.768      | 2.233     | 0.12   | 2580.34                      | 2.05      |                  |       |  |          |  |
|           | r1 - t1  | 25.5          | 2.31                                  | 1.84      | 0        | 1        | 0       | 0        | 0.61        | 2.45        | 3/4"- Cu        | 19.95            | 23.04            | 22.95          | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.085     | 0.12   | 2580.34                      | 2.04      |                  |       |  |          |  |
|           | t1 - Co  | 12            | 1.09                                  | 5.88      | 0        | 8        | 0       | 1        | 3.98        | 9.86        | 1/2"- Cu        | 13.84            | 22.95            | 22.47          | ascendente      | 0.40           | 0.020      | 0.503     | 0.08   | 1750.35                      | 2.00      |                  |       |  |          |  |
|           |          |               |                                       |           |          |          |         |          |             |             |                 |                  |                  |                |                 |                |            |           | Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |                              | 1.789     |                  | 2.820 |  | APROBADO |  |
| TERMA     | CN4 - r1 | 25.5          | 2.31                                  | 5981      | 0        | 8        | 0       | 0        | 4.88        | 64.69       | 3/4"- Cu        | 19.95            | 23.50            | 23.04          | ascendente      | 35.07          | 1.768      | 2.233     | 0.12   | 2580.34                      | 2.05      |                  |       |  |          |  |
|           | r1 - t1  | 25.5          | 2.31                                  | 1.84      | 0        | 1        | 0       | 0        | 0.61        | 2.45        | 3/4"- Cu        | 19.95            | 23.04            | 22.95          | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.085     | 0.12   | 2580.34                      | 2.04      |                  |       |  |          |  |
|           | t1 - t2  | 16            | 1.45                                  | 0.70      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 0.7         | 3/4"- Cu        | 19.95            | 22.95            | 22.98          | ascendente      | 0.70           | 0.035      | 0.010     | 0.07   | 1619.04                      | 1.28      |                  |       |  |          |  |
|           | t2 - Te  | 11            | 1.00                                  | 3.0       | 0        | 6        | 0       | 1        | 3.06        | 6.06        | 1/2"- Cu        | 13.84            | 22.98            | 22.73          | ascendente      | 0.30           | 0.015      | 0.264     | 0.07   | 1604.49                      | 1.83      |                  |       |  |          |  |
|           |          |               |                                       |           |          |          |         |          |             |             |                 |                  |                  |                |                 |                |            |           | Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |                              | 1.819     |                  | 2.591 |  | APROBADO |  |
| SECADORA  | CN4 - r1 | 25.5          | 2.31                                  | 5981      | 0        | 8        | 0       | 0        | 4.88        | 64.69       | 3/4"- Cu        | 19.95            | 23.50            | 23.04          | ascendente      | 35.07          | 1.768      | 2.233     | 0.12   | 2580.34                      | 2.05      |                  |       |  |          |  |
|           | r1 - t1  | 25.5          | 2.31                                  | 1.84      | 0        | 1        | 0       | 0        | 0.61        | 2.45        | 3/4"- Cu        | 19.95            | 23.04            | 22.95          | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.085     | 0.12   | 2580.34                      | 2.04      |                  |       |  |          |  |
|           | t1 - t2  | 16            | 1.45                                  | 0.70      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 0.7         | 3/4"- Cu        | 19.95            | 22.95            | 22.98          | ascendente      | 0.70           | 0.035      | 0.010     | 0.07   | 1619.04                      | 1.28      |                  |       |  |          |  |
|           | t2 - Se  | 5             | 0.45                                  | 2.3       | 0        | 6        | 1       | 0        | 3.68        | 5.93        | 1/2"- Cu        | 13.84            | 22.98            | 22.94          | ascendente      | 0.50           | 0.025      | 0.061     | 0.03   | 729.31                       | 0.83      |                  |       |  |          |  |
|           |          |               |                                       |           |          |          |         |          |             |             |                 |                  |                  |                |                 |                |            |           | Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |                              | 1.829     |                  | 2.589 |  | APROBADO |  |

**Tabla 65**

**Topología 2 - Cálculo de línea individual interior (21)**

MONTANTE 5 - DEPARTAMENTOS: 201, 301, 402, 502, 602, 702, 802, 902, 1002, 1102, 1202, 1302, 1402  
 CALCULOS DE LA LINEA INDIVIDUAL INTERNA DE GNS  
 (FORMULA DE RENOARD LINEAL: Presión <= 10mbar)

Condiciones Estandar: Potencia (Kw) 2<sup>o</sup> Etapa Regulación: Presión regulada: 25 mbar Caída del medidor: 1.5 mbar Tee 90° 0 Tee 180° 0 Tee Lequiv. L total (m) 4.88 D relativa del GNS: 0.61 P.C.S. (GNS): 11.05 Kw-h.m<sup>3</sup> 1.013 bar Caída de presión máxima de 32%: 8mbar Unión de tuberías: Soldadas por capilaridad

| Artefacto  | Tramo    | Potencia (Kw) | Q <sub>40</sub> (m <sup>3</sup> /h.) | Lreal (m) | Codo 45° | Codo 90° | Tee 90° | Tee 180° | Ltotal (m) | D nominal (mm.) | D interior (mm.) | P inicial (mbar) | P final (mbar) | Flujo del tramo | L vertical (m) | Δph (mbar) | Δp (mbar) | Condiciones de validez "NTP 111.011" |                              |           |
|--|----------|---------------|--------------------------------------|-----------|----------|----------|---------|----------|------------|-----------------|------------------|------------------|----------------|-----------------|----------------|------------|-----------|--------------------------------------|------------------------------|-----------|
|  |          |               |                                      |           |          |          |         |          |            |                 |                  |                  |                |                 |                |            |           | Q/D < 150                            | Reynolds < 2*10 <sup>6</sup> | V ≤ 40m/s |
| COCINA   | CM4 - r1 | 25.5          | 2.31                                 | 15.56     | 0        | 8        | 0       | 0        | 4.88       | 3/4" - Cu       | 19.95            | 23.50            | 22.91          | ascendente      | 2.37           | 0.120      | 0.705     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05      |
|  | r1 - tl  | 25.5          | 2.31                                 | 0.75      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0.75       | 3/4" - Cu       | 19.95            | 22.91            | 22.89          | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.026     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |
|  | tl - t2  | 16            | 1.45                                 | 9.78      | 0        | 3        | 1       | 0        | 3.05       | 3/4" - Cu       | 19.95            | 22.89            | 22.73          | ascendente      | 0.70           | 0.035      | 0.190     | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.28      |
|  | t2 - Te  | 11            | 1.00                                 | 4.2       | 0        | 6        | 0       | 1        | 3.06       | 1/2" - Cu       | 13.84            | 22.73            | 22.44          | ascendente      | 0.40           | 0.020      | 0.315     | 0.07                                 | 1604.49                      | 1.83      |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |          |               |                                      |           |          |          |         |          |            |                 |                  |                  |                |                 |                |            |           | APROBADO                             |                              |           |
| TIRMA  | CM4 - r1 | 25.5          | 2.31                                 | 15.56     | 0        | 8        | 0       | 0        | 4.88       | 3/4" - Cu       | 19.95            | 23.50            | 22.91          | ascendente      | 2.37           | 0.120      | 0.705     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05      |
|  | r1 - tl  | 25.5          | 2.31                                 | 0.75      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0.75       | 3/4" - Cu       | 19.95            | 22.91            | 22.89          | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.026     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |
|  | tl - t2  | 16            | 1.45                                 | 9.78      | 0        | 3        | 1       | 0        | 3.05       | 3/4" - Cu       | 19.95            | 22.89            | 22.73          | ascendente      | 0.70           | 0.035      | 0.190     | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.28      |
|  | t2 - Te  | 11            | 1.00                                 | 4.2       | 0        | 6        | 0       | 1        | 3.06       | 1/2" - Cu       | 13.84            | 22.73            | 22.44          | ascendente      | 0.40           | 0.020      | 0.315     | 0.07                                 | 1604.49                      | 1.83      |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |          |               |                                      |           |          |          |         |          |            |                 |                  |                  |                |                 |                |            |           | APROBADO                             |                              |           |
| SECADORA   | CM4 - r1 | 25.5          | 2.31                                 | 15.56     | 0        | 8        | 0       | 0        | 4.88       | 3/4" - Cu       | 19.95            | 23.50            | 22.91          | ascendente      | 2.37           | 0.120      | 0.705     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05      |
|  | r1 - tl  | 25.5          | 2.31                                 | 0.75      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0.75       | 3/4" - Cu       | 19.95            | 22.91            | 22.89          | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.026     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |
|  | tl - t2  | 16            | 1.45                                 | 9.78      | 0        | 3        | 1       | 0        | 3.05       | 3/4" - Cu       | 19.95            | 22.89            | 22.73          | ascendente      | 0.70           | 0.035      | 0.190     | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.28      |
|  | t2 - Se  | 5             | 0.45                                 | 5.2       | 0        | 6        | 0       | 1        | 3.68       | 8/8             | 13.84            | 22.73            | 22.67          | ascendente      | 0.50           | 0.025      | 0.092     | 0.03                                 | 729.31                       | 0.83      |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |          |               |                                      |           |          |          |         |          |            |                 |                  |                  |                |                 |                |            |           | APROBADO                             |                              |           |
| COCINA   | CM4 - r1 | 25.5          | 2.31                                 | 18.84     | 0        | 9        | 0       | 0        | 5.49       | 3/4" - Cu       | 19.95            | 23.50            | 22.92          | ascendente      | 5.19           | 0.262      | 0.840     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05      |
|  | r1 - tl  | 25.5          | 2.31                                 | 0.75      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0.75       | 3/4" - Cu       | 19.95            | 22.92            | 22.90          | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.026     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |
|  | tl - t2  | 16            | 1.45                                 | 9.78      | 0        | 3        | 1       | 0        | 3.05       | 3/4" - Cu       | 19.95            | 22.90            | 22.74          | ascendente      | 0.70           | 0.035      | 0.190     | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.28      |
|  | t2 - Te  | 11            | 1.00                                 | 4.2       | 0        | 6        | 0       | 1        | 3.06       | 1/2" - Cu       | 13.84            | 22.74            | 22.45          | ascendente      | 0.40           | 0.020      | 0.315     | 0.07                                 | 1604.49                      | 1.83      |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |          |               |                                      |           |          |          |         |          |            |                 |                  |                  |                |                 |                |            |           | APROBADO                             |                              |           |
| TIRMA  | CM4 - r1 | 25.5          | 2.31                                 | 18.84     | 0        | 9        | 0       | 0        | 5.49       | 3/4" - Cu       | 19.95            | 23.50            | 22.92          | ascendente      | 5.19           | 0.262      | 0.840     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05      |
|  | r1 - tl  | 25.5          | 2.31                                 | 0.75      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0.75       | 3/4" - Cu       | 19.95            | 22.92            | 22.90          | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.026     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |
|  | tl - t2  | 16            | 1.45                                 | 9.78      | 0        | 3        | 1       | 0        | 3.05       | 3/4" - Cu       | 19.95            | 22.90            | 22.74          | ascendente      | 0.70           | 0.035      | 0.190     | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.28      |
|  | t2 - Te  | 11            | 1.00                                 | 4.2       | 0        | 6        | 0       | 1        | 3.06       | 1/2" - Cu       | 13.84            | 22.74            | 22.45          | ascendente      | 0.40           | 0.020      | 0.315     | 0.07                                 | 1604.49                      | 1.83      |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |          |               |                                      |           |          |          |         |          |            |                 |                  |                  |                |                 |                |            |           | APROBADO                             |                              |           |
| SECADORA   | CM4 - r1 | 25.5          | 2.31                                 | 18.84     | 0        | 9        | 0       | 0        | 5.49       | 3/4" - Cu       | 19.95            | 23.50            | 22.92          | ascendente      | 5.19           | 0.262      | 0.840     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05      |
|  | r1 - tl  | 25.5          | 2.31                                 | 0.75      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0.75       | 3/4" - Cu       | 19.95            | 22.92            | 22.90          | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.026     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |
|  | tl - t2  | 16            | 1.45                                 | 9.78      | 0        | 3        | 1       | 0        | 3.05       | 3/4" - Cu       | 19.95            | 22.90            | 22.74          | ascendente      | 0.70           | 0.035      | 0.190     | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.28      |
|  | t2 - Se  | 5             | 0.45                                 | 5.2       | 0        | 6        | 0       | 1        | 3.68       | 8/8             | 13.84            | 22.74            | 22.68          | ascendente      | 0.50           | 0.025      | 0.092     | 0.03                                 | 729.31                       | 0.83      |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |          |               |                                      |           |          |          |         |          |            |                 |                  |                  |                |                 |                |            |           | APROBADO                             |                              |           |

**Tabla 66**

*Topología 2 - Cálculo de línea individual interior (22)*

| DEPARTAMENTO 402  |        |               |                                      |           |          |          |         |          |             |             |           |                  |                  |                |                 |               |             |            |                                      |                              |  |  |
|---|--------|---------------|--------------------------------------|-----------|----------|----------|---------|----------|-------------|-------------|-----------|------------------|------------------|----------------|-----------------|---------------|-------------|------------|--------------------------------------|------------------------------|--|--|
| Artefacto   | Tramo  | Potencia (Kw) | Q <sub>41</sub> (m <sup>3</sup> /h.) | Lreal (m) | Codo 45° | Codo 90° | Tee 90° | Tee 180° | Lequiv. (m) | L total (m) | D nominal | D interior (mm.) | Pincipal (mb ar) | Pfinal (mb ar) | Flujo del tramo | Lvertical (m) | Aph (mb ar) | Δp (mb ar) | Condiciones de validez "NTP 111.011" |                              |  |  |
|   |        |               |                                      |           |          |          |         |          |             |             |           |                  |                  |                |                 |               |             |            | QD < 150                             | Reynolds ≤ 2*10 <sup>6</sup> |  |  |
| COCINA  | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                                 | 22.40     | 0        | 0        | 0       | 0        | 5.49        | 27.89       | 3/4" - Cu | 19.95            | 23.50            | 22.94          | ascendente      | 8.02          | 0.404       | 0.963      | 0.12                                 | 2380.34                      |  |  |
|   | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                 | 1.50      | 0        | 1        | 0       | 0        | 0.61        | 2.11        | 3/4" - Cu | 19.95            | 22.94            | 22.87          | horizontal      | 0.00          | 0.000       | 0.073      | 0.12                                 | 2380.34                      |  |  |
|   | t1-t2  | 16            | 1.45                                 | 0.70      | 0        | 0        | 1       | 0        | 1.22        | 1.92        | 3/4" - Cu | 19.95            | 22.87            | 22.88          | ascendente      | 0.70          | 0.035       | 0.028      | 0.07                                 | 1619.04                      |  |  |
|   | t2-Te  | 11            | 1.00                                 | 2.8       | 0        | 6        | 0       | 1        | 3.06        | 5.86        | 1/2" - Cu | 13.84            | 22.88            | 22.64          | ascendente      | 0.40          | 0.020       | 0.255      | 0.07                                 | 1604.49                      |  |  |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mb ar) |        |               |                                      |           |          |          |         |          |             |             |           |                  |                  |                | 0.425           | 1.511         | APROBADO    |            |                                      | 2.05                         |  |  |
| TERMA   | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                                 | 22.40     | 0        | 0        | 0       | 0        | 5.49        | 27.89       | 3/4" - Cu | 19.95            | 23.50            | 22.94          | ascendente      | 8.02          | 0.404       | 0.963      | 0.12                                 | 2380.34                      |  |  |
|   | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                 | 1.50      | 0        | 1        | 0       | 0        | 0.61        | 2.11        | 3/4" - Cu | 19.95            | 22.94            | 22.87          | horizontal      | 0.00          | 0.000       | 0.073      | 0.12                                 | 2380.34                      |  |  |
|   | t1-t2  | 16            | 1.45                                 | 0.70      | 0        | 0        | 1       | 0        | 1.22        | 1.92        | 3/4" - Cu | 19.95            | 22.87            | 22.88          | ascendente      | 0.70          | 0.035       | 0.028      | 0.07                                 | 1619.04                      |  |  |
|   | t2-Te  | 11            | 1.00                                 | 2.8       | 0        | 6        | 0       | 1        | 3.06        | 5.86        | 1/2" - Cu | 13.84            | 22.88            | 22.64          | ascendente      | 0.40          | 0.020       | 0.255      | 0.07                                 | 1604.49                      |  |  |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mb ar) |        |               |                                      |           |          |          |         |          |             |             |           |                  |                  |                | 0.460           | 1.319         | APROBADO    |            |                                      | 2.05                         |  |  |
| SECADORA  | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                                 | 22.40     | 0        | 0        | 0       | 0        | 5.49        | 27.89       | 3/4" - Cu | 19.95            | 23.50            | 22.94          | ascendente      | 8.02          | 0.404       | 0.963      | 0.12                                 | 2380.34                      |  |  |
|   | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                 | 1.50      | 0        | 1        | 0       | 0        | 0.61        | 2.11        | 3/4" - Cu | 19.95            | 22.94            | 22.87          | horizontal      | 0.00          | 0.000       | 0.073      | 0.12                                 | 2380.34                      |  |  |
|   | t1-t2  | 16            | 1.45                                 | 0.70      | 0        | 0        | 1       | 0        | 1.22        | 1.92        | 3/4" - Cu | 19.95            | 22.87            | 22.88          | ascendente      | 0.70          | 0.035       | 0.028      | 0.07                                 | 1619.04                      |  |  |
|   | t2-Te  | 5             | 0.45                                 | 3.1       | 0        | 6        | 1       | 0        | 3.68        | 6.73        | 1/2" - Cu | 13.84            | 22.88            | 22.83          | ascendente      | 0.50          | 0.025       | 0.070      | 0.03                                 | 729.31                       |  |  |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mb ar) |        |               |                                      |           |          |          |         |          |             |             |           |                  |                  |                | 0.465           | 1.134         | APROBADO    |            |                                      | 2.05                         |  |  |
| DEPARTAMENTO 502  |        |               |                                      |           |          |          |         |          |             |             |           |                  |                  |                |                 |               |             |            |                                      |                              |  |  |
| COCINA  | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                                 | 25.76     | 0        | 0        | 0       | 0        | 5.49        | 31.25       | 3/4" - Cu | 19.95            | 23.50            | 22.97          | ascendente      | 10.84         | 0.547       | 1.079      | 0.12                                 | 2380.34                      |  |  |
|   | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                 | 1.50      | 0        | 1        | 0       | 0        | 0.61        | 2.11        | 3/4" - Cu | 19.95            | 22.97            | 22.90          | horizontal      | 0.00          | 0.000       | 0.073      | 0.12                                 | 2380.34                      |  |  |
|   | t1-t2  | 16            | 1.45                                 | 0.70      | 0        | 0        | 1       | 0        | 1.22        | 1.92        | 3/4" - Cu | 19.95            | 22.90            | 22.90          | ascendente      | 0.70          | 0.035       | 0.028      | 0.07                                 | 1619.04                      |  |  |
|   | t2-Te  | 11            | 1.00                                 | 2.8       | 0        | 6        | 0       | 1        | 3.06        | 5.86        | 1/2" - Cu | 13.84            | 22.90            | 22.67          | ascendente      | 0.40          | 0.020       | 0.255      | 0.07                                 | 1604.49                      |  |  |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mb ar) |        |               |                                      |           |          |          |         |          |             |             |           |                  |                  |                | 0.602           | 1.435         | APROBADO    |            |                                      | 2.00                         |  |  |
| TERMA   | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                                 | 25.76     | 0        | 0        | 0       | 0        | 5.49        | 31.25       | 3/4" - Cu | 19.95            | 23.50            | 22.97          | ascendente      | 10.84         | 0.547       | 1.079      | 0.12                                 | 2380.34                      |  |  |
|   | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                 | 1.50      | 0        | 1        | 0       | 0        | 0.61        | 2.11        | 3/4" - Cu | 19.95            | 22.97            | 22.90          | horizontal      | 0.00          | 0.000       | 0.073      | 0.12                                 | 2380.34                      |  |  |
|   | t1-t2  | 16            | 1.45                                 | 0.70      | 0        | 0        | 1       | 0        | 1.22        | 1.92        | 3/4" - Cu | 19.95            | 22.90            | 22.90          | ascendente      | 0.70          | 0.035       | 0.028      | 0.07                                 | 1619.04                      |  |  |
|   | t2-Te  | 5             | 0.45                                 | 3.1       | 0        | 6        | 1       | 0        | 3.68        | 6.73        | 1/2" - Cu | 13.84            | 22.90            | 22.86          | ascendente      | 0.50          | 0.025       | 0.070      | 0.03                                 | 729.31                       |  |  |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mb ar) |        |               |                                      |           |          |          |         |          |             |             |           |                  |                  |                | 0.607           | 1.250         | APROBADO    |            |                                      | 2.05                         |  |  |
| DEPARTAMENTO 602  |        |               |                                      |           |          |          |         |          |             |             |           |                  |                  |                |                 |               |             |            |                                      |                              |  |  |
| COCINA  | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                                 | 28.81     | 0        | 0        | 0       | 0        | 5.49        | 34.30       | 3/4" - Cu | 19.95            | 23.50            | 22.97          | ascendente      | 13.05         | 0.658       | 1.184      | 0.12                                 | 2380.34                      |  |  |
|   | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                 | 1.50      | 0        | 1        | 0       | 0        | 0.61        | 2.11        | 3/4" - Cu | 19.95            | 22.97            | 22.90          | horizontal      | 0.00          | 0.000       | 0.073      | 0.12                                 | 2380.34                      |  |  |
|   | t1-t2  | 16            | 1.45                                 | 0.70      | 0        | 0        | 1       | 0        | 1.22        | 1.92        | 3/4" - Cu | 19.95            | 22.90            | 22.91          | ascendente      | 0.70          | 0.035       | 0.028      | 0.07                                 | 1619.04                      |  |  |
|   | t2-Te  | 11            | 1.00                                 | 2.8       | 0        | 6        | 0       | 1        | 3.06        | 5.86        | 1/2" - Cu | 13.84            | 22.91            | 22.67          | ascendente      | 0.40          | 0.020       | 0.255      | 0.07                                 | 1604.49                      |  |  |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mb ar) |        |               |                                      |           |          |          |         |          |             |             |           |                  |                  |                | 0.714           | 1.540         | APROBADO    |            |                                      | 2.00                         |  |  |
| TERMA   | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                                 | 28.81     | 0        | 0        | 0       | 0        | 5.49        | 34.30       | 3/4" - Cu | 19.95            | 23.50            | 22.97          | ascendente      | 13.05         | 0.658       | 1.184      | 0.12                                 | 2380.34                      |  |  |
|   | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                 | 1.50      | 0        | 1        | 0       | 0        | 0.61        | 2.11        | 3/4" - Cu | 19.95            | 22.97            | 22.90          | horizontal      | 0.00          | 0.000       | 0.073      | 0.12                                 | 2380.34                      |  |  |
|   | t1-t2  | 16            | 1.45                                 | 0.70      | 0        | 0        | 1       | 0        | 1.22        | 1.92        | 3/4" - Cu | 19.95            | 22.90            | 22.91          | ascendente      | 0.70          | 0.035       | 0.028      | 0.07                                 | 1619.04                      |  |  |
|   | t2-Te  | 11            | 1.00                                 | 2.8       | 0        | 6        | 0       | 1        | 3.06        | 5.86        | 1/2" - Cu | 13.84            | 22.91            | 22.67          | ascendente      | 0.40          | 0.020       | 0.255      | 0.07                                 | 1604.49                      |  |  |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mb ar) |        |               |                                      |           |          |          |         |          |             |             |           |                  |                  |                | 0.714           | 1.540         | APROBADO    |            |                                      | 2.05                         |  |  |
| SECADORA  | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                                 | 28.81     | 0        | 0        | 0       | 0        | 5.49        | 34.30       | 3/4" - Cu | 19.95            | 23.50            | 22.97          | ascendente      | 13.05         | 0.658       | 1.184      | 0.12                                 | 2380.34                      |  |  |
|   | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                 | 1.50      | 0        | 1        | 0       | 0        | 0.61        | 2.11        | 3/4" - Cu | 19.95            | 22.97            | 22.90          | horizontal      | 0.00          | 0.000       | 0.073      | 0.12                                 | 2380.34                      |  |  |
|   | t1-t2  | 16            | 1.45                                 | 0.70      | 0        | 0        | 1       | 0        | 1.22        | 1.92        | 3/4" - Cu | 19.95            | 22.90            | 22.91          | ascendente      | 0.70          | 0.035       | 0.028      | 0.07                                 | 1619.04                      |  |  |
|   | t2-Te  | 5             | 0.45                                 | 3.1       | 0        | 6        | 1       | 0        | 3.68        | 6.73        | 1/2" - Cu | 13.84            | 22.91            | 22.86          | ascendente      | 0.50          | 0.025       | 0.070      | 0.03                                 | 729.31                       |  |  |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mb ar) |        |               |                                      |           |          |          |         |          |             |             |           |                  |                  |                | 0.719           | 1.355         | APROBADO    |            |                                      | 0.83                         |  |  |

**Tabla 67**

*Topología 2 - Cálculo de línea individual interior (23)*

| DEPARTAMENTO 702   |        |                |                                       |           |          |          |         |          |             |             |           |                  |                  |                |                 |                |            |           |                                      |   |           |
|--|--------|----------------|---------------------------------------|-----------|----------|----------|---------|----------|-------------|-------------|-----------|------------------|------------------|----------------|-----------------|----------------|------------|-----------|--------------------------------------|---|-----------|
| Artefacto  | Tramo  | Potencia (K.w) | Q <sub>(v)</sub> (m <sup>3</sup> /h.) | Lreal (m) | Codo 45° | Codo 90° | Tee 90° | Tee 180° | Lequiv. (m) | L total (m) | D nominal | D interior (mm.) | P inicial (mbar) | P final (mbar) | Flujo del tramo | L vertical (m) | Aph (mbar) | Ap (mbar) | Condiciones de validez "NTP 111.011" |   |           |
|  |        |                |                                       |           |          |          |         |          |             |             |           |                  |                  |                |                 |                |            |           | Q/D < 150                            | Reynolds < 2 <sup>o</sup> 10 <sup>6</sup> | V ≤ 40m/s |
| COCINA   | CM4-r1 | 25.5           | 2.31                                  | 32.14     | 0        | 9        | 0       | 0        | 5.49        | 37.63       | 3/4" - Cu | 19.95            | 23.50            | 23.00          | ascendente      | 15.87          | 0.800      | 1.299     | 0.12                                 | 2580.34                                   | 2.05      |
|  | r1-tl  | 25.5           | 2.31                                  | 1.50      | 0        | 1        | 0       | 0        | 0.61        | 2.11        | 3/4" - Cu | 19.95            | 23.00            | 22.93          | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.073     | 0.12                                 | 2580.34                                   | 2.04      |
|  | tl-Co  | 12             | 1.09                                  | 5.35      | 0        | 8        | 0       | 1        | 3.98        | 9.33        | 1/2" - Cu | 13.84            | 22.93            | 22.47          | ascendente      | 0.40           | 0.020      | 0.476     | 0.08                                 | 1750.35                                   | 2.00      |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |        |                |                                       |           |          |          |         |          |             |             |           |                  |                  |                |                 |                |            |           |                                      |   |           |
| TERMA  | CM4-r1 | 25.5           | 2.31                                  | 32.14     | 0        | 9        | 0       | 0        | 5.49        | 37.63       | 3/4" - Cu | 19.95            | 23.50            | 23.00          | ascendente      | 15.87          | 0.800      | 1.299     | 0.12                                 | 2580.34                                   | 2.05      |
|  | r1-tl  | 25.5           | 2.31                                  | 1.50      | 0        | 1        | 0       | 0        | 0.61        | 2.11        | 3/4" - Cu | 19.95            | 23.00            | 22.93          | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.073     | 0.12                                 | 2580.34                                   | 2.04      |
|  | tl-Co  | 16             | 1.45                                  | 0.70      | 0        | 0        | 1       | 0        | 1.22        | 1.92        | 3/4" - Cu | 19.95            | 22.93            | 22.94          | ascendente      | 0.70           | 0.035      | 0.028     | 0.07                                 | 1619.04                                   | 1.28      |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |        |                |                                       |           |          |          |         |          |             |             |           |                  |                  |                |                 |                |            |           |                                      |   |           |
| SFCADORA   | CM4-r1 | 25.5           | 2.31                                  | 32.14     | 0        | 9        | 0       | 0        | 5.49        | 37.63       | 3/4" - Cu | 19.95            | 23.50            | 23.00          | ascendente      | 15.87          | 0.800      | 1.299     | 0.12                                 | 2580.34                                   | 2.05      |
|  | r1-tl  | 25.5           | 2.31                                  | 1.50      | 0        | 1        | 0       | 0        | 0.61        | 2.11        | 3/4" - Cu | 19.95            | 23.00            | 22.93          | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.073     | 0.12                                 | 2580.34                                   | 2.04      |
|  | tl-Co  | 5              | 0.45                                  | 3.1       | 0        | 6        | 1       | 0        | 3.68        | 6.73        | 1/2" - Cu | 13.84            | 22.94            | 22.89          | ascendente      | 0.50           | 0.025      | 0.070     | 0.03                                 | 729.31                                    | 0.83      |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |        |                |                                       |           |          |          |         |          |             |             |           |                  |                  |                |                 |                |            |           |                                      |   |           |
| DEPARTAMENTO 802   |        |                |                                       |           |          |          |         |          |             |             |           |                  |                  |                |                 |                |            |           |                                      |   |           |
| COCINA   | CM4-r1 | 25.5           | 2.31                                  | 35.49     | 0        | 9        | 0       | 0        | 5.49        | 40.98       | 3/4" - Cu | 19.95            | 23.50            | 23.03          | ascendente      | 18.69          | 0.942      | 1.414     | 0.12                                 | 2580.34                                   | 2.05      |
|  | r1-tl  | 25.5           | 2.31                                  | 35.49     | 0        | 9        | 0       | 0        | 5.49        | 40.98       | 3/4" - Cu | 19.95            | 23.50            | 23.03          | ascendente      | 18.69          | 0.942      | 1.414     | 0.12                                 | 2580.34                                   | 2.05      |
|  | tl-Co  | 12             | 1.09                                  | 5.35      | 0        | 8        | 0       | 1        | 3.98        | 9.33        | 1/2" - Cu | 13.84            | 22.96            | 22.50          | ascendente      | 0.40           | 0.020      | 0.476     | 0.08                                 | 1750.35                                   | 2.00      |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |        |                |                                       |           |          |          |         |          |             |             |           |                  |                  |                |                 |                |            |           |                                      |   |           |
| TERMA  | CM4-r1 | 25.5           | 2.31                                  | 35.49     | 0        | 9        | 0       | 0        | 5.49        | 40.98       | 3/4" - Cu | 19.95            | 23.50            | 23.03          | ascendente      | 18.69          | 0.942      | 1.414     | 0.12                                 | 2580.34                                   | 2.05      |
|  | r1-tl  | 25.5           | 2.31                                  | 1.50      | 0        | 1        | 0       | 0        | 0.61        | 2.11        | 3/4" - Cu | 19.95            | 23.03            | 22.96          | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.073     | 0.12                                 | 2580.34                                   | 2.04      |
|  | tl-Co  | 11             | 1.00                                  | 2.8       | 0        | 6        | 0       | 1        | 3.98        | 5.86        | 1/2" - Cu | 13.84            | 22.96            | 22.73          | ascendente      | 0.40           | 0.020      | 0.255     | 0.07                                 | 1604.49                                   | 1.83      |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |        |                |                                       |           |          |          |         |          |             |             |           |                  |                  |                |                 |                |            |           |                                      |   |           |
| SFCADORA   | CM4-r1 | 25.5           | 2.31                                  | 35.49     | 0        | 9        | 0       | 0        | 5.49        | 40.98       | 3/4" - Cu | 19.95            | 23.50            | 23.03          | ascendente      | 18.69          | 0.942      | 1.414     | 0.12                                 | 2580.34                                   | 2.05      |
|  | r1-tl  | 25.5           | 2.31                                  | 1.50      | 0        | 1        | 0       | 0        | 0.61        | 2.11        | 3/4" - Cu | 19.95            | 23.03            | 22.96          | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.073     | 0.12                                 | 2580.34                                   | 2.04      |
|  | tl-Co  | 5              | 0.45                                  | 3.1       | 0        | 6        | 1       | 0        | 3.68        | 6.73        | 1/2" - Cu | 13.84            | 22.96            | 22.92          | ascendente      | 0.50           | 0.025      | 0.070     | 0.03                                 | 729.31                                    | 0.83      |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |        |                |                                       |           |          |          |         |          |             |             |           |                  |                  |                |                 |                |            |           |                                      |   |           |
| DEPARTAMENTO 902   |        |                |                                       |           |          |          |         |          |             |             |           |                  |                  |                |                 |                |            |           |                                      |   |           |
| COCINA   | CM4-r1 | 25.5           | 2.31                                  | 38.83     | 0        | 9        | 0       | 0        | 5.49        | 44.32       | 3/4" - Cu | 19.95            | 23.50            | 23.06          | ascendente      | 21.51          | 1.085      | 1.530     | 0.12                                 | 2580.34                                   | 2.05      |
|  | r1-tl  | 25.5           | 2.31                                  | 1.50      | 0        | 1        | 0       | 0        | 0.61        | 2.11        | 3/4" - Cu | 19.95            | 23.06            | 22.98          | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.073     | 0.12                                 | 2580.34                                   | 2.04      |
|  | tl-Co  | 12             | 1.09                                  | 5.35      | 0        | 8        | 0       | 1        | 3.98        | 9.33        | 1/2" - Cu | 13.84            | 22.98            | 22.53          | ascendente      | 0.40           | 0.020      | 0.476     | 0.08                                 | 1750.35                                   | 2.00      |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |        |                |                                       |           |          |          |         |          |             |             |           |                  |                  |                |                 |                |            |           |                                      |   |           |
| TERMA  | CM4-r1 | 25.5           | 2.31                                  | 38.83     | 0        | 9        | 0       | 0        | 5.49        | 44.32       | 3/4" - Cu | 19.95            | 23.50            | 23.06          | ascendente      | 21.51          | 1.085      | 1.530     | 0.12                                 | 2580.34                                   | 2.05      |
|  | r1-tl  | 25.5           | 2.31                                  | 1.50      | 0        | 1        | 0       | 0        | 0.61        | 2.11        | 3/4" - Cu | 19.95            | 23.06            | 22.98          | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.073     | 0.12                                 | 2580.34                                   | 2.04      |
|  | tl-Co  | 11             | 1.00                                  | 2.8       | 0        | 6        | 0       | 1        | 3.68        | 5.86        | 1/2" - Cu | 13.84            | 22.99            | 22.75          | ascendente      | 0.40           | 0.020      | 0.255     | 0.07                                 | 1604.49                                   | 1.83      |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |        |                |                                       |           |          |          |         |          |             |             |           |                  |                  |                |                 |                |            |           |                                      |   |           |
| SFCADORA   | CM4-r1 | 25.5           | 2.31                                  | 38.83     | 0        | 9        | 0       | 0        | 5.49        | 44.32       | 3/4" - Cu | 19.95            | 23.50            | 23.06          | ascendente      | 21.51          | 1.085      | 1.530     | 0.12                                 | 2580.34                                   | 2.05      |
|  | r1-tl  | 25.5           | 2.31                                  | 1.50      | 0        | 1        | 0       | 0        | 0.61        | 2.11        | 3/4" - Cu | 19.95            | 23.06            | 22.98          | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.073     | 0.12                                 | 2580.34                                   | 2.04      |
|  | tl-Co  | 5              | 0.45                                  | 3.1       | 0        | 6        | 1       | 0        | 3.68        | 6.73        | 1/2" - Cu | 13.84            | 22.99            | 22.94          | ascendente      | 0.50           | 0.025      | 0.070     | 0.03                                 | 729.31                                    | 0.83      |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |        |                |                                       |           |          |          |         |          |             |             |           |                  |                  |                |                 |                |            |           |                                      |   |           |

Tabla 68

Topología 2 - Cálculo de línea individual interior (24)

| DEPARTAMENTO 1002  |             | Potencia (Kw) | Q <sub>(10)</sub> (m <sup>3</sup> /h.) | Lreal (m) | Codo 45° | Codo 90° | Tee 90° | Tee 180° | Lequiv. (m) | L total (m) | D nominal (mm) | D interior (mm) | Pnical (mbar) | Pfinal (mbar) | Flujo del tramo | L vertical (m) | Aph (mbar) | Δp (mbar) | Condiciones de validez "NTP 111.011" |                              |           |                 |       |
|--|-------------|---------------|--|-----------|----------|----------|---------|----------|-------------|-------------|----------------|-----------------|---------------|---------------|-----------------|----------------|------------|-----------|--------------------------------------|------------------------------|-----------|-----------------|-------|
| A artefacto  |             | Tramo         | Q <sub>(10)</sub> (m <sup>3</sup> /h.) | Lreal (m) | Codo 45° | Codo 90° | Tee 90° | Tee 180° | Lequiv. (m) | L total (m) | D nominal (mm) | D interior (mm) | Pnical (mbar) | Pfinal (mbar) | Flujo del tramo | L vertical (m) | Aph (mbar) | Δp (mbar) | Q/D < 150                            | Reynolds < 2*10 <sup>6</sup> | V ≤ 40m/s | Pfinal ≥ 17mbar |       |
| COCINA   | A artefacto | CM4 - r1      | 25.5                                   | 2.31      | 41.86    | 0        | 9       | 0        | 0           | 5.49        | 47.35          | 3/4"-Cu         | 19.95         | 23.50         | 23.06           | ascendente     | 23.72      | 1.196     | 1.634                                | 0.12                         | 2580.34   | 2.05            | 22.53 |
|  |             | r1 - tl       | 25.5                                   | 2.31      | 1.50     | 0        | 1       | 0        | 0           | 0.61        | 2.11           | 3/4"-Cu         | 19.95         | 23.06         | 22.99           | horizontal     | 0.00       | 0.000     | 0.073                                | 0.12                         | 2580.34   | 2.04            |       |
|  |             | tl - Co       | 12                                     | 1.09      | 5.35     | 0        | 8       | 0        | 1           | 3.98        | 9.33           | 1/2"-Cu         | 13.84         | 22.99         | 22.53           | ascendente     | 0.40       | 1.216     | 2.183                                | 0.08                         | 1750.35   | 2.00            |       |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |             |               |  |           |          |          |         |          |             |             |                |                 |               |               |                 |                |            |           |                                      |                              |           |                 |       |
| TERMA  | A artefacto | CM4 - r1      | 25.5                                   | 2.31      | 41.86    | 0        | 9       | 0        | 0           | 5.49        | 47.35          | 3/4"-Cu         | 19.95         | 23.50         | 23.06           | ascendente     | 23.72      | 1.196     | 1.634                                | 0.12                         | 2580.34   | 2.05            | 22.76 |
|  |             | r1 - tl       | 25.5                                   | 2.31      | 1.50     | 0        | 1       | 0        | 0           | 0.61        | 2.11           | 3/4"-Cu         | 19.95         | 23.06         | 22.99           | horizontal     | 0.00       | 0.000     | 0.073                                | 0.12                         | 2580.34   | 2.04            |       |
|  |             | tl - t2       | 16                                     | 1.45      | 0.70     | 0        | 1       | 0        | 1           | 1.22        | 1.92           | 3/4"-Cu         | 19.95         | 22.99         | 23.00           | ascendente     | 0.70       | 0.035     | 0.028                                | 0.07                         | 1619.04   | 1.28            |       |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |             |               |  |           |          |          |         |          |             |             |                |                 |               |               |                 |                |            |           |                                      |                              |           |                 |       |
| SECADORA   | A artefacto | CM4 - r1      | 25.5                                   | 2.31      | 41.86    | 0        | 9       | 0        | 0           | 5.49        | 47.35          | 3/4"-Cu         | 19.95         | 23.50         | 23.06           | ascendente     | 23.72      | 1.196     | 1.634                                | 0.12                         | 2580.34   | 2.05            | 22.95 |
|  |             | r1 - tl       | 25.5                                   | 2.31      | 1.50     | 0        | 1       | 0        | 0           | 0.61        | 2.11           | 3/4"-Cu         | 19.95         | 23.06         | 22.99           | horizontal     | 0.00       | 0.000     | 0.073                                | 0.12                         | 2580.34   | 2.04            |       |
|  |             | tl - t2       | 16                                     | 1.45      | 0.70     | 0        | 1       | 0        | 1           | 1.22        | 1.92           | 3/4"-Cu         | 19.95         | 22.99         | 23.00           | ascendente     | 0.70       | 0.035     | 0.028                                | 0.07                         | 1619.04   | 1.28            |       |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |             |               |  |           |          |          |         |          |             |             |                |                 |               |               |                 |                |            |           |                                      |                              |           |                 |       |
| A PROBADO  |             |               |  |           |          |          |         |          |             |             |                |                 |               |               |                 |                |            |           |                                      |                              |           |                 |       |
| DEPARTAMENTO 1102  |             |               |  |           |          |          |         |          |             |             |                |                 |               |               |                 |                |            |           |                                      |                              |           |                 |       |
| COCINA   | A artefacto | CM4 - r1      | 25.5                                   | 2.31      | 45.20    | 0        | 9       | 0        | 0           | 5.49        | 50.69          | 3/4"-Cu         | 19.95         | 23.50         | 23.09           | ascendente     | 26.54      | 1.338     | 1.749                                | 0.12                         | 2580.34   | 2.05            | 22.56 |
|  |             | r1 - tl       | 25.5                                   | 2.31      | 1.50     | 0        | 1       | 0        | 0           | 0.61        | 2.11           | 3/4"-Cu         | 19.95         | 23.09         | 23.02           | horizontal     | 0.00       | 0.000     | 0.073                                | 0.12                         | 2580.34   | 2.04            |       |
|  |             | tl - t2       | 16                                     | 1.45      | 0.70     | 0        | 1       | 0        | 1           | 1.22        | 1.92           | 3/4"-Cu         | 19.95         | 23.02         | 23.02           | ascendente     | 0.70       | 0.035     | 0.028                                | 0.07                         | 1619.04   | 1.28            |       |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |             |               |  |           |          |          |         |          |             |             |                |                 |               |               |                 |                |            |           |                                      |                              |           |                 |       |
| TERMA  | A artefacto | CM4 - r1      | 25.5                                   | 2.31      | 45.20    | 0        | 9       | 0        | 0           | 5.49        | 50.69          | 3/4"-Cu         | 19.95         | 23.50         | 23.09           | ascendente     | 26.54      | 1.338     | 1.749                                | 0.12                         | 2580.34   | 2.05            | 22.79 |
|  |             | r1 - tl       | 25.5                                   | 2.31      | 1.50     | 0        | 1       | 0        | 0           | 0.61        | 2.11           | 3/4"-Cu         | 19.95         | 23.09         | 23.02           | horizontal     | 0.00       | 0.000     | 0.073                                | 0.12                         | 2580.34   | 2.04            |       |
|  |             | tl - t2       | 16                                     | 1.45      | 0.70     | 0        | 1       | 0        | 1           | 1.22        | 1.92           | 3/4"-Cu         | 19.95         | 23.02         | 23.02           | ascendente     | 0.70       | 0.035     | 0.028                                | 0.07                         | 1619.04   | 1.28            |       |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |             |               |  |           |          |          |         |          |             |             |                |                 |               |               |                 |                |            |           |                                      |                              |           |                 |       |
| SECADORA   | A artefacto | CM4 - r1      | 25.5                                   | 2.31      | 45.20    | 0        | 9       | 0        | 0           | 5.49        | 50.69          | 3/4"-Cu         | 19.95         | 23.50         | 23.09           | ascendente     | 26.54      | 1.338     | 1.749                                | 0.12                         | 2580.34   | 2.05            | 22.98 |
|  |             | r1 - tl       | 25.5                                   | 2.31      | 1.50     | 0        | 1       | 0        | 0           | 0.61        | 2.11           | 3/4"-Cu         | 19.95         | 23.09         | 23.02           | horizontal     | 0.00       | 0.000     | 0.073                                | 0.12                         | 2580.34   | 2.04            |       |
|  |             | tl - t2       | 16                                     | 1.45      | 0.70     | 0        | 1       | 0        | 1           | 1.22        | 1.92           | 3/4"-Cu         | 19.95         | 23.02         | 23.02           | ascendente     | 0.70       | 0.035     | 0.028                                | 0.07                         | 1619.04   | 1.28            |       |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |             |               |  |           |          |          |         |          |             |             |                |                 |               |               |                 |                |            |           |                                      |                              |           |                 |       |
| A PROBADO  |             |               |  |           |          |          |         |          |             |             |                |                 |               |               |                 |                |            |           |                                      |                              |           |                 |       |
| DEPARTAMENTO 1202  |             |               |  |           |          |          |         |          |             |             |                |                 |               |               |                 |                |            |           |                                      |                              |           |                 |       |
| COCINA   | A artefacto | CM4 - r1      | 25.5                                   | 2.31      | 48.54    | 0        | 9       | 0        | 0           | 5.49        | 54.03          | 3/4"-Cu         | 19.95         | 23.50         | 23.12           | ascendente     | 29.36      | 1.481     | 1.865                                | 0.12                         | 2580.34   | 2.05            | 22.59 |
|  |             | r1 - tl       | 25.5                                   | 2.31      | 1.50     | 0        | 1       | 0        | 0           | 0.61        | 2.11           | 3/4"-Cu         | 19.95         | 23.12         | 23.04           | horizontal     | 0.00       | 0.000     | 0.073                                | 0.12                         | 2580.34   | 2.04            |       |
|  |             | tl - t2       | 16                                     | 1.45      | 0.70     | 0        | 1       | 0        | 1           | 1.22        | 1.92           | 3/4"-Cu         | 19.95         | 23.04         | 23.05           | ascendente     | 0.70       | 0.035     | 0.028                                | 0.07                         | 1619.04   | 1.28            |       |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |             |               |  |           |          |          |         |          |             |             |                |                 |               |               |                 |                |            |           |                                      |                              |           |                 |       |
| TERMA  | A artefacto | CM4 - r1      | 25.5                                   | 2.31      | 48.54    | 0        | 9       | 0        | 0           | 5.49        | 54.03          | 3/4"-Cu         | 19.95         | 23.50         | 23.12           | ascendente     | 29.36      | 1.481     | 1.865                                | 0.12                         | 2580.34   | 2.05            | 22.82 |
|  |             | r1 - tl       | 25.5                                   | 2.31      | 1.50     | 0        | 1       | 0        | 0           | 0.61        | 2.11           | 3/4"-Cu         | 19.95         | 23.12         | 23.04           | horizontal     | 0.00       | 0.000     | 0.073                                | 0.12                         | 2580.34   | 2.04            |       |
|  |             | tl - t2       | 16                                     | 1.45      | 0.70     | 0        | 1       | 0        | 1           | 1.22        | 1.92           | 3/4"-Cu         | 19.95         | 23.04         | 23.05           | ascendente     | 0.70       | 0.035     | 0.028                                | 0.07                         | 1619.04   | 1.28            |       |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |             |               |  |           |          |          |         |          |             |             |                |                 |               |               |                 |                |            |           |                                      |                              |           |                 |       |
| SECADORA   | A artefacto | CM4 - r1      | 25.5                                   | 2.31      | 48.54    | 0        | 9       | 0        | 0           | 5.49        | 54.03          | 3/4"-Cu         | 19.95         | 23.50         | 23.12           | ascendente     | 29.36      | 1.481     | 1.865                                | 0.12                         | 2580.34   | 2.05            | 23.01 |
|  |             | r1 - tl       | 25.5                                   | 2.31      | 1.50     | 0        | 1       | 0        | 0           | 0.61        | 2.11           | 3/4"-Cu         | 19.95         | 23.12         | 23.04           | horizontal     | 0.00       | 0.000     | 0.073                                | 0.12                         | 2580.34   | 2.04            |       |
|  |             | tl - t2       | 16                                     | 1.45      | 0.70     | 0        | 1       | 0        | 1           | 1.22        | 1.92           | 3/4"-Cu         | 19.95         | 23.04         | 23.05           | ascendente     | 0.70       | 0.035     | 0.028                                | 0.07                         | 1619.04   | 1.28            |       |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |             |               |  |           |          |          |         |          |             |             |                |                 |               |               |                 |                |            |           |                                      |                              |           |                 |       |
| A PROBADO  |             |               |  |           |          |          |         |          |             |             |                |                 |               |               |                 |                |            |           |                                      |                              |           |                 |       |

**Tabla 69**

*Topología 2 - Cálculo de línea individual interior (25)*

| Artefacto | Tramo  | Potencia (Kw) | Q <sub>(st)</sub> (m <sup>3</sup> /h) | L <sub>real</sub> (m) | Codo 45° | Codo 90° | Tee 90° | Tee 180° | Lequiv. (m) | L total (m) | D nominal | D interior (mm.) | P inicial (mbar) | P final (mbar) | Flujo del tramo | L vertical (m) | Aph (mbar) | Δp (mbar) | Condiciones de validez "NTP 111.011" |                              |           |
|-----------|--------|---------------|---------------------------------------|-----------------------|----------|----------|---------|----------|-------------|-------------|-----------|------------------|------------------|----------------|-----------------|----------------|------------|-----------|--------------------------------------|------------------------------|-----------|
|           |        |               |                                       |                       |          |          |         |          |             |             |           |                  |                  |                |                 |                |            |           | QD < 150                             | Reynolds < 2*10 <sup>5</sup> | V ≤ 40m/s |
| COCINA    | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                                  | 51.95                 | 0        | 9        | 0       | 0        | 5.49        | 57.44       | 3/4"-Cu   | 19.95            | 23.50            | 23.14          | ascendente      | 32.18          | 1.623      | 1.982     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05      |
|           | r1-tl  | 25.5          | 2.31                                  | 1.50                  | 0        | 1        | 0       | 0        | 0.61        | 2.11        | 3/4"-Cu   | 19.95            | 23.14            | 23.07          | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.073     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |
|           | tl-t2  | 16            | 1.45                                  | 0.70                  | 0        | 1        | 0       | 0        | 1.22        | 1.92        | 3/4"-Cu   | 19.95            | 23.07            | 23.07          | ascendente      | 0.70           | 0.035      | 0.028     | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.28      |
| TERMA     | t2-Te  | 11            | 1.00                                  | 2.8                   | 0        | 6        | 0       | 1        | 3.06        | 5.86        | 1/2"-Cu   | 13.84            | 23.07            | 22.84          | ascendente      | 0.40           | 0.020      | 0.255     | 0.07                                 | 1604.49                      | 1.83      |
|           | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                                  | 51.95                 | 0        | 9        | 0       | 0        | 5.49        | 57.44       | 3/4"-Cu   | 19.95            | 23.50            | 23.14          | ascendente      | 32.18          | 1.623      | 1.982     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05      |
|           | r1-tl  | 25.5          | 2.31                                  | 1.50                  | 0        | 1        | 0       | 0        | 0.61        | 2.11        | 3/4"-Cu   | 19.95            | 23.14            | 23.07          | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.073     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |
| SECADORA  | tl-t2  | 16            | 1.45                                  | 0.70                  | 0        | 1        | 0       | 0        | 1.22        | 1.92        | 3/4"-Cu   | 19.95            | 23.07            | 23.07          | ascendente      | 0.70           | 0.035      | 0.028     | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.28      |
|           | t2-Se  | 5             | 0.45                                  | 3.1                   | 0        | 6        | 1       | 0        | 3.68        | 6.73        | 1/2"-Cu   | 13.84            | 23.07            | 23.03          | ascendente      | 0.50           | 0.025      | 0.070     | 0.03                                 | 729.31                       | 0.83      |
|           | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                                  | 51.95                 | 0        | 9        | 0       | 0        | 5.49        | 57.44       | 3/4"-Cu   | 19.95            | 23.50            | 23.14          | ascendente      | 32.18          | 1.623      | 1.982     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05      |
| COCINA    | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                                  | 56.72                 | 0        | 9        | 0       | 0        | 5.49        | 62.21       | 3/4"-Cu   | 19.95            | 23.50            | 23.12          | ascendente      | 35.03          | 1.766      | 2.147     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05      |
|           | r1-tl  | 25.5          | 2.31                                  | 1.50                  | 0        | 1        | 0       | 0        | 0.61        | 2.11        | 3/4"-Cu   | 19.95            | 23.12            | 23.05          | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.073     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |
|           | tl-t2  | 16            | 1.45                                  | 0.70                  | 0        | 1        | 0       | 0        | 1.22        | 1.92        | 3/4"-Cu   | 19.95            | 23.05            | 23.05          | ascendente      | 0.70           | 0.035      | 0.028     | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.28      |
| TERMA     | t2-Te  | 11            | 1.00                                  | 2.8                   | 0        | 6        | 0       | 1        | 3.06        | 5.86        | 1/2"-Cu   | 13.84            | 23.05            | 22.82          | ascendente      | 0.40           | 0.020      | 0.255     | 0.07                                 | 1604.49                      | 1.83      |
|           | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                                  | 56.72                 | 0        | 9        | 0       | 0        | 5.49        | 62.21       | 3/4"-Cu   | 19.95            | 23.50            | 23.12          | ascendente      | 35.03          | 1.766      | 2.147     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05      |
|           | r1-tl  | 25.5          | 2.31                                  | 1.50                  | 0        | 1        | 0       | 0        | 0.61        | 2.11        | 3/4"-Cu   | 19.95            | 23.12            | 23.05          | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.073     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |
| SECADORA  | tl-t2  | 16            | 1.45                                  | 0.70                  | 0        | 1        | 0       | 0        | 1.22        | 1.92        | 3/4"-Cu   | 19.95            | 23.05            | 23.05          | ascendente      | 0.70           | 0.035      | 0.028     | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.28      |
|           | t2-Se  | 5             | 0.45                                  | 3.1                   | 0        | 6        | 1       | 0        | 3.68        | 6.73        | 1/2"-Cu   | 13.84            | 23.05            | 23.01          | ascendente      | 0.50           | 0.025      | 0.070     | 0.03                                 | 729.31                       | 0.83      |
|           | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                                  | 56.72                 | 0        | 9        | 0       | 0        | 5.49        | 62.21       | 3/4"-Cu   | 19.95            | 23.50            | 23.12          | ascendente      | 35.03          | 1.766      | 2.147     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05      |



### 3.2.2.6. Cálculos de los Costos Directos

Para el análisis del cálculo de los costos directos se han medido los materiales, accesorios y equipos utilizados en la instalación del sistema de tuberías de cobre para gas natural, y se ha dividido en dos subcálculos: línea montante y línea individual interior.

#### 3.2.2.6.1. Línea Montante o Común

En la **Tabla 70** se presentan los costos directos de los materiales, accesorios y equipos para la línea montante de la Topología 2: CRM distribuido en primer piso.

**Tabla 70**

*Costos Directo de montante para la Topología 2*

| Ítem | Descripción  | Unidad | Cantidad | Costo unitario (S/)     | Costo total (S/)    |
|------|--|--------|----------|-------------------------|---------------------|
| 1.1  | Gabinete para regulación de 1ªetapa - S22  | pza(s) | 2        | 90.00                   | S/ 180.00           |
| 1.2  | Gabinete doble para medición y regulación de 2ªetapa - CMx2                      | pza(s) | 6        | 190.00                  | S/ 1,140.00         |
| 1.3  | Gabinete triple para medición y regulación de 2ªetapa - CMx3                     | pza(s) | 6        | 220.00                  | S/ 1,320.00         |
| 1.4  | Gabinete cuádruple para medición y regulación de 2ªetapa - CMx4                  | pza(s) | 9        | 320.00                  | S/ 2,880.00         |
| 1.5  | Regulador GN de 2ªetapa de 6.0m3 (B6), 180°, Pe: 340mbar y Ps: 25mbar, ±20%      | unid.  | 9        | 300.00                  | S/ 2,700.00         |
| 1.6  | Regulador GN de 2ªetapa de 10m3 (B10), 180°, Pe: 340mbar y Ps: 25mbar, ±20%      | unid.  | 6        | 450.00                  | S/ 2,700.00         |
| 1.7  | Regulador GN de 1ªetapa de 50m3 (B50), 180°, Pe: 4bar y Ps: 340mbar, ±20%        | unid.  | 2        | 750.00                  | S/ 1,500.00         |
| 1.8  | Válvula Meter 1" macho - Bronce  | unid.  | 2        | 100.00                  | S/ 200.00           |
| 1.9  | Válvula de servicio 3/4" de bronce - Tipo bola con manija tipo palanca           | unid.  | 81       | 45.00                   | S/ 3,645.00         |
| 1.10 | Válvula de servicio 1" de bronce - Tipo bola con manija tipo palanca             | unid.  | 2        | 60.00                   | S/ 120.00           |
| 1.11 | Válvula de cierre general 1" de bronce - Tipo bola con manija tipo palanca       | unid.  | 2        | 80.00                   | S/ 160.00           |
| 1.12 | Tapaválvula para válvula de cierre general 300x300x150mm, metálico.              | (s)    | 2        | 18.00                   | S/ 36.00            |
| 1.13 | Tubería de cobre rígido sin costura, NTP 342.042 o ASTM B88 de Ø3/4" - Tipo "L"  | mts.   | 15.00    | 40.83                   | S/ 612.45           |
| 1.14 | Tubería de cobre rígido sin costura, NTP 342.042 o ASTM B88 de Ø1" - Tipo "L"    | mts.   | 17.00    | 63.33                   | S/ 1,076.61         |
| 1.15 | Tubería de PVC Ø1", NTP 399.006 (clase ligera) para camisa de tubería de Ø3/4"   | mts.   | 15.00    | 2.00                    | S/ 30.00            |
| 1.16 | Tubería de PVC Ø1.1/4", NTP 399.006 (clase ligera) para camisa de tubería de Ø1" | mts.   | 17.00    | 2.50                    | S/ 42.50            |
| 1.17 | Codo de cobre Ø3/4" x 90°, NTP 342.522 o ASME B16.22, Tipo "L"                   | unid.  | 10       | 3.50                    | S/ 35.00            |
| 1.18 | Codo de cobre Ø1" x 90°, NTP 342.522 o ASME B16.22, Tipo "L"                     | unid.  | 10       | 8.16                    | S/ 81.60            |
| 1.19 | Tee de cobre Ø1", NTP 342.522 o ASME B16.22, Tipo "L"                            | unid.  | 14       | 13.37                   | S/ 187.18           |
| 1.20 | Reducción Ø1" x Ø3/4" de cobre   | unid.  | 15       | 5.85                    | S/ 87.75            |
| 1.21 | Adaptador macho de bronce Ø3/4"  | unid.  | 15       | 4.76                    | S/ 71.40            |
| 1.22 | Adaptador macho de bronce Ø1"  | unid.  | 4        | 8.65                    | S/ 34.60            |
| 1.23 | Unión universal 1" de bronce - macho   | unid.  | 4        | 30.07                   | S/ 120.28           |
| 1.24 | Tapón soldable 3/4" de cobre   | unid.  | 15       | 1.50                    | S/ 22.50            |
|      |  |        |          | <b>Costo sub total:</b> | <b>S/ 18,982.87</b> |

### 3.2.2.6.2. Línea Individual Interior

Para el cálculo de los costos directos, su procedimiento de metrado sigue los mismos pasos que fueron desarrollados a detalle en la Topología 1, es por ello que se elaboró un cuadro resumen de cálculo usando el programa Microsoft Excel.

A continuación, se presentan todos los cálculos resumidos en la **Figura 69**, se presenta los costos directos totales calculados, estos incluyen los costos directos de la línea montante y los costos directos de las líneas individuales de los departamentos del edificio multifamiliar para la Topología 2: CRM distribuido en primer piso.

**Figura 69**

*Resumen de precios de línea montante y línea individual interior para la topología 2*

|  |             |                      |               |
|--|-------------|----------------------|---------------|
| 1.0 LINEA MONTANTE   |             | Costo total:         | S/ 18,982.87  |
| 2.0 DEPARTAMENTOS SIMPLES:   | 66 unidades |                      |               |
| Montante 1 (202, 302, 403, 503, 603, 703, 803, 903, 1003, 1103, 1203, 1303, 1403)      | 13 unidades | Costo sub total:     | S/ 37,009.24  |
| Montante 2 (102, 203, 303, 404, 504, 604, 704, 804, 904, 1004, 1104, 1204, 1304, 1404) | 14 unidades | Costo sub total:     | S/ 51,998.01  |
| Montante 3 (103, 204, 304, 405, 505, 605, 705, 805, 905, 1005, 1105, 1205, 1305, 1405) | 14 unidades | Costo sub total:     | S/ 46,007.98  |
| Montante 4 (101, 401, 501, 601, 701, 801, 901, 1001, 1101, 1201, 1301, 1401)           | 12 unidades | Costo sub total:     | S/ 33,420.97  |
| Montante 5 (201, 301, 402, 502, 602, 702, 802, 902, 1002, 1102, 1202, 1302, 1402)      | 13 unidades | Costo sub total:     | S/ 33,153.74  |
|  |             | Costo sub total:     | S/ 201,589.94 |
|  |             | Costo total sin IGV: | S/ 220,572.81 |
|  |             | IGV (18%):           | S/ 39,703.11  |
|  |             | Costo total con IGV: | S/ 260,275.92 |

### 3.2.2.7. Validación del proyecto de inversión

La validación del proyecto de inversión en esta tesis está orientada al análisis de los valores obtenidos del cálculo del Valor Actual Neto “VAN” y la Tasa Interna de retorno “TIR”, ya que estas son dos herramientas financieras que nos permiten determinar si un proyecto tendrá rentabilidad o no, o si un proyecto es viable o no.

Para la Topología 2 se tiene una inversión inicial de S/ 50,000.00 que se irá renovando bimestralmente con S/ 42,200.00 durante un periodo de 10 meses, con una tasa del 10% y esperando un retorno mensual de S/ 25,000.00.

### 3.2.2.7.1. Cálculo de VAN

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{Fn_t}{(1+k)^t}$$

Donde:

$I_0$  = Es la inversión inicial

$k$  = Es la tasa de descuento

$Fn_t$  = Flujo neto de efectivo

$t$  = Es el número de periodos de tiempos

Para la Topología 2:

$$VAN = -I_0 + \frac{Fn_1}{(1+k)^1} + \frac{Fn_2}{(1+k)^2} + \frac{Fn_3}{(1+k)^3} + \frac{Fn_4}{(1+k)^4} + \dots + \frac{Fn_{10}}{(1+k)^{10}}$$

Reemplazamos:

$$VAN = -50000 + \frac{25000}{(1+0.1)^1} + \frac{-17200}{(1+0.1)^2} + \frac{25000}{(1+0.1)^3} + \frac{-17200}{(1+0.1)^4} + \frac{25000}{(1+0.1)^5} + \frac{-17200}{(1+0.1)^6} + \frac{25000}{(1+0.1)^7} + \frac{-17200}{(1+0.1)^8} + \frac{25000}{(1+0.1)^9} + \frac{-17200}{(1+0.1)^{10}}$$

$$\therefore VAN = -5/19,862.36$$

$\therefore VAN < 0$  (El proyecto es debería rechazarse)

### 3.2.2.7.2. Cálculo de TIR

$$VAN = 0$$

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{Fn_t}{(1+TIR)^t} = 0$$

Donde:

$VAN$  = Valor actual neto

$I_0$  = Es la inversión inicial

$Fn_t$  = Flujo neto de efectivo

$t$  = Es el número de periodos de tiempos

Para la Topología 2:

$$VAN = -I_0 + \frac{17 Fn_1}{(1 + TIR)^1} + \frac{Fn_2}{(1 + TIR)^2} + \frac{Fn_3}{(1 + TIR)^3} + \frac{Fn_4}{(1 + TIR)^4} + \dots + \frac{Fn_{10}}{(1 + TIR)^{10}}$$

Reemplazamos:

$$0 = -50000 + \frac{2170}{(1 + TIR)^1} + \frac{-17200}{(1 + TIR)^2} + \frac{25000}{(1 + TIR)^3} + \frac{-17200}{(1 + TIR)^4} + \frac{25000}{(1 + TIR)^5} + \frac{-17200}{(1 + TIR)^6} + \frac{25000}{(1 + TIR)^7} + \frac{-17200}{(1 + TIR)^8} + \frac{25000}{(1 + TIR)^9} + \frac{-17200}{(1 + TIR)^{10}}$$

$$\therefore TIR = -9\%$$

$$\therefore TIR < 0 \wedge TIR < Tasa (k) \quad (\text{El proyecto debería rechazarse})$$

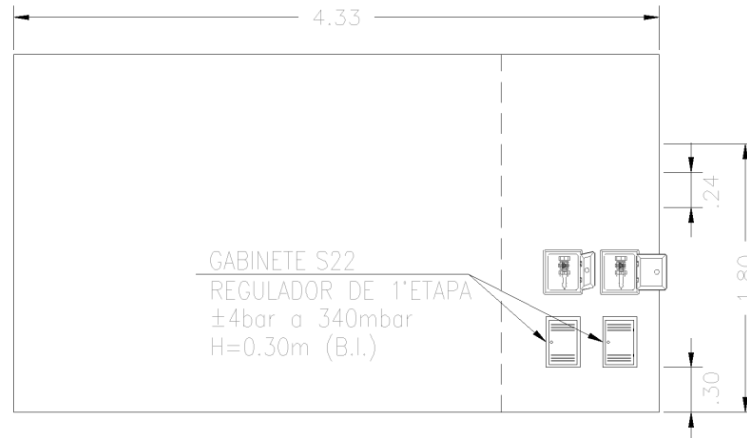
### ***3.2.3. Topología 3: CRM centralizado en techo***

### 3.2.3.1. Ubicación de Gabinetes de 1° y 2° Etapa

La **Figura 70** muestra la ubicación del centro de regulación de primera etapa.

**Figura 70**

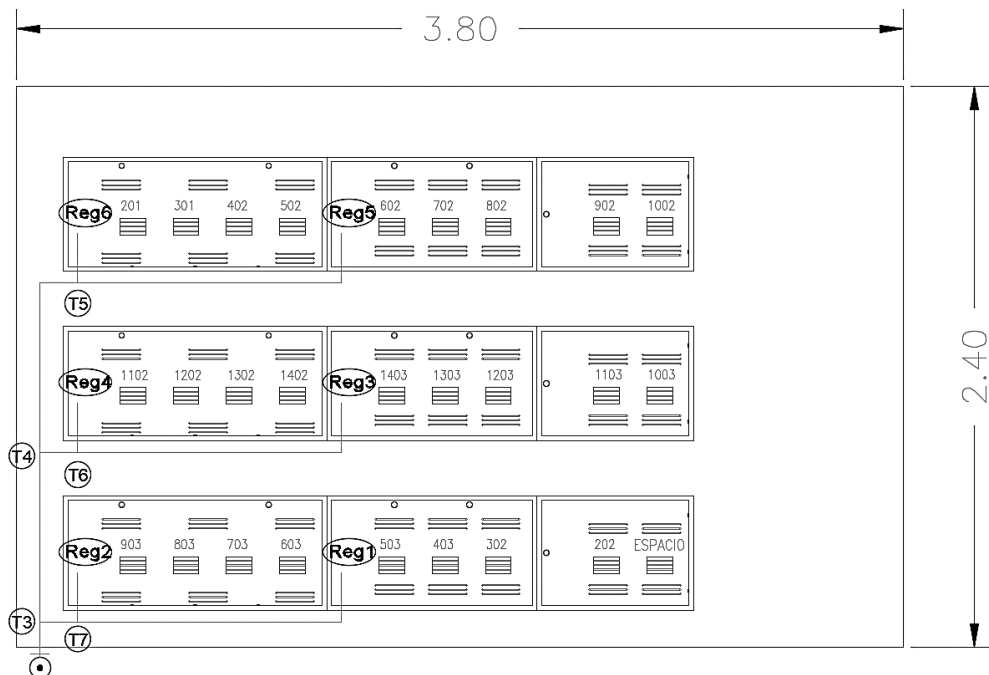
*Ubicación del centro de regulación de primera etapa - S22*



La **Figura 71** muestra la distribución de los CRM centralizados en techo.

**Figura 71**

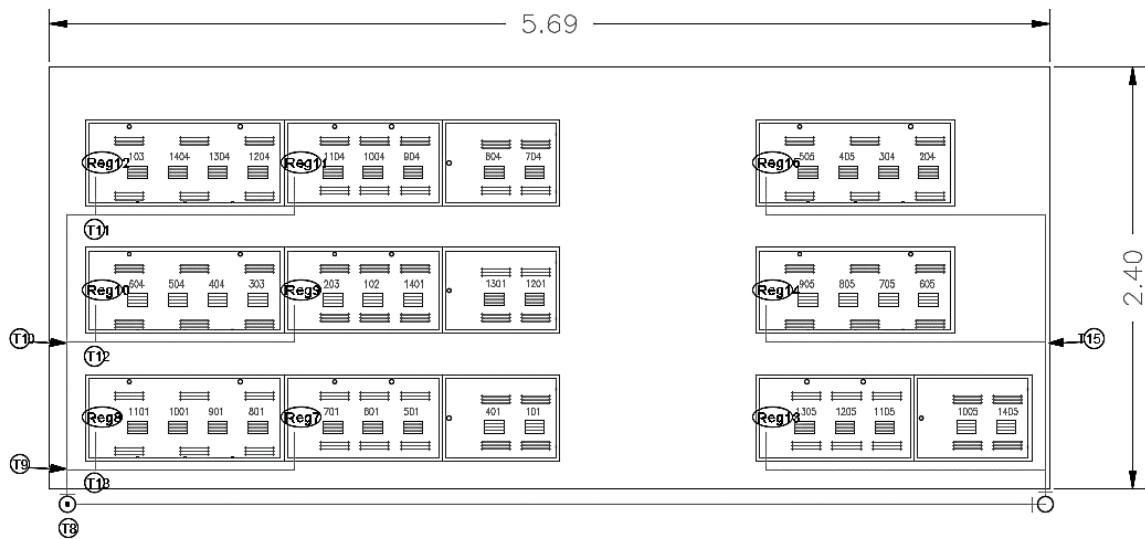
*Distribución de los centros de regulación y medición de segunda etapa centralizados en techo – Banco de medidor 1*



La **Figura 72** muestra la distribución de los CRM centralizados en techo.

**Figura 72**

*Distribución de los centros de regulación y medición de segunda etapa centralizados en techo – Banco de medidor 2*



El diseño de la “Topología 3: CRM centralizado en techo” consiste en suministrar gas natural seco por medio de una línea montante, de material de cobre, la cual inicia su recorrido a la salida del regulador de primera etapa (S22), ubicado en la pared lado derecho del ingreso vehicular, hasta los CRM de segunda etapa los cuales están ubicados en el techo.

La línea montante saldrá del regulador de primera etapa empotrado en pared, luego bajará en dirección al sótano y continuará su recorrido suspendido en el techo, atravesando el estacionamiento hasta llegar al estacionamiento del vehículo 10 para luego subir al jardín del primer nivel, siendo protegido por una falsa pared en este nivel, continuando su recorrido verticalmente hasta llegar a planta techo y mediante una bifurcación se alimentarán a los bancos de medidores 1 y 2.

1 De los centros de regulación y medición de segunda etapa se distribuirán las líneas individuales interiores, de material de cobre, para satisfacer la carga térmica de los departamentos. Las líneas individuales empiezan empotradas en pared, continuando su recorrido adosado en el techo hasta llegar a los patios de ventilación para posteriormente descender verticalmente y alimentar cada departamento, hasta llegar a los gasodomésticos, estos se interconectarán a través de conectores flexibles.

### 3.2.3.2. Cálculo del Sistema de Ventilación

#### 3.2.3.2.1. Determinación de los ambientes interiores confinados en los departamentos

Para el cálculo de los ambientes confinados, su procedimiento sigue los mismos pasos que fueron desarrollados a detalle en la Topología 1, es por ello que se elaboró un cuadro resumen de cálculo usando el programa Microsoft Excel. A continuación, se presentan todos los cálculos resumidos. Véase **Figura 73**.

**Figura 73**

*Resumen de cálculos de ambientes confinado y no confinado*

| Piso                 | Ambiente                   | Potencia Artefactos (kW) | Area del Recinto (m <sup>2</sup> ) | Altura del Recinto (m) | Volumen del recinto (m <sup>3</sup> /kw) | Factor por muebles en recinto | Volumen de aire real del recinto (m <sup>3</sup> /kw) | volumen de aire mínimo (m <sup>3</sup> /kw) | Conclusión   |
|----------------------|----------------------------|--------------------------|------------------------------------|------------------------|--|-------------------------------|---|---|--------------|
| <b>1°PISO</b>        |                            |                          |                                    |                        |  |                               |   |   |              |
| DPTO.101             | Kitchenette, sala, comedor | 12                       | 29.50                              | 2.60                   | 6.39                                     | 0.8                           | 5.11  | 4.8   | No Confinado |
|                      | Lavandería                 | 16                       | 1.10                               | 2.6                    | 0.18                                     | 0.8                           | 0.14  | 4.8   | Confinado    |
| DPTO.102             | Kitchenette, sala, comedor | 12                       | 30.25                              | 2.60                   | 6.55                                     | 0.8                           | 5.24  | 4.8   | No Confinado |
|                      | Lavandería                 | 16                       | 1.10                               | 2.6                    | 0.18                                     | 0.8                           | 0.14  | 4.8   | Confinado    |
| DPTO.103             | Kitchenette, sala, comedor | 12                       | 35.20                              | 2.60                   | 7.63                                     | 0.8                           | 6.10  | 4.8   | No Confinado |
|                      | Lavandería                 | 16                       | 1.85                               | 2.6                    | 0.30                                     | 0.8                           | 0.24  | 4.8   | Confinado    |
| <b>2° Y 3°PISO</b>   |                            |                          |                                    |                        |  |                               |   |   |              |
| DPTO.X01             | Kitchenette, sala, comedor | 12                       | 62.35                              | 2.60                   | 13.51                                    | 0.8                           | 10.81   | 4.8   | No Confinado |
|                      | Lavandería                 | 16                       | 3.57                               | 2.6                    | 0.58                                     | 0.8                           | 0.46  | 4.8   | Confinado    |
| DPTO.X02             | Kitchenette, sala, comedor | 12                       | 26.50                              | 2.60                   | 5.74                                     | 0.8                           | 4.59  | 4.8   | Confinado    |
|                      | Lavandería                 | 16                       | 1.10                               | 2.6                    | 0.18                                     | 0.8                           | 0.14  | 4.8   | Confinado    |
| DPTO.X03             | Kitchenette, sala, comedor | 12                       | 30.30                              | 2.60                   | 6.57                                     | 0.8                           | 5.25  | 4.8   | No Confinado |
|                      | Lavandería                 | 16                       | 1.10                               | 2.6                    | 0.18                                     | 0.8                           | 0.14  | 4.8   | Confinado    |
| DPTO.X04             | Kitchenette, sala, comedor | 12                       | 35.20                              | 2.60                   | 7.63                                     | 0.8                           | 6.10  | 4.8   | No Confinado |
|                      | Lavandería                 | 16                       | 1.80                               | 2.6                    | 0.29                                     | 0.8                           | 0.23  | 4.8   | Confinado    |
| <b>4° AL 14°PISO</b> |                            |                          |                                    |                        |  |                               |   |   |              |
| DPTO.X01             | Kitchenette, sala, comedor | 12                       | 29.20                              | 2.60                   | 6.33                                     | 0.8                           | 5.06  | 4.8   | No Confinado |
|                      | Lavandería                 | 16                       | 1.10                               | 2.6                    | 0.18                                     | 0.8                           | 0.14  | 4.8   | Confinado    |
| DPTO.X02             | Kitchenette, sala, comedor | 12                       | 29.30                              | 2.60                   | 6.35                                     | 0.8                           | 5.08  | 4.8   | No Confinado |
|                      | Lavandería                 | 16                       | 1.10                               | 2.6                    | 0.18                                     | 0.8                           | 0.14  | 4.8   | Confinado    |
| DPTO.X03             | Kitchenette, sala, comedor | 12                       | 26.50                              | 2.60                   | 5.74                                     | 0.8                           | 4.59  | 4.8   | Confinado    |
|                      | Lavandería                 | 16                       | 1.10                               | 2.6                    | 0.18                                     | 0.8                           | 0.14  | 4.8   | Confinado    |
| DPTO.X04             | Kitchenette, sala, comedor | 12                       | 30.30                              | 2.60                   | 6.57                                     | 0.8                           | 5.25  | 4.8   | No Confinado |
|                      | Lavandería                 | 16                       | 1.10                               | 2.6                    | 0.18                                     | 0.8                           | 0.14  | 4.8   | Confinado    |
| DPTO.X05             | Kitchenette, sala, comedor | 12                       | 35.50                              | 2.60                   | 7.69                                     | 0.8                           | 6.15  | 4.8   | No Confinado |
|                      | Lavandería                 | 16                       | 1.80                               | 2.6                    | 0.29                                     | 0.8                           | 0.23  | 4.8   | Confinado    |



### 3.2.3.2.2. Cálculo y selección de rejillas de ventilación permanente en los

#### departamentos

Para el cálculo de las rejillas de ventilación, su procedimiento sigue los mismos pasos que fueron desarrollados a detalle en la Topología 1, es por ello que se elaboró un cuadro resumen de cálculo usando el programa Microsoft Excel. A continuación, se presentan todos los cálculos resumidos. Véase **Figura 74**.

**Figura 74**

#### Resumen de cálculo de rejillas

| Piso                 | Ambiente                               | Tipo de Ventilacion | Potencia Artefactos (kW) | Factor de ventilacion (cm <sup>2</sup> /kw) | Area efectiva Minima (cm <sup>2</sup> ) | Area efectiva de Seguridad (cm <sup>2</sup> ) | Area efectiva Aprobado (cm <sup>2</sup> ) | Factor por rejilla Plastica | Area minima Rejilla (cm <sup>2</sup> ) | Area Rejilla Comercial (cm <sup>2</sup> ) | Rejilla Comercial Projectada a x b | Aberturas Permanentes |
|----------------------|--|---------------------|--------------------------|---|---|---|---|-----------------------------|--|---|------------------------------------|-----------------------|
| <b>1°PISO</b>        |  |                     |                          |   |   |   |   |                             |  |   |                                    |                       |
| DPTO.101             | Kitchenette, sala, comedor, lavanderia | Exterior            | 28                       | 6   | 168                                     | 280   | 280                                       | 0.6                         | 466.67                                 | 500                                       | 25 x 20 cm                         | 2                     |
|                      | Lavanderia                             | Interior            | 16                       | 22  | 352                                     | 645   | 645                                       | 0.6                         | 1075.00                                | 1215                                      | 47.7 x 29.6 cm                     | 2                     |
| DPTO.102             | Kitchenette, sala, comedor, lavanderia | Exterior            | 28                       | 6   | 168                                     | 280   | 280                                       | 0.6                         | 466.67                                 | 500                                       | 25 x 20 cm                         | 2                     |
|                      | Lavanderia                             | Interior            | 16                       | 22  | 352                                     | 645   | 645                                       | 0.6                         | 1075.00                                | 1215                                      | 47.7 x 29.6 cm                     | 2                     |
| DPTO.103             | Kitchenette, sala, comedor, lavanderia | Exterior            | 28                       | 6   | 168                                     | 280   | 280                                       | 0.6                         | 466.67                                 | 500                                       | 25 x 20 cm                         | 2                     |
|                      | Lavanderia                             | Interior            | 16                       | 22  | 352                                     | 645   | 645                                       | 0.6                         | 1075.00                                | 1215                                      | 47.7 x 29.6 cm                     | 2                     |
| <b>2° Y 3°PISO</b>   |  |                     |                          |   |   |   |   |                             |  |   |                                    |                       |
| DPTO.X01             | Kitchenette, sala, comedor, lavanderia | Exterior            | 28                       | 6   | 168                                     | 280   | 280                                       | 0.6                         | 466.67                                 | 500                                       | 25 x 20 cm                         | 2                     |
|                      | Lavanderia                             | Interior            | 16                       | 22  | 352                                     | 645   | 645                                       | 0.6                         | 1075.00                                | 1215                                      | 47.7 x 29.6 cm                     | 2                     |
| DPTO.X02             | Kitchenette, sala, comedor, lavanderia | Exterior            | 28                       | 6   | 168                                     | 280   | 280                                       | 0.6                         | 466.67                                 | 500                                       | 25 x 20 cm                         | 2                     |
|                      | Lavanderia                             | Interior            | 16                       | 22  | 352                                     | 645   | 645                                       | 0.6                         | 1075.00                                | 1215                                      | 47.7 x 29.6 cm                     | 2                     |
| DPTO.X03             | Kitchenette, sala, comedor, lavanderia | Exterior            | 28                       | 6   | 168                                     | 280   | 280                                       | 0.6                         | 466.67                                 | 500                                       | 25 x 20 cm                         | 2                     |
|                      | Lavanderia                             | Interior            | 16                       | 22  | 352                                     | 645   | 645                                       | 0.6                         | 1075.00                                | 1215                                      | 47.7 x 29.6 cm                     | 2                     |
| DPTO.X04             | Kitchenette, sala, comedor, lavanderia | Exterior            | 28                       | 6   | 168                                     | 280   | 280                                       | 0.6                         | 466.67                                 | 500                                       | 25 x 20 cm                         | 2                     |
|                      | Lavanderia                             | Interior            | 16                       | 22  | 352                                     | 645   | 645                                       | 0.6                         | 1075.00                                | 1215                                      | 47.7 x 29.6 cm                     | 2                     |
| <b>4° AL 14°PISO</b> |  |                     |                          |   |   |   |   |                             |  |   |                                    |                       |
| DPTO.X01             | Kitchenette, sala, comedor, lavanderia | Exterior            | 28                       | 6   | 168                                     | 280   | 280                                       | 0.6                         | 466.67                                 | 500                                       | 25 x 20 cm                         | 2                     |
|                      | Lavanderia                             | Interior            | 16                       | 22  | 352                                     | 645   | 645                                       | 0.6                         | 1075.00                                | 1215                                      | 47.7 x 29.6 cm                     | 2                     |
| DPTO.X02             | Kitchenette, sala, comedor, lavanderia | Exterior            | 28                       | 6   | 168                                     | 280   | 280                                       | 0.6                         | 466.67                                 | 500                                       | 25 x 20 cm                         | 2                     |
|                      | Lavanderia                             | Interior            | 16                       | 22  | 352                                     | 645   | 645                                       | 0.6                         | 1075.00                                | 1215                                      | 47.7 x 29.6 cm                     | 2                     |
| DPTO.X03             | Kitchenette, sala, comedor, lavanderia | Exterior            | 28                       | 6   | 168                                     | 280   | 280                                       | 0.6                         | 466.67                                 | 500                                       | 25 x 20 cm                         | 2                     |
|                      | Lavanderia                             | Interior            | 16                       | 22  | 352                                     | 645   | 645                                       | 0.6                         | 1075.00                                | 1215                                      | 47.7 x 29.6 cm                     | 2                     |
| DPTO.X04             | Kitchenette, sala, comedor, lavanderia | Exterior            | 28                       | 6   | 168                                     | 280   | 280                                       | 0.6                         | 466.67                                 | 500                                       | 25 x 20 cm                         | 2                     |
|                      | Lavanderia                             | Interior            | 16                       | 22  | 352                                     | 645   | 645                                       | 0.6                         | 1075.00                                | 1215                                      | 47.7 x 29.6 cm                     | 2                     |
| DPTO.X05             | Kitchenette, sala, comedor, lavanderia | Exterior            | 28                       | 6   | 168                                     | 280   | 280                                       | 0.6                         | 466.67                                 | 500                                       | 25 x 20 cm                         | 2                     |
|                      | Lavanderia                             | Interior            | 16                       | 22  | 352                                     | 645   | 645                                       | 0.6                         | 1075.00                                | 1215                                      | 47.7 x 29.6 cm                     | 2                     |

### 3.2.3.2.3. Cálculo y selección de rejillas de ventilación permanente en un banco

#### *de medidores*

No aplican los cálculos de rejillas de ventilación en los bancos de medidores por estar en un ambiente abierto al exterior. Ver planos de la topología 3: IG-07 en Anexo 6: Planos.

### 3.2.3.3. Selección de Reguladores y Medidores

Para el cálculo de reguladores y medidores su procedimiento cálculo y selección sigue los mismos pasos que fueron desarrollados a detalle en la Topología 1, es por ello que se elaboró un cuadro resumen de cálculos de reguladores y medidores usando el programa Microsoft Excel. A continuación, se presentan todos los cálculos resumidos. Véase la **Tabla 71**.

**Tabla 71**

*Resumen de cálculo de medidores*

| Modelo del medidor | Caudal mínimo m <sup>3</sup> (s)/h | Caudal máximo m <sup>3</sup> (s)/h | Conector entrada | Conector salida | Presión de trabajo | Máxima caída de presión | Cantidad |
|--------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------|-----------------|--------------------|-------------------------|----------|
| G2.5               | 2.56                               | 4.10                               | 3/4" Ø           | 3/4" Ø          | 25 mbar            | 1.5 mbar                | 66       |

Tabla resumen de selección de reguladores. Véase **Figura 75**.

**Figura 75***Selección de regulador de segunda etapa*

| Selección de regulación de 2º etapa para los Centros de Medición            |               |                    |                   |                      |                                 |      |
|---|---------------|--------------------|-------------------|----------------------|---------------------------------|------|
| ITEM  | GASODOMESTICO | POT. INST.<br>(kW) | FACTOR DE DEMANDA | M.D.<br>(Kw)         | CONSUMO<br>(m <sup>3</sup> /h.) |      |
| 1   | Cocina        | 12                 | 1                 | 12                   | 1.09                            |      |
| 2   | Terma         | 11                 | 1                 | 11                   | 1.00                            |      |
| 3   | Secadora      | 5                  | 0.5               | 2.5                  | 0.23                            |      |
| Cálculo del Regulador de 2º Etapa para CM4                                  |               |                    |                   | Caudal DPTO.         |                                 | 2.31 |
|   |               |                    |                   | Nº DPTO.             |                                 | 4    |
|   |               |                    |                   | Factor de seguridad  |                                 | 1.15 |
|   |               |                    |                   | Factor Simultaneidad |                                 | 0.55 |
| <b>RESULTADO</b>  |               |                    |                   |                      | 5.84                            |      |
| <b>Se instalará 1 regulador de 2º Etapa B6 de 6m<sup>3</sup>/h por CM4.</b> |               |                    |                   |                      |                                 |      |

| ITEM   | GASODOMESTICO | POT. INST.<br>(kW) | FACTOR DE DEMANDA | M.D.<br>(Kw)         | CONSUMO<br>(m <sup>3</sup> /h.) |      |
|--|---------------|--------------------|-------------------|----------------------|---------------------------------|------|
| 1  | Cocina        | 12                 | 1                 | 12                   | 1.09                            |      |
| 2  | Terma         | 11                 | 1                 | 11                   | 1.00                            |      |
| 3  | Secadora      | 5                  | 0.5               | 2.5                  | 0.23                            |      |
| Cálculo del Regulador de 2º Etapa para CM3 + CM2                                   |               |                    |                   | Caudal DPTO.         |                                 | 2.31 |
|  |               |                    |                   | Nº DPTO.             |                                 | 5    |
|  |               |                    |                   | Factor de seguridad  |                                 | 1.15 |
|  |               |                    |                   | Factor Simultaneidad |                                 | 0.50 |
| <b>RESULTADO</b>   |               |                    |                   |                      | 6.63                            |      |
| <b>Se instalará 1 regulador de 2º Etapa B10 de 10m<sup>3</sup>/h por CM3 + CM2</b> |               |                    |                   |                      |                                 |      |

**3.2.3.4. Dimensionamiento Tubería – Línea Montante**

Para el cálculo de tuberías de la línea montante, su procedimiento cálculo y selección sigue los mismos pasos que fueron desarrollados a detalle en la Topología 1, es por ello que se elaboró un cuadro resumen de cálculo usando el programa Microsoft Excel. A continuación, se presentan todos los cálculos resumidos. Véase **Tabla 72** y **Tabla 73**.

**Tabla 72**

*Topología 3 - cálculo de línea montante (1)*

**CÁLCULOS DE LA LÍNEA MONTANTE DE GNS**

(FÓRMULA DE RENOARD CUADRÁTICA: 100mbar < Presión <= 4bar)

|                       |                      |                            |                             |                            |   |
|-----------------------|----------------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|---|
| Condiciones Estándar: | Regulación: 1° Etapa | Presión entrada: 4 bar     | P.C.S. (GNS): 11.05         | Kw-him <sup>3</sup> : 0.61 | Caída de presión máxima de 20%: 68mbar      |
|                       |                      | Presión regulada: 340 mbar | Presión atmosf. (st): 1.013 | Kw: 25.5                   |   |
|                       |                      |                            |                             |                            | Unión de tuberías: Soldadas por capilaridad |

**BANCO DE MEDIDORES N°1 PARA 26 DEPARTAMENTOS**

| Tramo                             | # Inst. Dpt. | Factor Simil | Factor Diseño | Potencia (Kw) | Q <sub>(st)</sub> (m <sup>3</sup> /h.) | Lreal (m) | Codo 45° | Codo 90° | Tee 90° | Tee 180° | Lequiv. (m) | Ltotal (m) | Dnominal (pulg.) | Dinterior (mm.) | Pmical (mbar) | Pfinal (mbar) | Flujo del tramo | Lvertical (m) | Δph (mbar) | Δp (mbar) | Condiciones de validez "NTP 111.011" |           |
|-----------------------------------|--------------|--------------|---------------|---------------|--|-----------|----------|----------|---------|----------|-------------|------------|------------------|-----------------|---------------|---------------|-----------------|---------------|------------|-----------|--------------------------------------|-----------|
| Caída de presión acumulada (mbar) |              |              |               |               |  |           |          |          |         |          |             |            |                  |                 |               |               |                 |               |            |           |                                      |           |
| SS-22                             | T1 - T2      | 66           | 0.35          | 1.15          | 677.408                                | 61.30     | 0.83     | 0        | 1       | 0        | 1.22        | 2.05       | 1.1/2"-Cu        | 38.24           | 340.000       | 339.077       | ascendente      | 0.50          | 0.025      | 0.948     | Reynolds < 2* 10 <sup>6</sup>        | V ≤ 40m/s |
|                                   | T2 - T3      | 66           | 0.35          | 1.15          | 677.408                                | 61.30     | 60.54    | 0        | 6       | 0        | 8.11        | 68.65      | 1.1/2"-Cu        | 38.24           | 339.077       | 308.892       | ascendente      | 39.10         | 1.972      | 32.156    | 35749.89                             | 11.08     |
|                                   | T3 - T4      | 26           | 0.40          | 1.15          | 304.98                                 | 27.60     | 14.38    | 0        | 6       | 1        | 8.56        | 22.94      | 1.1/4"-Cu        | 32.13           | 308.892       | 303.003       | ascendente      | 0.10          | 0.005      | 5.895     | 35749.89                             | 11.34     |
|                                   | T4 - T5      | 18           | 0.40          | 1.15          | 211.14                                 | 19.11     | 0.73     | 0        | 0       | 1        | 0.52        | 1.25       | 1"-Cu            | 26.04           | 303.003       | 302.586       | ascendente      | 0.73          | 0.037      | 0.454     | 19155.93                             | 7.26      |
|                                   | T5 - Reg.6   | 9            | 0.45          | 1.15          | 118.766                                | 10.75     | 0.89     | 0        | 1       | 0        | 1.28        | 2.17       | 1"-Cu            | 26.04           | 302.586       | 302.346       | ascendente      | 0.73          | 0.037      | 0.277     | 16363.35                             | 7.66      |
|                                   | Reg.5        | 4            | 0.55          | 1.15          | 64.515                                 | 5.84      | 0.22     | 0        | 0       | 1        | 1.22        | 1.44       | 3/4"-Cu          | 19.95           | 302.346       | 302.139       | ascendente      | 0.22          | 0.011      | 0.218     | 9204.38                              | 4.31      |
|                                   | Reg.4        | 5            | 0.5           | 1.15          | 73.3125                                | 6.63      | 1.35     | 0        | 1       | 0        | 1.04        | 2.39       | 3/4"-Cu          | 19.95           | 302.346       | 301.900       | ascendente      | 0.22          | 0.011      | 0.457     | 6526.20                              | 3.99      |
|                                   | Reg.3        | 9            | 0.45          | 1.15          | 118.766                                | 10.75     | 0.17     | 0        | 0       | 1        | 1.52        | 1.69       | 1"-Cu            | 26.04           | 302.586       | 302.370       | horizontal      | 0.00          | 0.000      | 0.215     | 7416.14                              | 4.53      |
|                                   | Reg.2        | 4            | 0.55          | 1.15          | 64.515                                 | 5.84      | 0.22     | 0        | 0       | 1        | 1.22        | 1.44       | 3/4"-Cu          | 19.95           | 302.370       | 302.163       | ascendente      | 0.22          | 0.011      | 0.218     | 9204.38                              | 4.31      |
|                                   | Reg.1        | 5            | 0.5           | 1.15          | 73.3125                                | 6.63      | 1.35     | 0        | 1       | 0        | 1.04        | 2.39       | 3/4"-Cu          | 19.95           | 302.370       | 301.924       | ascendente      | 0.22          | 0.011      | 0.457     | 6526.20                              | 3.99      |
|                                   | Reg.0        | 9            | 0.45          | 1.15          | 118.766                                | 10.75     | 0.17     | 0        | 0       | 1        | 1.52        | 1.69       | 1"-Cu            | 26.04           | 303.003       | 302.788       | horizontal      | 0.00          | 0.000      | 0.215     | 7416.14                              | 4.53      |
|                                   | Reg.0        | 4            | 0.55          | 1.15          | 64.515                                 | 5.84      | 0.22     | 0        | 0       | 1        | 1.22        | 1.44       | 3/4"-Cu          | 19.95           | 302.788       | 302.580       | ascendente      | 0.22          | 0.011      | 0.218     | 9204.38                              | 4.31      |
|                                   | Reg.0        | 5            | 0.5           | 1.15          | 73.3125                                | 6.63      | 1.35     | 0        | 1       | 0        | 1.04        | 2.39       | 3/4"-Cu          | 19.95           | 302.788       | 302.341       | ascendente      | 0.22          | 0.011      | 0.457     | 6526.20                              | 3.99      |
|                                   | Reg.0        | 9            | 0.45          | 1.15          | 118.766                                | 10.75     | 0.17     | 0        | 0       | 1        | 1.52        | 1.69       | 1"-Cu            | 26.04           | 302.788       | 302.341       | ascendente      | 0.22          | 0.011      | 0.457     | 7416.14                              | 4.53      |

**Tabla 73**

*Topología 3 - cálculo de línea montante (2)*

| BANCO DE MEDIDORES N°2 PARA 40 DEPARTAMENTOS |                                   |              |              |               |               |  |           |      |      |     |     |             |            |                  |                  |                  |                |                 |                |            |           |                                     |           |                  |      |
|--|-----------------------------------|--------------|--------------|---------------|---------------|--|-----------|------|------|-----|-----|-------------|------------|------------------|------------------|------------------|----------------|-----------------|----------------|------------|-----------|-------------------------------------|-----------|------------------|------|
| SS-22  | Tramo                             | # Inst. Dpt. | Factor Simul | Factor Diseño | Potencia (Kw) | Q <sub>(40)</sub> (m <sup>3</sup> /h.) | Lreal (m) | Codo | Codo | Tee | Tee | Lequiv. (m) | Ltotal (m) | D.nominal (plg.) | D.interior (mm.) | P.inicial (mbar) | P.final (mbar) | Flujo del tramo | L.vertical (m) | Aph (mbar) | Ap (mbar) | Condiciones de validez "NTP 111.01" |           |                  |      |
|  |                                   |              |              |               |               |  |           |      |      |     |     |             |            |                  |                  |                  |                |                 |                |            |           | Reynolds < 2*10 <sup>6</sup>        | V ≤ 40m/s | Pfinal ≥ 272mbar |      |
| SS-22 Reg. 12                                | SS22-T1                           | 66           | 0.35         | 1.15          | 677.408       | 61.30                                  | 0.83      | 0    | 1    | 0   | 0   | 1.22        | 2.05       | 1.1/2"-Cu        | 38.24            | 340.000          | 339.077        | ascendente      | 0.50           | 0.025      | 0.948     | 1.603                               | 35749.89  | 11.08            |      |
|  | T1-T2                             | 66           | 0.35         | 1.15          | 677.408       | 61.30                                  | 60.54     | 0    | 6    | 0   | 1   | 8.11        | 68.65      | 1.1/2"-Cu        | 38.24            | 339.077          | 308.892        | ascendente      | 39.10          | 1.972      | 32.156    | 1.603                               | 35749.89  | 11.34            |      |
|  | T2-T8                             | 40           | 0.40         | 1.15          | 469.2         | 42.46                                  | 9.34      | 0    | 5    | 1   | 0   | 7.49        | 16.83      | 1.1/4"-Cu        | 32.13            | 308.892          | 299.408        | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 9.485     | 1.322                               | 29470.66  | 11.20            |      |
|  | T8-T9                             | 27           | 0.40         | 1.15          | 316.71        | 28.66                                  | 0.35      | 0    | 1    | 0   | 1   | 1.77        | 2.12       | 1.1/4"-Cu        | 32.13            | 299.408          | 298.826        | ascendente      | 0.10           | 0.005      | 0.587     | 0.892                               | 19892.70  | 7.57             |      |
|  | T9-T10                            | 18           | 0.40         | 1.15          | 211.14        | 19.11                                  | 0.73      | 0    | 1    | 0   | 1   | 1.28        | 2.01       | 1"-Cu            | 26.04            | 298.826          | 298.131        | ascendente      | 0.73           | 0.037      | 0.732     | 0.734                               | 16363.35  | 7.68             |      |
|  | T10-T11                           | 9            | 0.45         | 1.15          | 118.766       | 10.75                                  | 0.89      | 0    | 1    | 0   | 1   | 1.28        | 2.17       | 1"-Cu            | 26.04            | 298.131          | 297.890        | ascendente      | 0.73           | 0.037      | 0.278     | 0.413                               | 9204.38   | 4.32             |      |
|  | T11-Reg.12                        | 4            | 0.55         | 1.15          | 64.515        | 5.84                                   | 0.22      | 0    | 0    | 1   | 0   | 1.22        | 1.44       | 3/4"-Cu          | 19.95            | 297.890          | 297.682        | ascendente      | 0.22           | 0.011      | 0.219     | 0.293                               | 6526.20   | 4.00             |      |
|  | Caída de presión acumulada (mbar) |              |              |               |               |  |           |      |      |     |     |             |            |                  |                  | 2.09             | 44.40          | APROBADO        |                |            |           |                                     |           |                  |      |
|  | SS-22 A Reg.11                    | T11-Reg.11   | 5            | 0.5           | 1.15          | 73.3125                                | 6.63      | 1.35 | 0    | 1   | 0   | 1           | 1.04       | 2.39             | 3/4"-Cu          | 19.95            | 297.890        | 297.442         | ascendente     | 0.22       | 0.011     | 0.459                               | 0.333     | 7416.14          | 4.55 |
|  | Caída de presión acumulada (mbar) |              |              |               |               |  |           |      |      |     |     |             |            |                  |                  | 2.09             | 44.64          | APROBADO        |                |            |           |                                     |           |                  |      |
|  | SS-22 A Reg.10                    | T10-T12      | 9            | 0.45          | 1.15          | 118.766                                | 10.75     | 0.17 | 0    | 0   | 1   | 0           | 1.52       | 1.69             | 1"-Cu            | 26.04            | 298.131        | 297.914         | horizontal     | 0.00       | 0.000     | 0.216                               | 0.413     | 9204.38          | 4.32 |
| T12-Reg.10                                   |                                   | 4            | 0.55         | 1.15          | 64.515        | 5.84                                   | 0.22      | 0    | 0    | 1   | 0   | 1.22        | 1.44       | 3/4"-Cu          | 19.95            | 297.914          | 297.706        | ascendente      | 0.22           | 0.011      | 0.219     | 0.293                               | 6526.20   | 4.00             |      |
| Caída de presión acumulada (mbar)            |                                   |              |              |               |               |  |           |      |      |     |     |             |            |                  | 2.05             | 44.34            | APROBADO       |                 |                |            |           |                                     |           |                  |      |
| SS-22 A Reg.9                                | T12-Reg.9                         | 5            | 0.5          | 1.15          | 73.3125       | 6.63                                   | 1.35      | 0    | 1    | 0   | 1   | 1.04        | 2.39       | 3/4"-Cu          | 19.95            | 297.914          | 297.466        | ascendente      | 0.22           | 0.011      | 0.459     | 0.333                               | 7416.14   | 4.55             |      |
|  | Caída de presión acumulada (mbar) |              |              |               |               |  |           |      |      |     |     |             |            |                  |                  | 2.05             | 44.58          | APROBADO        |                |            |           |                                     |           |                  |      |
|  | T9-T13                            | 9            | 0.45         | 1.15          | 118.766       | 10.75                                  | 0.17      | 0    | 0    | 1   | 0   | 1.52        | 1.69       | 1"-Cu            | 26.04            | 298.826          | 298.610        | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.216     | 0.413                               | 9204.38   | 4.32             |      |
| SS-22 A Reg.8                                | T13-Reg.8                         | 4            | 0.55         | 1.15          | 64.515        | 5.84                                   | 0.22      | 0    | 0    | 1   | 0   | 1.22        | 1.44       | 3/4"-Cu          | 19.95            | 298.610          | 298.402        | ascendente      | 0.22           | 0.011      | 0.219     | 0.293                               | 6526.20   | 4.00             |      |
|  | Caída de presión acumulada (mbar) |              |              |               |               |  |           |      |      |     |     |             |            |                  |                  | 2.01             | 43.61          | APROBADO        |                |            |           |                                     |           |                  |      |
| SS-22 A Reg.7                                | T13-Reg.7                         | 5            | 0.5          | 1.15          | 73.3125       | 6.63                                   | 1.35      | 0    | 1    | 0   | 1   | 1.04        | 2.39       | 3/4"-Cu          | 19.95            | 298.610          | 298.162        | ascendente      | 0.22           | 0.011      | 0.459     | 0.333                               | 7416.14   | 4.55             |      |
|  | Caída de presión acumulada (mbar) |              |              |               |               |  |           |      |      |     |     |             |            |                  |                  | 2.01             | 43.85          | APROBADO        |                |            |           |                                     |           |                  |      |
|  | SS22-T1                           | 66           | 0.35         | 1.15          | 677.408       | 61.30                                  | 0.83      | 0    | 1    | 0   | 0   | 1.22        | 2.05       | 1.1/2"-Cu        | 38.24            | 340.000          | 339.077        | ascendente      | 0.50           | 0.025      | 0.948     | 1.603                               | 35749.89  | 11.08            |      |
| SS-22 A Reg. 1                               | T1-T2                             | 66           | 0.35         | 1.15          | 677.408       | 61.30                                  | 60.54     | 0    | 6    | 0   | 1   | 8.11        | 68.65      | 1.1/2"-Cu        | 38.24            | 339.077          | 308.892        | ascendente      | 39.10          | 1.972      | 32.156    | 1.603                               | 35749.89  | 11.34            |      |
|  | T2-T8                             | 40           | 0.40         | 1.15          | 469.2         | 42.46                                  | 9.34      | 0    | 5    | 1   | 0   | 7.49        | 16.83      | 1.1/4"-Cu        | 32.13            | 308.892          | 299.408        | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 9.485     | 1.322                               | 29470.66  | 11.20            |      |
|  | T8-T14                            | 13           | 0.45         | 1.15          | 171.551       | 15.53                                  | 5.82      | 0    | 6    | 1   | 0   | 6.08        | 11.90      | 1"-Cu            | 26.04            | 299.408          | 296.440        | ascendente      | 0.10           | 0.005      | 2.973     | 0.596                               | 13295.22  | 6.25             |      |
|  | T14-T15                           | 8            | 0.45         | 1.15          | 108.57        | 9.55                                   | 0.73      | 0    | 0    | 1   | 0   | 0.52        | 1.25       | 1"-Cu            | 26.04            | 296.440          | 296.347        | ascendente      | 0.73           | 0.037      | 0.129     | 0.367                               | 8181.67   | 3.85             |      |
|  | T15-Reg.15                        | 4            | 0.55         | 1.15          | 64.515        | 5.84                                   | 2.54      | 0    | 2    | 0   | 1   | 1.65        | 4.19       | 3/4"-Cu          | 19.95            | 296.347          | 295.757        | ascendente      | 0.95           | 0.048      | 0.638     | 0.293                               | 6526.20   | 4.01             |      |
| Caída de presión acumulada (mbar)            |                                   |              |              |               |               |  |           |      |      |     |     |             |            |                  | 2.09             | 46.33            | APROBADO       |                 |                |            |           |                                     |           |                  |      |
| SS-22 A Reg.14                               | T15-Reg.14                        | 4            | 0.55         | 1.15          | 64.515        | 5.84                                   | 1.81      | 0    | 1    | 1   | 0   | 1.83        | 3.64       | 3/4"-Cu          | 19.95            | 296.347          | 295.804        | ascendente      | 0.22           | 0.011      | 0.555     | 0.293                               | 6526.20   | 4.01             |      |
|  | Caída de presión acumulada (mbar) |              |              |               |               |  |           |      |      |     |     |             |            |                  |                  | 2.05             | 46.25          | APROBADO        |                |            |           |                                     |           |                  |      |
|  | T14-Reg.13                        | 5            | 0.5          | 1.15          | 73.3125       | 6.63                                   | 1.81      | 0    | 1    | 1   | 0   | 1.83        | 3.64       | 3/4"-Cu          | 19.95            | 296.440          | 295.751        | ascendente      | 0.22           | 0.011      | 0.700     | 0.333                               | 7416.14   | 4.55             |      |
| SS-22 A Reg.13                               | Caída de presión acumulada (mbar) |              |              |               |               |  |           |      |      |     |     |             |            |                  |                  | 2.01             | 46.26          | APROBADO        |                |            |           |                                     |           |                  |      |

### **3.2.3.5. Dimensionamiento de Tuberías – Línea Individual Interior**

Para el cálculo de tuberías de la línea individual interior, su procedimiento, cálculo y selección sigue los mismos pasos que fueron desarrollados a detalle en la Topología 1, es por ello que se elaboró un cuadro resumen de cálculo usando el programa Microsoft Excel. A continuación, se presentan todos los cálculos resumidos. Véase **Tabla 74, Tabla 75, Tabla 76, Tabla 77, Tabla 78, Tabla 79, Tabla 80, Tabla 81, Tabla 82, Tabla 83, Tabla 84, Tabla 85, Tabla 86, Tabla 87, Tabla 88, Tabla 89, Tabla 90, Tabla 91, Tabla 92, Tabla 93, Tabla 94, Tabla 95, Tabla 96, Tabla 97 y Tabla 98.**

**Tabla 74**

**Topología 3 - Cálculo de línea individual interior (1)**

MONTANTE 1 - DEPARTAMENTOS: 202, 302, 403, 503, 603, 703, 803, 903, 1003, 1103, 1203, 1303, 1403  
**CÁLCULOS DE LA LÍNEA INDIVIDUAL INTERNA DE GNS**  
 (FORMULA DE RENOUARD LINEAL: Presión = 100mbar)

Condiciones Estándar: 2° Etapa Caída del medidor: 1.5 mbar D relativa del GNS: 0.61 Kw-h/m³  
 Regulación: 25 mbar Presión inicial: 23.5 mbar Pot. Por Dpto.: 25.5 Kw P.C.S. (GNS): 1.013 bar  
 Presión regulada: 25 mbar Presión atmosférica: 1.013 bar  
 Caída de presión máxima de 32%: 8mbar  
 Unión de tuberías: Soldadas por capilaridad

**DEPARTAMENTO 202**

| Artefacto        | Tramo  | Potencia (Kw) | Q(s) (m³/h.) | Lreal (m) | Codo | Tee | Tee 180° | Lequiv. (m) | Ltotal (m) | Dnominal (mm) | Dinterior (mm) | Pinicial (mbar) | Pfinal (mbar) | Flujo del tramo | Lvertical (m) | Aph (mbar) | Ap (mbar) | Condiciones de validez "NTP 111.011"                   |
|------------------|--------|---------------|--------------|-----------|------|-----|----------|-------------|------------|---------------|----------------|-----------------|---------------|-----------------|---------------|------------|-----------|--|
| COCINA           | CM4-r1 | 25.5          | 2.31         | 48.45     | 0    | 6   | 0        | 3.66        | 52.11      | 3/4" - Cu     | 19.95          | 23.50           | 19.81         | descendente     | 37.56         | -1.894     | 1.799     | Q/D < 150<br>Reynolds < 2*10 <sup>6</sup><br>V ≤ 40m/s |
|                  | r1-t1  | 25.5          | 2.31         | 2.00      | 0    | 0   | 0        | 0           | 2          | 3/4" - Cu     | 19.95          | 19.81           | 19.74         | horizontal      | 0.00          | 0.000      | 0.069     | Pfinal ≥ 7mbar   |
|                  | t1-t2  | 16            | 1.45         | 2.90      | 0    | 2   | 1        | 2.44        | 5.34       | 3/4" - Cu     | 19.95          | 19.74           | 19.69         | ascendente      | 0.70          | 0.035      | 0.079     |  |
| TERMA            | t2-Te  | 11            | 1.00         | 2.5       | 0    | 6   | 0        | 3.06        | 5.56       | 1/2" - Cu     | 13.84          | 19.69           | 19.47         | ascendente      | 0.30          | 0.015      | 0.242     |  |
|                  | CM4-r1 | 25.5          | 2.31         | 48.45     | 0    | 6   | 0        | 3.66        | 52.11      | 3/4" - Cu     | 19.95          | 23.50           | 19.81         | descendente     | 37.56         | -1.894     | 1.799     | APROBADO   |
|                  | r1-t1  | 25.5          | 2.31         | 2.00      | 0    | 0   | 0        | 0           | 2          | 3/4" - Cu     | 19.95          | 19.81           | 19.74         | horizontal      | 0.00          | 0.000      | 0.069     |  |
| SECADORA         | t1-t2  | 16            | 1.45         | 2.90      | 0    | 2   | 1        | 2.44        | 5.34       | 3/4" - Cu     | 19.95          | 19.74           | 19.69         | ascendente      | 0.70          | 0.035      | 0.079     | 19.47  |
|                  | t2-Te  | 5             | 0.45         | 3.7       | 0    | 6   | 1        | 3.68        | 7.4        | 1/2" - Cu     | 13.84          | 19.69           | 19.64         | ascendente      | 0.50          | 0.025      | 0.077     |  |
|                  | CM4-r1 | 25.5          | 2.31         | 48.45     | 0    | 6   | 0        | 3.66        | 52.11      | 3/4" - Cu     | 19.95          | 23.50           | 19.81         | descendente     | 37.56         | -1.894     | 1.799     | APROBADO   |
| DEPARTAMENTO 302 | r1-t1  | 25.5          | 2.31         | 2.00      | 0    | 0   | 0        | 0           | 2          | 3/4" - Cu     | 19.95          | 19.81           | 19.74         | horizontal      | 0.00          | 0.000      | 0.069     |  |
|                  | t1-t2  | 16            | 1.45         | 2.90      | 0    | 2   | 1        | 2.44        | 5.34       | 3/4" - Cu     | 19.95          | 19.74           | 19.69         | ascendente      | 0.70          | 0.035      | 0.079     | 19.64  |
|                  | t2-Te  | 5             | 0.45         | 3.7       | 0    | 6   | 1        | 3.68        | 7.4        | 1/2" - Cu     | 13.84          | 19.69           | 19.64         | ascendente      | 0.50          | 0.025      | 0.077     |  |
| DEPARTAMENTO 302 | CM4-r1 | 25.5          | 2.31         | 46.02     | 0    | 6   | 0        | 3.66        | 49.68      | 3/4" - Cu     | 19.95          | 23.50           | 20.03         | descendente     | 34.74         | -1.732     | 2.203     | APROBADO   |
|                  | r1-t1  | 25.5          | 2.31         | 2.00      | 0    | 0   | 0        | 0           | 2          | 3/4" - Cu     | 19.95          | 20.03           | 19.96         | horizontal      | 0.00          | 0.000      | 0.069     |  |
|                  | t1-t2  | 16            | 1.45         | 2.90      | 0    | 2   | 1        | 2.44        | 5.34       | 3/4" - Cu     | 19.95          | 19.96           | 19.92         | ascendente      | 0.70          | 0.035      | 0.079     | 19.69  |
| DEPARTAMENTO 302 | t2-Te  | 11            | 1.00         | 2.5       | 0    | 6   | 0        | 3.06        | 5.56       | 1/2" - Cu     | 13.84          | 19.92           | 19.69         | ascendente      | 0.30          | 0.015      | 0.242     |  |
|                  | CM4-r1 | 25.5          | 2.31         | 46.02     | 0    | 6   | 0        | 3.66        | 49.68      | 3/4" - Cu     | 19.95          | 23.50           | 20.03         | descendente     | 34.74         | -1.732     | 2.105     | APROBADO   |
|                  | r1-t1  | 25.5          | 2.31         | 2.00      | 0    | 0   | 0        | 0           | 2          | 3/4" - Cu     | 19.95          | 20.03           | 19.96         | horizontal      | 0.00          | 0.000      | 0.069     |  |
| DEPARTAMENTO 302 | t1-t2  | 16            | 1.45         | 2.90      | 0    | 2   | 1        | 2.44        | 5.34       | 3/4" - Cu     | 19.95          | 19.96           | 19.92         | ascendente      | 0.70          | 0.035      | 0.079     | 19.87  |
|                  | t2-Te  | 5             | 0.45         | 3.7       | 0    | 6   | 1        | 3.68        | 7.4        | 1/2" - Cu     | 13.84          | 19.92           | 19.87         | ascendente      | 0.50          | 0.025      | 0.077     |  |
|                  | CM4-r1 | 25.5          | 2.31         | 46.02     | 0    | 6   | 0        | 3.66        | 49.68      | 3/4" - Cu     | 19.95          | 23.50           | 20.03         | descendente     | 34.74         | -1.732     | 1.939     | APROBADO   |

Tabla 75

Topología 3 - Cálculo de línea individual interior (2)

Table with multiple columns: Tramo, Potencia (Kw), Q(s) (m³/h), Lreal (m), Codo, Tee, Tee Lequiv, Ltotal, Dnominal, Dinterior, Pnicial, Pfinal, Flujio del tramo, Lvertical, Aph, APh, Δp, Reynolds, and Fimal. It includes sections for DEPARTAMENTO 403, 503, and 603, with sub-sections for COCINA, TERMA, and SECADORA.



**Tabla 76**

*Topología 3 - Cálculo de línea individual interior (3)*

| DEPARTAMENTO 703  |        |               |                        |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                  |                |                              |                |                  |           |                                      |         |      |
|---|--------|---------------|------------------------|-----------|----------|----------|---------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------------|------------------|----------------|------------------------------|----------------|------------------|-----------|--------------------------------------|---------|------|
| Antefacto   | Tramo  | Potencia (Kw) | Q <sub>st</sub> (m³/h) | Lreal (m) | Codo 45° | Codo 90° | Tee 90° | Tee 180° | Lequiv. (m) | L total (m) | D nominal | D interior (mm) | P inicial (mbar) | P final (mbar) | Flujo del tramo              | L vertical (m) | Δph (mbar)       | Ap (mbar) | Condiciones de validez "NTP 111.011" |         |      |
| Cocina  |        |               |                        |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                  | Q/D < 150      | Reynolds < 2*10 <sup>6</sup> | V ≤ 40m/s      | P final ≥ 17mbar |           |                                      |         |      |
| COCINA  | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                   | 35.76     | 0        | 6        | 0       | 0        | 3.66        | 39.42       | 3/4"-Cu   | 19.95           | 23.50            | 20.96          | descendente                  | 23.46          | -1.183           | 1.361     | 0.12                                 | 2580.34 | 2.05 |
|   | r1-t1  | 25.5          | 2.31                   | 2.00      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 2           | 3/4"-Cu   | 19.95           | 20.96            | 20.89          | horizontal                   | 0.00           | 0.000            | 0.069     | 0.12                                 | 2580.34 | 2.04 |
|   | t1-t2  | 16            | 1.45                   | 2.90      | 0        | 2        | 1       | 0        | 2.44        | 5.34        | 3/4"-Cu   | 19.95           | 20.89            | 20.84          | ascendente                   | 0.70           | 0.035            | 0.079     | 0.07                                 | 1619.04 | 1.28 |
|   | t2-Te  | 11            | 1.00                   | 2.5       | 0        | 6        | 0       | 1        | 3.06        | 5.56        | 1/2"-Cu   | 13.84           | 20.84            | 20.62          | ascendente                   | 0.30           | 0.07             | 0.242     | 0.08                                 | 1750.35 | 2.00 |
| Cocina de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |        |               |                        |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                  | -1.163         | APROBADO                     |                |                  |           |                                      |         |      |
| TERMA   | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                   | 35.76     | 0        | 6        | 0       | 0        | 3.66        | 39.42       | 3/4"-Cu   | 19.95           | 23.50            | 20.96          | descendente                  | 23.46          | -1.183           | 1.361     | 0.12                                 | 2580.34 | 2.05 |
|   | r1-t1  | 25.5          | 2.31                   | 2.00      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 2           | 3/4"-Cu   | 19.95           | 20.96            | 20.89          | horizontal                   | 0.00           | 0.000            | 0.069     | 0.12                                 | 2580.34 | 2.04 |
|   | t1-t2  | 16            | 1.45                   | 2.90      | 0        | 2        | 1       | 0        | 2.44        | 5.34        | 3/4"-Cu   | 19.95           | 20.89            | 20.84          | ascendente                   | 0.70           | 0.035            | 0.079     | 0.07                                 | 1619.04 | 1.28 |
|   | t2-Te  | 11            | 1.00                   | 2.5       | 0        | 6        | 0       | 1        | 3.06        | 5.56        | 1/2"-Cu   | 13.84           | 20.84            | 20.62          | ascendente                   | 0.30           | 0.07             | 0.242     | 0.08                                 | 1750.35 | 2.00 |
| Cocina de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |        |               |                        |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                  | -1.133         | APROBADO                     |                |                  |           |                                      |         |      |
| SECADORA  | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                   | 35.76     | 0        | 6        | 0       | 0        | 3.66        | 39.42       | 3/4"-Cu   | 19.95           | 23.50            | 20.96          | descendente                  | 23.46          | -1.183           | 1.361     | 0.12                                 | 2580.34 | 2.05 |
|   | r1-t1  | 25.5          | 2.31                   | 2.00      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 2           | 3/4"-Cu   | 19.95           | 20.96            | 20.89          | horizontal                   | 0.00           | 0.000            | 0.069     | 0.12                                 | 2580.34 | 2.04 |
|   | t1-t2  | 16            | 1.45                   | 2.90      | 0        | 2        | 1       | 0        | 2.44        | 5.34        | 3/4"-Cu   | 19.95           | 20.89            | 20.84          | ascendente                   | 0.70           | 0.035            | 0.079     | 0.07                                 | 1619.04 | 1.28 |
|   | t2-Te  | 5             | 0.45                   | 3.7       | 0        | 6        | 1       | 0        | 3.68        | 7.4         | 1/2"-Cu   | 13.84           | 20.84            | 20.79          | ascendente                   | 0.50           | 0.077            | 0.077     | 0.03                                 | 729.31  | 0.83 |
| Cocina de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |        |               |                        |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                  | -1.123         | APROBADO                     |                |                  |           |                                      |         |      |
| DEPARTAMENTO 803  |        |               |                        |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                  |                |                              |                |                  |           |                                      |         |      |
| Antefacto   | Tramo  | Potencia (Kw) | Q <sub>st</sub> (m³/h) | Lreal (m) | Codo 45° | Codo 90° | Tee 90° | Tee 180° | Lequiv. (m) | L total (m) | D nominal | D interior (mm) | P inicial (mbar) | P final (mbar) | Flujo del tramo              | L vertical (m) | Δph (mbar)       | Ap (mbar) | Condiciones de validez "NTP 111.011" |         |      |
| Cocina  |        |               |                        |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                  | Q/D < 150      | Reynolds < 2*10 <sup>6</sup> | V ≤ 40m/s      | P final ≥ 17mbar |           |                                      |         |      |
| COCINA  | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                   | 33.14     | 0        | 6        | 0       | 0        | 3.66        | 36.80       | 3/4"-Cu   | 19.95           | 23.50            | 21.19          | descendente                  | 20.64          | -1.041           | 1.270     | 0.12                                 | 2580.34 | 2.05 |
|   | r1-t1  | 25.5          | 2.31                   | 2.00      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 2           | 3/4"-Cu   | 19.95           | 21.19            | 21.12          | horizontal                   | 0.00           | 0.000            | 0.069     | 0.12                                 | 2580.34 | 2.04 |
|   | t1-t2  | 16            | 1.45                   | 2.90      | 0        | 2        | 1       | 0        | 2.44        | 5.34        | 3/4"-Cu   | 19.95           | 21.12            | 21.08          | ascendente                   | 0.70           | 0.035            | 0.079     | 0.07                                 | 1619.04 | 1.28 |
|   | t2-Te  | 11            | 1.00                   | 2.5       | 0        | 6        | 0       | 1        | 3.06        | 5.56        | 1/2"-Cu   | 13.84           | 21.08            | 20.85          | ascendente                   | 0.30           | 0.015            | 0.242     | 0.07                                 | 1604.49 | 1.83 |
| Cocina de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |        |               |                        |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                  | -0.990         | APROBADO                     |                |                  |           |                                      |         |      |
| TERMA   | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                   | 33.14     | 0        | 6        | 0       | 0        | 3.66        | 36.80       | 3/4"-Cu   | 19.95           | 23.50            | 21.19          | descendente                  | 20.64          | -1.041           | 1.270     | 0.12                                 | 2580.34 | 2.05 |
|   | r1-t1  | 25.5          | 2.31                   | 2.00      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 2           | 3/4"-Cu   | 19.95           | 21.19            | 21.12          | horizontal                   | 0.00           | 0.000            | 0.069     | 0.12                                 | 2580.34 | 2.04 |
|   | t1-t2  | 16            | 1.45                   | 2.90      | 0        | 2        | 1       | 0        | 2.44        | 5.34        | 3/4"-Cu   | 19.95           | 21.12            | 21.08          | ascendente                   | 0.70           | 0.035            | 0.079     | 0.07                                 | 1619.04 | 1.28 |
|   | t2-Te  | 5             | 0.45                   | 3.7       | 0        | 6        | 1       | 0        | 3.68        | 7.4         | 1/2"-Cu   | 13.84           | 21.08            | 21.02          | ascendente                   | 0.50           | 0.025            | 0.077     | 0.03                                 | 729.31  | 0.83 |
| Cocina de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |        |               |                        |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                  | -0.980         | APROBADO                     |                |                  |           |                                      |         |      |
| DEPARTAMENTO 903  |        |               |                        |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                  |                |                              |                |                  |           |                                      |         |      |
| Antefacto   | Tramo  | Potencia (Kw) | Q <sub>st</sub> (m³/h) | Lreal (m) | Codo 45° | Codo 90° | Tee 90° | Tee 180° | Lequiv. (m) | L total (m) | D nominal | D interior (mm) | P inicial (mbar) | P final (mbar) | Flujo del tramo              | L vertical (m) | Δph (mbar)       | Ap (mbar) | Condiciones de validez "NTP 111.011" |         |      |
| Cocina  |        |               |                        |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                  | Q/D < 150      | Reynolds < 2*10 <sup>6</sup> | V ≤ 40m/s      | P final ≥ 17mbar |           |                                      |         |      |
| COCINA  | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                   | 30.51     | 0        | 6        | 0       | 0        | 3.66        | 34.17       | 3/4"-Cu   | 19.95           | 23.50            | 21.42          | descendente                  | 17.82          | -0.899           | 1.179     | 0.12                                 | 2580.34 | 2.05 |
|   | r1-t1  | 25.5          | 2.31                   | 2.00      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 2           | 3/4"-Cu   | 19.95           | 21.42            | 21.35          | horizontal                   | 0.00           | 0.000            | 0.069     | 0.12                                 | 2580.34 | 2.04 |
|   | t1-t2  | 16            | 1.45                   | 2.90      | 0        | 2        | 1       | 0        | 2.44        | 5.34        | 3/4"-Cu   | 19.95           | 21.35            | 21.31          | ascendente                   | 0.70           | 0.035            | 0.079     | 0.07                                 | 1619.04 | 1.28 |
|   | t2-Te  | 11            | 1.00                   | 2.5       | 0        | 6        | 0       | 1        | 3.06        | 5.56        | 1/2"-Cu   | 13.84           | 21.31            | 21.08          | ascendente                   | 0.30           | 0.015            | 0.242     | 0.07                                 | 1604.49 | 1.83 |
| Cocina de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |        |               |                        |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                  | -0.878         | APROBADO                     |                |                  |           |                                      |         |      |
| TERMA   | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                   | 30.51     | 0        | 6        | 0       | 0        | 3.66        | 34.17       | 3/4"-Cu   | 19.95           | 23.50            | 21.42          | descendente                  | 17.82          | -0.899           | 1.179     | 0.12                                 | 2580.34 | 2.05 |
|   | r1-t1  | 25.5          | 2.31                   | 2.00      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 2           | 3/4"-Cu   | 19.95           | 21.42            | 21.35          | horizontal                   | 0.00           | 0.000            | 0.069     | 0.12                                 | 2580.34 | 2.04 |
|   | t1-t2  | 16            | 1.45                   | 2.90      | 0        | 2        | 1       | 0        | 2.44        | 5.34        | 3/4"-Cu   | 19.95           | 21.35            | 21.31          | ascendente                   | 0.70           | 0.035            | 0.079     | 0.07                                 | 1619.04 | 1.28 |
|   | t2-Te  | 5             | 0.45                   | 3.7       | 0        | 6        | 1       | 0        | 3.68        | 7.4         | 1/2"-Cu   | 13.84           | 21.31            | 21.26          | ascendente                   | 0.50           | 0.025            | 0.077     | 0.03                                 | 729.31  | 0.83 |
| Cocina de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |        |               |                        |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                  | -0.838         | APROBADO                     |                |                  |           |                                      |         |      |
| SECADORA  | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                   | 30.51     | 0        | 6        | 0       | 0        | 3.66        | 34.17       | 3/4"-Cu   | 19.95           | 23.50            | 21.42          | descendente                  | 17.82          | -0.899           | 1.179     | 0.12                                 | 2580.34 | 2.05 |
|   | r1-t1  | 25.5          | 2.31                   | 2.00      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 2           | 3/4"-Cu   | 19.95           | 21.42            | 21.35          | horizontal                   | 0.00           | 0.000            | 0.069     | 0.12                                 | 2580.34 | 2.04 |
|   | t1-t2  | 16            | 1.45                   | 2.90      | 0        | 2        | 1       | 0        | 2.44        | 5.34        | 3/4"-Cu   | 19.95           | 21.35            | 21.31          | ascendente                   | 0.70           | 0.035            | 0.079     | 0.07                                 | 1619.04 | 1.28 |
|   | t2-Te  | 5             | 0.45                   | 3.7       | 0        | 6        | 1       | 0        | 3.68        | 7.4         | 1/2"-Cu   | 13.84           | 21.31            | 21.26          | ascendente                   | 0.50           | 0.025            | 0.077     | 0.03                                 | 729.31  | 0.83 |
| Cocina de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |        |               |                        |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                  | -0.838         | APROBADO                     |                |                  |           |                                      |         |      |

**Tabla 77**

*Topología 3 - Cálculo de línea individual interior (4)*

| DEPARTAMENTO 1003  |  | Atrelefacto | Tramo | Potencia (Kw) | Q <sub>0</sub> (m <sup>3</sup> /h.) | Lreal (m) | Codo 45° | Codo 90° | Tee 90° | Tee 180° | Lequiv. (m) | L total (m) | D nominal | D interior (mm) | Pnicial (mbar) | Pfinal (mbar) | Flujo del tramo | Lvertical (m) | Aph (mbar) | Ap (mbar) | Condiciones de validez "NTP 1111.011" |                              |           |                |
|--|--|-------------|-------|---------------|-------------------------------------|-----------|----------|----------|---------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------------|----------------|---------------|-----------------|---------------|------------|-----------|---------------------------------------|------------------------------|-----------|----------------|
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |  |             |       |               |                                     |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                |               |                 |               |            |           | Q/D < 150                             | Reynolds < 2*10 <sup>6</sup> | V ≤ 40m/s | Pfinal ≥ 7mbar |
| Codo   | Tee  |             |       |               |                                     |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                |               |                 |               |            |           |                                       |                              |           |                |
| COCINA   | CM4-r1   | 25.5        | 2.31  | 25.86         | 0                                   | 0         | 0        | 0        | 0       | 0        | 3.66        | 29.52       | 3/4"-Cu   | 19.95           | 23.50          | 21.70         | descendente     | 15.45         | -0.779     | 1.019     | 0.12                                  | 2580.34                      | 2.05      |                |
|  | r1-t1  | 25.5        | 2.31  | 2.00          | 0                                   | 0         | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 2           | 3/4"-Cu   | 19.95           | 21.70          | 21.63         | horizontal      | 0.00          | 0.000      | 0.069     | 0.12                                  | 2580.34                      | 2.04      |                |
|  | t1-Cb  | 12          | 1.09  | 4.54          | 0                                   | 6         | 1        | 0        | 0       | 0        | 3.68        | 8.22        | 1/2"-Cu   | 13.84           | 21.63          | 21.23         | ascendente      | 0.40          | 0.020      | 0.419     | 0.08                                  | 1750.35                      | 2.00      |                |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |  |             |       |               |                                     |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                |               |                 |               |            |           | APROBADO                              |                              |           |                |
| TERMA  | CM4-r1   | 25.5        | 2.31  | 25.86         | 0                                   | 0         | 0        | 0        | 0       | 0        | 3.66        | 29.52       | 3/4"-Cu   | 19.95           | 23.50          | 21.70         | descendente     | 15.45         | -0.779     | 1.019     | 0.12                                  | 2580.34                      | 2.05      |                |
|  | r1-t1  | 25.5        | 2.31  | 2.00          | 0                                   | 0         | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 2           | 3/4"-Cu   | 19.95           | 21.70          | 21.63         | horizontal      | 0.00          | 0.000      | 0.069     | 0.12                                  | 2580.34                      | 2.04      |                |
|  | t1-t2  | 16          | 1.45  | 2.90          | 0                                   | 2         | 1        | 0        | 2.44    | 5.34     | 3/4"-Cu     | 19.95       | 21.63     | 19.95           | 21.63          | 21.59         | ascendente      | 0.70          | 0.035      | 0.079     | 0.07                                  | 1619.04                      | 1.28      |                |
| SECADORA   | t2-Te  | 11          | 1.00  | 2.5           | 0                                   | 6         | 0        | 1        | 3.06    | 5.56     | 1/2"-Cu     | 13.84       | 21.59     | 13.84           | 21.36          | 21.36         | ascendente      | 0.30          | 0.015      | 0.242     | 0.07                                  | 1604.49                      | 1.83      |                |
|  | Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |             |       |               |                                     |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                |               |                 |               |            |           |                                       | APROBADO                     |           |                |
|  | CM4-r1   | 25.5        | 2.31  | 25.86         | 0                                   | 0         | 0        | 0        | 0       | 0        | 3.66        | 29.52       | 3/4"-Cu   | 19.95           | 23.50          | 21.70         | descendente     | 15.45         | -0.779     | 1.019     | 0.12                                  | 2580.34                      | 2.05      |                |
| r1-t1  | 25.5   | 2.31        | 2.00  | 0             | 0                                   | 0         | 0        | 0        | 0       | 0        | 2           | 3/4"-Cu     | 19.95     | 21.70           | 21.63          | horizontal    | 0.00            | 0.000         | 0.069      | 0.12      | 2580.34                               | 2.04                         |           |                |
| t1-t2  | 16   | 1.45        | 2.90  | 0             | 2                                   | 1         | 0        | 2.44     | 5.34    | 3/4"-Cu  | 19.95       | 21.63       | 19.95     | 21.63           | 21.59          | ascendente    | 0.70            | 0.035         | 0.079      | 0.07      | 1619.04                               | 1.28                         |           |                |
| t2-Te  | 5  | 0.45        | 3.7   | 0             | 6                                   | 1         | 0        | 3.68     | 7.4     | 1/2"-Cu  | 13.84       | 21.59       | 13.84     | 21.54           | 21.54          | ascendente    | 0.50            | 0.025         | 0.077      | 0.03      | 729.31                                | 0.83                         |           |                |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |  |             |       |               |                                     |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                |               |                 |               |            |           | APROBADO                              |                              |           |                |
| DEPARTAMENTO 1103  |  |             |       |               |                                     |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                |               |                 |               |            |           |                                       |                              |           |                |
| COCINA   | CM4-r1   | 25.5        | 2.31  | 22.80         | 0                                   | 0         | 0        | 0        | 0       | 0        | 3.66        | 26.46       | 3/4"-Cu   | 19.95           | 23.50          | 21.97         | descendente     | 12.19         | -0.615     | 0.913     | 0.12                                  | 2580.34                      | 2.05      |                |
|  | r1-t1  | 25.5        | 2.31  | 2.00          | 0                                   | 0         | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 2           | 3/4"-Cu   | 19.95           | 21.97          | 21.90         | horizontal      | 0.00          | 0.000      | 0.069     | 0.12                                  | 2580.34                      | 2.04      |                |
|  | t1-t2  | 16          | 1.45  | 2.90          | 0                                   | 2         | 1        | 0        | 2.44    | 5.34     | 3/4"-Cu     | 19.95       | 21.86     | 19.95           | 21.86          | 21.86         | ascendente      | 0.70          | 0.035      | 0.079     | 0.07                                  | 1619.04                      | 1.28      |                |
| TERMA  | t2-Te  | 11          | 1.00  | 2.5           | 0                                   | 6         | 0        | 1        | 3.06    | 5.56     | 1/2"-Cu     | 13.84       | 21.86     | 13.84           | 21.63          | 21.63         | ascendente      | 0.30          | 0.015      | 0.242     | 0.07                                  | 1604.49                      | 1.83      |                |
|  | Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |             |       |               |                                     |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                |               |                 |               |            |           |                                       | APROBADO                     |           |                |
|  | CM4-r1   | 25.5        | 2.31  | 22.80         | 0                                   | 0         | 0        | 0        | 0       | 0        | 3.66        | 26.46       | 3/4"-Cu   | 19.95           | 23.50          | 21.97         | descendente     | 12.19         | -0.615     | 0.913     | 0.12                                  | 2580.34                      | 2.05      |                |
| r1-t1  | 25.5   | 2.31        | 2.00  | 0             | 0                                   | 0         | 0        | 0        | 0       | 0        | 2           | 3/4"-Cu     | 19.95     | 21.97           | 21.90          | horizontal    | 0.00            | 0.000         | 0.069      | 0.12      | 2580.34                               | 2.04                         |           |                |
| t1-t2  | 16   | 1.45        | 2.90  | 0             | 2                                   | 1         | 0        | 2.44     | 5.34    | 3/4"-Cu  | 19.95       | 21.86       | 19.95     | 21.86           | 21.86          | ascendente    | 0.70            | 0.035         | 0.079      | 0.07      | 1619.04                               | 1.28                         |           |                |
| t2-Te  | 5  | 0.45        | 3.7   | 0             | 6                                   | 1         | 0        | 3.68     | 7.4     | 1/2"-Cu  | 13.84       | 21.86       | 13.84     | 21.81           | 21.81          | ascendente    | 0.50            | 0.025         | 0.077      | 0.03      | 729.31                                | 0.83                         |           |                |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |  |             |       |               |                                     |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                |               |                 |               |            |           | APROBADO                              |                              |           |                |
| DEPARTAMENTO 1203  |  |             |       |               |                                     |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                |               |                 |               |            |           |                                       |                              |           |                |
| COCINA   | CM4-r1   | 25.5        | 2.31  | 20.82         | 0                                   | 0         | 0        | 0        | 0       | 0        | 3.66        | 24.48       | 3/4"-Cu   | 19.95           | 23.50          | 22.16         | descendente     | 9.82          | -0.495     | 0.845     | 0.12                                  | 2580.34                      | 2.05      |                |
|  | r1-t1  | 25.5        | 2.31  | 2.00          | 0                                   | 0         | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 2           | 3/4"-Cu   | 19.95           | 22.16          | 22.09         | horizontal      | 0.00          | 0.000      | 0.069     | 0.12                                  | 2580.34                      | 2.04      |                |
|  | t1-t2  | 16          | 1.45  | 2.90          | 0                                   | 2         | 1        | 0        | 2.44    | 5.34     | 3/4"-Cu     | 19.95       | 22.09     | 19.95           | 22.09          | 22.05         | ascendente      | 0.70          | 0.035      | 0.079     | 0.07                                  | 1619.04                      | 1.28      |                |
| TERMA  | t2-Te  | 11          | 1.00  | 2.5           | 0                                   | 6         | 0        | 1        | 3.06    | 5.56     | 1/2"-Cu     | 13.84       | 22.05     | 13.84           | 21.82          | 21.82         | ascendente      | 0.30          | 0.015      | 0.242     | 0.07                                  | 1604.49                      | 1.83      |                |
|  | Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |             |       |               |                                     |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                |               |                 |               |            |           |                                       | APROBADO                     |           |                |
|  | CM4-r1   | 25.5        | 2.31  | 20.82         | 0                                   | 0         | 0        | 0        | 0       | 0        | 3.66        | 24.48       | 3/4"-Cu   | 19.95           | 23.50          | 22.16         | descendente     | 9.82          | -0.495     | 0.845     | 0.12                                  | 2580.34                      | 2.05      |                |
| r1-t1  | 25.5   | 2.31        | 2.00  | 0             | 0                                   | 0         | 0        | 0        | 0       | 0        | 2           | 3/4"-Cu     | 19.95     | 22.16           | 22.09          | horizontal    | 0.00            | 0.000         | 0.069      | 0.12      | 2580.34                               | 2.04                         |           |                |
| t1-t2  | 16   | 1.45        | 2.90  | 0             | 2                                   | 1         | 0        | 2.44     | 5.34    | 3/4"-Cu  | 19.95       | 22.09       | 19.95     | 22.09           | 22.05          | ascendente    | 0.70            | 0.035         | 0.079      | 0.07      | 1619.04                               | 1.28                         |           |                |
| t2-Te  | 5  | 0.45        | 3.7   | 0             | 6                                   | 1         | 0        | 3.68     | 7.4     | 1/2"-Cu  | 13.84       | 22.05       | 13.84     | 22.05           | 22.00          | ascendente    | 0.50            | 0.025         | 0.077      | 0.03      | 729.31                                | 0.83                         |           |                |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |  |             |       |               |                                     |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                |               |                 |               |            |           | APROBADO                              |                              |           |                |
| SECADORA   | CM4-r1   | 25.5        | 2.31  | 20.82         | 0                                   | 0         | 0        | 0        | 0       | 0        | 3.66        | 24.48       | 3/4"-Cu   | 19.95           | 23.50          | 22.16         | descendente     | 9.82          | -0.495     | 0.845     | 0.12                                  | 2580.34                      | 2.05      |                |
|  | r1-t1  | 25.5        | 2.31  | 2.00          | 0                                   | 0         | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 2           | 3/4"-Cu   | 19.95           | 22.16          | 22.09         | horizontal      | 0.00          | 0.000      | 0.069     | 0.12                                  | 2580.34                      | 2.04      |                |
|  | t1-t2  | 16          | 1.45  | 2.90          | 0                                   | 2         | 1        | 0        | 2.44    | 5.34     | 3/4"-Cu     | 19.95       | 22.09     | 19.95           | 22.09          | 22.05         | ascendente      | 0.70          | 0.035      | 0.079     | 0.07                                  | 1619.04                      | 1.28      |                |
| t2-Te  | 5  | 0.45        | 3.7   | 0             | 6                                   | 1         | 0        | 3.68     | 7.4     | 1/2"-Cu  | 13.84       | 22.05       | 13.84     | 22.05           | 22.00          | ascendente    | 0.50            | 0.025         | 0.077      | 0.03      | 729.31                                | 0.83                         |           |                |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |  |             |       |               |                                     |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                |               |                 |               |            |           | APROBADO                              |                              |           |                |

**Tabla 78**

**Topología 3 - Cálculo de línea individual interior (5)**

| DEPARTAMENTO 1303  |        |               |                                      |           |          |          |         |          |             |            |          |                |                 |               |                 |               |            |           |                                      |                              |           |                |  |
|--|--------|---------------|--------------------------------------|-----------|----------|----------|---------|----------|-------------|------------|----------|----------------|-----------------|---------------|-----------------|---------------|------------|-----------|--------------------------------------|------------------------------|-----------|----------------|--|
| Artefacto  | Tramo  | Potencia (Kw) | Q <sub>60</sub> (m <sup>3</sup> /h.) | Lreal (m) | Codo 45° | Codo 90° | Tee 90° | Tee 180° | Lequiv. (m) | Ltotal (m) | Dnominal | Dinterior (mm) | Pinicial (mbar) | Pfinal (mbar) | Flujo del tramo | Lvertical (m) | Aph (mbar) | Ap (mbar) | Condiciones de validez "NTP 111.011" |                              |           |                |  |
|  |        |               |                                      |           |          |          |         |          |             |            |          |                |                 |               |                 |               |            |           | Q/D < 150                            | Reynolds < 2*10 <sup>5</sup> | V ≤ 40m/s | Pfinal ≥ 7mbar |  |
| COCINA   | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                                 | 18.21     | 0        | 6        | 0       | 0        | 3.66        | 21.87      | 3/4"-Cu  | 19.95          | 23.50           | 22.39         | descendente     | 7.00          | -0.353     | 0.755     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05      |                |  |
|  | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                 | 2.00      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 2          | 3/4"-Cu  | 19.95          | 22.39           | 22.32         | horizontal      | 0.00          | 0.000      | 0.069     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |                |  |
|  | t1-t2  | 16            | 1.45                                 | 2.90      | 0        | 2        | 1       | 0        | 2.44        | 5.34       | 3/4"-Cu  | 19.95          | 22.32           | 22.28         | ascendente      | 0.70          | 0.035      | 0.079     | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.28      |                |  |
|  | t2-Te  | 5             | 0.45                                 | 3.7       | 0        | 6        | 1       | 0        | 3.68        | 7.4        | 1/2"-Cu  | 13.84          | 22.28           | 22.05         | ascendente      | 0.30          | 0.015      | 0.242     | 0.07                                 | 1604.49                      | 1.83      |                |  |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |        |               |                                      |           |          |          |         |          |             |            |          |                |                 |               |                 |               |            |           | -0.333                               | 1.243                        | APROBADO  |                |  |
| TERMA  | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                                 | 18.21     | 0        | 6        | 0       | 0        | 3.66        | 21.87      | 3/4"-Cu  | 19.95          | 23.50           | 22.39         | descendente     | 7.00          | -0.353     | 0.755     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05      |                |  |
|  | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                 | 2.00      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 2          | 3/4"-Cu  | 19.95          | 22.39           | 22.32         | horizontal      | 0.00          | 0.000      | 0.069     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |                |  |
|  | t1-t2  | 16            | 1.45                                 | 2.90      | 0        | 2        | 1       | 0        | 2.44        | 5.34       | 3/4"-Cu  | 19.95          | 22.32           | 22.28         | ascendente      | 0.70          | 0.035      | 0.079     | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.28      |                |  |
|  | t2-Te  | 5             | 0.45                                 | 3.7       | 0        | 6        | 1       | 0        | 3.68        | 7.4        | 1/2"-Cu  | 13.84          | 22.28           | 22.05         | ascendente      | 0.30          | 0.015      | 0.242     | 0.07                                 | 1604.49                      | 1.83      |                |  |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |        |               |                                      |           |          |          |         |          |             |            |          |                |                 |               |                 |               |            |           | -0.303                               | 1.145                        | APROBADO  |                |  |
| SECADORA   | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                                 | 18.21     | 0        | 6        | 0       | 0        | 3.66        | 21.87      | 3/4"-Cu  | 19.95          | 23.50           | 22.39         | descendente     | 7.00          | -0.353     | 0.755     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05      |                |  |
|  | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                 | 2.00      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 2          | 3/4"-Cu  | 19.95          | 22.39           | 22.32         | horizontal      | 0.00          | 0.000      | 0.069     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |                |  |
|  | t1-t2  | 16            | 1.45                                 | 2.90      | 0        | 2        | 1       | 0        | 2.44        | 5.34       | 3/4"-Cu  | 19.95          | 22.32           | 22.28         | ascendente      | 0.70          | 0.035      | 0.079     | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.28      |                |  |
|  | t2-Te  | 5             | 0.45                                 | 3.7       | 0        | 6        | 1       | 0        | 3.68        | 7.4        | 1/2"-Cu  | 13.84          | 22.28           | 22.23         | ascendente      | 0.50          | 0.025      | 0.077     | 0.03                                 | 729.31                       | 0.83      |                |  |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |        |               |                                      |           |          |          |         |          |             |            |          |                |                 |               |                 |               |            |           | -0.292                               | 0.979                        | APROBADO  |                |  |
| DEPARTAMENTO 1403  |        |               |                                      |           |          |          |         |          |             |            |          |                |                 |               |                 |               |            |           |                                      |                              |           |                |  |
| Artefacto  | Tramo  | Potencia (Kw) | Q <sub>60</sub> (m <sup>3</sup> /h.) | Lreal (m) | Codo 45° | Codo 90° | Tee 90° | Tee 180° | Lequiv. (m) | Ltotal (m) | Dnominal | Dinterior (mm) | Pinicial (mbar) | Pfinal (mbar) | Flujo del tramo | Lvertical (m) | Aph (mbar) | Ap (mbar) | Condiciones de validez "NTP 111.011" |                              |           |                |  |
|  |        |               |                                      |           |          |          |         |          |             |            |          |                |                 |               |                 |               |            |           | Q/D < 150                            | Reynolds < 2*10 <sup>5</sup> | V ≤ 40m/s | Pfinal ≥ 7mbar |  |
| COCINA   | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                                 | 15.59     | 0        | 6        | 0       | 0        | 3.66        | 19.25      | 3/4"-Cu  | 19.95          | 23.50           | 22.62         | descendente     | 4.18          | -0.211     | 0.664     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05      |                |  |
|  | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                 | 2.00      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 2          | 3/4"-Cu  | 19.95          | 22.62           | 22.56         | horizontal      | 0.00          | 0.000      | 0.069     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |                |  |
|  | t1-t2  | 16            | 1.45                                 | 2.90      | 0        | 2        | 1       | 0        | 2.44        | 5.34       | 3/4"-Cu  | 19.95          | 22.56           | 22.51         | ascendente      | 0.70          | 0.035      | 0.079     | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.28      |                |  |
|  | t2-Te  | 5             | 0.45                                 | 3.7       | 0        | 6        | 1       | 0        | 3.68        | 7.4        | 1/2"-Cu  | 13.84          | 22.51           | 22.29         | ascendente      | 0.30          | 0.015      | 0.242     | 0.07                                 | 1604.49                      | 1.83      |                |  |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |        |               |                                      |           |          |          |         |          |             |            |          |                |                 |               |                 |               |            |           | -0.191                               | 1.153                        | APROBADO  |                |  |
| TERMA  | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                                 | 15.59     | 0        | 6        | 0       | 0        | 3.66        | 19.25      | 3/4"-Cu  | 19.95          | 23.50           | 22.62         | descendente     | 4.18          | -0.211     | 0.664     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05      |                |  |
|  | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                 | 2.00      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 2          | 3/4"-Cu  | 19.95          | 22.62           | 22.56         | horizontal      | 0.00          | 0.000      | 0.069     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |                |  |
|  | t1-t2  | 16            | 1.45                                 | 2.90      | 0        | 2        | 1       | 0        | 2.44        | 5.34       | 3/4"-Cu  | 19.95          | 22.56           | 22.51         | ascendente      | 0.70          | 0.035      | 0.079     | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.28      |                |  |
|  | t2-Te  | 5             | 0.45                                 | 3.7       | 0        | 6        | 1       | 0        | 3.68        | 7.4        | 1/2"-Cu  | 13.84          | 22.51           | 22.46         | ascendente      | 0.50          | 0.025      | 0.077     | 0.03                                 | 729.31                       | 0.83      |                |  |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |        |               |                                      |           |          |          |         |          |             |            |          |                |                 |               |                 |               |            |           | -0.150                               | 0.889                        | APROBADO  |                |  |
| SECADORA   | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                                 | 15.59     | 0        | 6        | 0       | 0        | 3.66        | 19.25      | 3/4"-Cu  | 19.95          | 23.50           | 22.62         | descendente     | 4.18          | -0.211     | 0.664     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05      |                |  |
|  | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                 | 2.00      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 2          | 3/4"-Cu  | 19.95          | 22.62           | 22.56         | horizontal      | 0.00          | 0.000      | 0.069     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |                |  |
|  | t1-t2  | 16            | 1.45                                 | 2.90      | 0        | 2        | 1       | 0        | 2.44        | 5.34       | 3/4"-Cu  | 19.95          | 22.56           | 22.51         | ascendente      | 0.70          | 0.035      | 0.079     | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.28      |                |  |
|  | t2-Te  | 5             | 0.45                                 | 3.7       | 0        | 6        | 1       | 0        | 3.68        | 7.4        | 1/2"-Cu  | 13.84          | 22.51           | 22.46         | ascendente      | 0.50          | 0.025      | 0.077     | 0.03                                 | 729.31                       | 0.83      |                |  |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |        |               |                                      |           |          |          |         |          |             |            |          |                |                 |               |                 |               |            |           | -0.150                               | 0.889                        | APROBADO  |                |  |

**Tabla 79**

**Topología 3 - Cálculo de línea individual interior (6)**

MONTANTE 2 - DEPARTAMENTOS: 102, 203, 303, 404, 504, 604, 704, 804, 904, 1004, 1104, 1204, 1304, 1404  
 CÁLCULO DE LA LÍNEA INDIVIDUAL INTERNA DE GNS  
 (FÓRMULA DE RENOARD LINEAL: Presión =< 100mbar)

Condiciones Estandar: Etapa 2°      Caída del medidor: 1.5 mbar      D relativa del GNS: 0.61      P.C.S. (GNS): 11.05      Kw-h/m³      Caída de presión máxima de 32%: 8mbar  
 Regulación: 25 mbar      Presión inicial: 23.5 mbar      Pot. Por Dpto.: 25.5 Kw      Presión atmos.f.(at): 1.013 bar      Unión de tuberías: Soldadas por capilaridad

| Antefacto | Tramo  | Potencia (Kw) | Q <sub>(at)</sub> (m³/h.) | Lreal (m) | Codo | Codo | Tee | Tee | Lequiv. (m) | Ltotal (m) | Dnominl | D.interior (mm) | Pfinal (mbar) | Pinitial (mbar) | Flujo del tramo | Lvertical (m) | Aph (mbar) | Ap (mbar) | Condiciones de validez "NTP 111.011" |                              |           |
|-----------|--------|---------------|---------------------------|-----------|------|------|-----|-----|-------------|------------|---------|-----------------|---------------|-----------------|-----------------|---------------|------------|-----------|--------------------------------------|------------------------------|-----------|
|           |        |               |                           |           |      |      |     |     |             |            |         |                 |               |                 |                 |               |            |           | Q/D < 1.50                           | Reynolds < 2*10 <sup>6</sup> | V ≤ 40m/s |
| COCINA    | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                      | 56.45     | 0    | 6    | 0   | 0   | 3.66        | 60.11      | 3/4"-Cu | 19.95           | 23.50         | 19.35           | descendente     | 41.20         | -2.078     | 2.075     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05      |
|           | r1-t1  | 25.5          | 2.31                      | 5.30      | 0    | 0    | 0   | 0   | 0           | 5.3        | 3/4"-Cu | 19.95           | 19.35         | 19.16           | horizontal      | 0.00          | 0.000      | 0.183     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |
|           | t1-t2  | 16            | 1.45                      | 2.40      | 0    | 1    | 1   | 0   | 1.83        | 4.23       | 3/4"-Cu | 19.95           | 19.16         | 19.14           | ascendente      | 0.70          | 0.035      | 0.063     | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.28      |
|           | t2-Te  | 11            | 1.00                      | 3.0       | 0    | 6    | 0   | 1   | 3.06        | 6.06       | 1/2"-Cu | 13.84           | 19.14         | 18.89           | ascendente      | 0.30          | 0.015      | 0.264     | 0.07                                 | 1604.49                      | 1.83      |
|           |        |               |                           |           |      |      |     |     |             |            |         |                 |               |                 |                 |               |            |           |                                      |                              |           |
| TERMA     | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                      | 56.45     | 0    | 6    | 0   | 0   | 3.66        | 60.11      | 3/4"-Cu | 19.95           | 23.50         | 19.35           | descendente     | 41.20         | -2.078     | 2.075     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05      |
|           | r1-t1  | 25.5          | 2.31                      | 5.30      | 0    | 0    | 0   | 0   | 0           | 5.3        | 3/4"-Cu | 19.95           | 19.35         | 19.16           | horizontal      | 0.00          | 0.000      | 0.183     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |
|           | t1-t2  | 16            | 1.45                      | 2.40      | 0    | 1    | 1   | 0   | 1.83        | 4.23       | 3/4"-Cu | 19.95           | 19.16         | 19.14           | ascendente      | 0.70          | 0.035      | 0.063     | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.28      |
|           | t2-Te  | 11            | 1.00                      | 3.0       | 0    | 6    | 0   | 1   | 3.06        | 6.06       | 1/2"-Cu | 13.84           | 19.14         | 18.89           | ascendente      | 0.30          | 0.015      | 0.264     | 0.07                                 | 1604.49                      | 1.83      |
|           |        |               |                           |           |      |      |     |     |             |            |         |                 |               |                 |                 |               |            |           |                                      |                              |           |
| SECADORA  | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                      | 56.45     | 0    | 6    | 0   | 0   | 3.66        | 60.11      | 3/4"-Cu | 19.95           | 23.50         | 19.35           | descendente     | 41.20         | -2.078     | 2.075     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05      |
|           | r1-t1  | 25.5          | 2.31                      | 5.30      | 0    | 0    | 0   | 0   | 0           | 5.3        | 3/4"-Cu | 19.95           | 19.35         | 19.16           | horizontal      | 0.00          | 0.000      | 0.183     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |
|           | t1-t2  | 16            | 1.45                      | 2.40      | 0    | 1    | 1   | 0   | 1.83        | 4.23       | 3/4"-Cu | 19.95           | 19.16         | 19.14           | ascendente      | 0.70          | 0.035      | 0.063     | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.28      |
|           | t2-Se  | 5             | 0.45                      | 3.2       | 0    | 6    | 1   | 0   | 3.68        | 6.92       | 1/2"-Cu | 13.84           | 19.14         | 19.09           | ascendente      | 0.50          | 0.025      | 0.072     | 0.03                                 | 729.31                       | 0.83      |
|           |        |               |                           |           |      |      |     |     |             |            |         |                 |               |                 |                 |               |            |           |                                      |                              |           |
| COCINA    | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                      | 53.83     | 0    | 6    | 0   | 0   | 3.66        | 57.49      | 3/4"-Cu | 19.95           | 23.50         | 19.58           | descendente     | 38.38         | -1.935     | 1.984     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05      |
|           | r1-t1  | 25.5          | 2.31                      | 5.30      | 0    | 0    | 0   | 0   | 0           | 5.3        | 3/4"-Cu | 19.95           | 19.58         | 19.40           | horizontal      | 0.00          | 0.000      | 0.183     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |
|           | t1-t2  | 16            | 1.45                      | 2.40      | 0    | 1    | 1   | 0   | 1.83        | 4.23       | 3/4"-Cu | 19.95           | 19.40         | 19.37           | ascendente      | 0.70          | 0.035      | 0.063     | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.28      |
|           | t2-Te  | 11            | 1.00                      | 3.0       | 0    | 6    | 0   | 1   | 3.06        | 6.06       | 1/2"-Cu | 13.84           | 19.37         | 19.12           | ascendente      | 0.30          | 0.015      | 0.264     | 0.07                                 | 1604.49                      | 1.83      |
|           |        |               |                           |           |      |      |     |     |             |            |         |                 |               |                 |                 |               |            |           |                                      |                              |           |
| TERMA     | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                      | 53.83     | 0    | 6    | 0   | 0   | 3.66        | 57.49      | 3/4"-Cu | 19.95           | 23.50         | 19.58           | descendente     | 38.38         | -1.935     | 1.984     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05      |
|           | r1-t1  | 25.5          | 2.31                      | 5.30      | 0    | 0    | 0   | 0   | 0           | 5.3        | 3/4"-Cu | 19.95           | 19.58         | 19.40           | horizontal      | 0.00          | 0.000      | 0.183     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |
|           | t1-t2  | 16            | 1.45                      | 2.40      | 0    | 1    | 1   | 0   | 1.83        | 4.23       | 3/4"-Cu | 19.95           | 19.40         | 19.37           | ascendente      | 0.70          | 0.035      | 0.063     | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.28      |
|           | t2-Te  | 11            | 1.00                      | 3.0       | 0    | 6    | 1   | 0   | 3.68        | 6.92       | 1/2"-Cu | 13.84           | 19.37         | 19.32           | ascendente      | 0.50          | 0.025      | 0.072     | 0.03                                 | 729.31                       | 0.83      |
|           |        |               |                           |           |      |      |     |     |             |            |         |                 |               |                 |                 |               |            |           |                                      |                              |           |
| SECADORA  | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                      | 53.83     | 0    | 6    | 0   | 0   | 3.66        | 57.49      | 3/4"-Cu | 19.95           | 23.50         | 19.58           | descendente     | 38.38         | -1.935     | 1.984     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05      |
|           | r1-t1  | 25.5          | 2.31                      | 5.30      | 0    | 0    | 0   | 0   | 0           | 5.3        | 3/4"-Cu | 19.95           | 19.58         | 19.40           | horizontal      | 0.00          | 0.000      | 0.183     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |
|           | t1-t2  | 16            | 1.45                      | 2.40      | 0    | 1    | 1   | 0   | 1.83        | 4.23       | 3/4"-Cu | 19.95           | 19.40         | 19.37           | ascendente      | 0.70          | 0.035      | 0.063     | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.28      |
|           | t2-Se  | 5             | 0.45                      | 3.2       | 0    | 6    | 1   | 0   | 3.68        | 6.92       | 1/2"-Cu | 13.84           | 19.37         | 19.32           | ascendente      | 0.50          | 0.025      | 0.072     | 0.03                                 | 729.31                       | 0.83      |
|           |        |               |                           |           |      |      |     |     |             |            |         |                 |               |                 |                 |               |            |           |                                      |                              |           |

**Tabla 80**

*Topología 3 - Cálculo de línea individual interior (7)*

| DEPARTAMENTO 303   |  |               |                                      |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                |               |                 |                              |            |                |                                     |         |       |       |
|--|--|---------------|--------------------------------------|-----------|----------|----------|---------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------------|----------------|---------------|-----------------|------------------------------|------------|----------------|-------------------------------------|---------|-------|-------|
| Artefacto  | Tramo  | Potencia (Kw) | Q <sub>60</sub> (m <sup>3</sup> /h.) | Lreal (m) | Codo 45° | Codo 90° | Tee 90° | Tee 180° | Lequiv. (m) | L total (m) | D nominal | D interior (mm) | Pnicial (mbar) | Pfinal (mbar) | Flujo del tramo | Lvertical (m)                | Aph (mbar) | Δp (mbar)      | Condiciones de validez "NTP 111.01" |         |       |       |
|  |  |               |                                      |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                |               | Q/D < 150       | Reynolds < 2*10 <sup>6</sup> | V ≤ 40m/s  | Pfinal ≥ 7mbar |                                     |         |       |       |
| COCINA   | CM4-r1   | 25.5          | 2.31                                 | 51.44     | 0        | 0        | 0       | 0        | 3.66        | 55.10       | 3/4"-Cu   | 19.95           | 23.50          | 19.81         | descendente     | 35.56                        | -1.793     | 1.902          | 0.12                                | 2580.34 | 2.05  | 19.16 |
|  | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                 | 5.30      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 5.3         | 3/4"-Cu   | 19.95           | 19.81          | 19.62         | horizontal      | 0.00                         | 0.000      | 0.183          | 0.12                                | 2580.34 | 2.04  |       |
|  | t1-t2  | 16            | 1.45                                 | 2.40      | 0        | 1        | 1       | 0        | 1.83        | 4.23        | 3/4"-Cu   | 19.95           | 19.62          | 19.59         | ascendente      | 0.70                         | 0.035      | 0.063          | 0.07                                | 1619.04 | 1.28  |       |
|  | t2-Te  | 11            | 1.00                                 | 3.0       | 0        | 6        | 1       | 0        | 3.06        | 6.06        | 1/2"-Cu   | 13.84           | 19.59          | 19.35         | ascendente      | 0.30                         | 0.015      | 0.264          | 0.07                                | 1604.49 | 1.83  |       |
|  | Cálculo de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |               |                                      |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                |               |                 | -1.773                       | 2.568      | APROBADO       |                                     |         |       |       |
|  | CM4-r1   | 25.5          | 2.31                                 | 51.44     | 0        | 0        | 0       | 0        | 3.66        | 55.10       | 3/4"-Cu   | 19.95           | 23.50          | 19.81         | descendente     | 35.56                        | -1.793     | 1.902          | 0.12                                | 2580.34 | 2.05  |       |
| r1-t1  | 25.5   | 2.31          | 5.30                                 | 0         | 0        | 0        | 0       | 0        | 5.3         | 3/4"-Cu     | 19.95     | 19.81           | 19.62          | horizontal    | 0.00            | 0.000                        | 0.183      | 0.12           | 2580.34                             | 2.04    | 19.35 |       |
| t1-t2  | 16   | 1.45          | 2.40                                 | 0         | 1        | 1        | 0       | 1.83     | 4.23        | 3/4"-Cu     | 19.95     | 19.62           | 19.59          | ascendente    | 0.70            | 0.035                        | 0.063      | 0.07           | 1619.04                             | 1.28    |       |       |
| t2-Te  | 11   | 1.00          | 3.0                                  | 0         | 6        | 1        | 0       | 3.06     | 6.92        | 1/2"-Cu     | 13.84     | 19.59           | 19.55          | ascendente    | 0.50            | 0.025                        | 0.072      | 0.03           | 729.31                              | 0.83    |       |       |
| Cálculo de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |  |               |                                      |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                |               | -1.733          | 2.219                        | APROBADO   |                |                                     |         |       |       |
| DEPARTAMENTO 404   |  |               |                                      |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                |               |                 |                              |            |                |                                     |         |       |       |
| Artefacto  | Tramo  | Potencia (Kw) | Q <sub>60</sub> (m <sup>3</sup> /h.) | Lreal (m) | Codo 45° | Codo 90° | Tee 90° | Tee 180° | Lequiv. (m) | L total (m) | D nominal | D interior (mm) | Pnicial (mbar) | Pfinal (mbar) | Flujo del tramo | Lvertical (m)                | Aph (mbar) | Δp (mbar)      | Condiciones de validez "NTP 111.01" |         |       |       |
|  |  |               |                                      |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                |               | Q/D < 150       | Reynolds < 2*10 <sup>6</sup> | V ≤ 40m/s  | Pfinal ≥ 7mbar |                                     |         |       |       |
| COCINA   | CM4-r1   | 25.5          | 2.31                                 | 48.82     | 0        | 0        | 0       | 0        | 3.66        | 52.48       | 3/4"-Cu   | 19.95           | 23.50          | 20.04         | descendente     | 32.74                        | -1.651     | 1.811          | 0.12                                | 2580.34 | 2.05  | 19.39 |
|  | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                 | 5.30      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 5.3         | 3/4"-Cu   | 19.95           | 20.04          | 19.85         | horizontal      | 0.00                         | 0.000      | 0.183          | 0.12                                | 2580.34 | 2.04  |       |
|  | t1-t2  | 16            | 1.45                                 | 2.40      | 0        | 1        | 1       | 0        | 1.83        | 4.23        | 3/4"-Cu   | 19.95           | 19.85          | 19.83         | ascendente      | 0.70                         | 0.035      | 0.063          | 0.07                                | 1619.04 | 1.28  |       |
|  | t2-Te  | 11            | 1.00                                 | 3.0       | 0        | 6        | 1       | 0        | 3.06        | 6.92        | 1/2"-Cu   | 13.84           | 19.83          | 19.58         | ascendente      | 0.30                         | 0.015      | 0.264          | 0.07                                | 1604.49 | 1.83  |       |
|  | Cálculo de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |               |                                      |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                |               |                 | -1.631                       | 2.477      | APROBADO       |                                     |         |       |       |
|  | CM4-r1   | 25.5          | 2.31                                 | 48.82     | 0        | 0        | 0       | 0        | 3.66        | 52.48       | 3/4"-Cu   | 19.95           | 23.50          | 20.04         | descendente     | 32.74                        | -1.651     | 1.811          | 0.12                                | 2580.34 | 2.05  |       |
| r1-t1  | 25.5   | 2.31          | 5.30                                 | 0         | 0        | 0        | 0       | 0        | 5.3         | 3/4"-Cu     | 19.95     | 20.04           | 19.85          | horizontal    | 0.00            | 0.000                        | 0.183      | 0.12           | 2580.34                             | 2.04    | 19.58 |       |
| t1-t2  | 16   | 1.45          | 2.40                                 | 0         | 1        | 1        | 0       | 1.83     | 4.23        | 3/4"-Cu     | 19.95     | 19.85           | 19.83          | ascendente    | 0.70            | 0.035                        | 0.063      | 0.07           | 1619.04                             | 1.28    |       |       |
| t2-Te  | 11   | 1.00          | 3.0                                  | 0         | 6        | 1        | 0       | 3.06     | 6.92        | 1/2"-Cu     | 13.84     | 19.83           | 19.78          | ascendente    | 0.50            | 0.025                        | 0.072      | 0.03           | 729.31                              | 0.83    |       |       |
| Cálculo de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |  |               |                                      |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                |               | -1.590          | 2.128                        | APROBADO   |                |                                     |         |       |       |
| DEPARTAMENTO 504   |  |               |                                      |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                |               |                 |                              |            |                |                                     |         |       |       |
| Artefacto  | Tramo  | Potencia (Kw) | Q <sub>60</sub> (m <sup>3</sup> /h.) | Lreal (m) | Codo 45° | Codo 90° | Tee 90° | Tee 180° | Lequiv. (m) | L total (m) | D nominal | D interior (mm) | Pnicial (mbar) | Pfinal (mbar) | Flujo del tramo | Lvertical (m)                | Aph (mbar) | Δp (mbar)      | Condiciones de validez "NTP 111.01" |         |       |       |
|  |  |               |                                      |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                |               | Q/D < 150       | Reynolds < 2*10 <sup>6</sup> | V ≤ 40m/s  | Pfinal ≥ 7mbar |                                     |         |       |       |
| COCINA   | CM4-r1   | 25.5          | 2.31                                 | 46.18     | 0        | 0        | 0       | 0        | 3.66        | 49.84       | 3/4"-Cu   | 19.95           | 23.50          | 20.27         | descendente     | 29.91                        | -1.508     | 1.720          | 0.12                                | 2580.34 | 2.05  | 19.63 |
|  | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                 | 5.30      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 5.3         | 3/4"-Cu   | 19.95           | 20.27          | 20.09         | horizontal      | 0.00                         | 0.000      | 0.183          | 0.12                                | 2580.34 | 2.04  |       |
|  | t1-t2  | 16            | 1.45                                 | 2.40      | 0        | 1        | 1       | 0        | 1.83        | 4.23        | 3/4"-Cu   | 19.95           | 20.09          | 20.06         | ascendente      | 0.70                         | 0.035      | 0.063          | 0.07                                | 1619.04 | 1.28  |       |
|  | t2-Te  | 11            | 1.00                                 | 3.0       | 0        | 6        | 1       | 0        | 3.06        | 6.92        | 1/2"-Cu   | 13.84           | 20.06          | 19.81         | ascendente      | 0.30                         | 0.015      | 0.264          | 0.07                                | 1604.49 | 1.83  |       |
|  | Cálculo de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |               |                                      |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                |               |                 | -1.488                       | 2.386      | APROBADO       |                                     |         |       |       |
|  | CM4-r1   | 25.5          | 2.31                                 | 46.18     | 0        | 0        | 0       | 0        | 3.66        | 49.84       | 3/4"-Cu   | 19.95           | 23.50          | 20.27         | descendente     | 29.91                        | -1.508     | 1.720          | 0.12                                | 2580.34 | 2.05  |       |
| r1-t1  | 25.5   | 2.31          | 5.30                                 | 0         | 0        | 0        | 0       | 0        | 5.3         | 3/4"-Cu     | 19.95     | 20.27           | 20.09          | horizontal    | 0.00            | 0.000                        | 0.183      | 0.12           | 2580.34                             | 2.04    | 19.81 |       |
| t1-t2  | 16   | 1.45          | 2.40                                 | 0         | 1        | 1        | 0       | 1.83     | 4.23        | 3/4"-Cu     | 19.95     | 20.09           | 20.06          | ascendente    | 0.70            | 0.035                        | 0.063      | 0.07           | 1619.04                             | 1.28    |       |       |
| t2-Te  | 11   | 1.00          | 3.0                                  | 0         | 6        | 1        | 0       | 3.06     | 6.92        | 1/2"-Cu     | 13.84     | 20.06           | 20.01          | ascendente    | 0.50            | 0.025                        | 0.072      | 0.03           | 729.31                              | 0.83    |       |       |
| Cálculo de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |  |               |                                      |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                |               | -1.448          | 2.037                        | APROBADO   |                |                                     |         |       |       |

**Tabla 81**

**Topología 3 - Cálculo de línea individual interior (8)**

| DEPARTAMENTO 604   |  |               |  |           |      |          |     |         |          |             |             |               |                |                |               |                 |               |            |           |                                      |                              |           |
|--|--|---------------|--|-----------|------|----------|-----|---------|----------|-------------|-------------|---------------|----------------|----------------|---------------|-----------------|---------------|------------|-----------|--------------------------------------|------------------------------|-----------|
| Artefacto  | Tramo  | Potencia (Kw) | Q <sub>(60)</sub> (m <sup>3</sup> /h.) | Lreal (m) | Codo | Codo 90° | Tee | Tee 90° | Tee 180° | Lequiv. (m) | L total (m) | Dnominal (mm) | Dinterior (mm) | Pnicial (mbar) | Pfinal (mbar) | Flujo del tramo | Lvertical (m) | Aph (mbar) | Ap (mbar) | Condiciones de validez "NTP 111.011" |                              |           |
|  |  |               |  |           |      |          |     |         |          |             |             |               |                |                |               |                 |               |            |           | Q/D < 150                            | Reynolds < 2*10 <sup>6</sup> | V ≤ 40m/s |
| COCINA   | CM4-r1   | 25.5          | 2.31                                   | 43.58     | 0    | 6        | 0   | 0       | 0        | 3.66        | 47.24       | 3/4"-Cu       | 19.95          | 23.50          | 20.50         | descendente     | 27.10         | -1.367     | 1.630     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05      |
|  | r1-tl  | 25.5          | 2.31                                   | 5.30      | 0    | 0        | 0   | 0       | 0        | 0           | 5.3         | 3/4"-Cu       | 19.95          | 20.50          | 20.32         | horizontal      | 0.00          | 0.000      | 0.483     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |
|  | tl-Co  | 12            | 1.09                                   | 5.33      | 0    | 7        | 1   | 0       | 0        | 4.14        | 9.47        | 1/2"-Cu       | 13.84          | 20.32          | 19.86         | ascendente      | 0.40          | 0.020      | 0.483     | 0.08                                 | 1750.35                      | 2.00      |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |  |               |  |           |      |          |     |         |          |             |             |               |                |                |               |                 |               |            |           |                                      |                              |           |
| TERMA  | CM4-r1   | 25.5          | 2.31                                   | 43.58     | 0    | 6        | 0   | 0       | 0        | 3.66        | 47.24       | 3/4"-Cu       | 19.95          | 23.50          | 20.50         | descendente     | 27.10         | -1.367     | 1.630     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05      |
|  | r1-tl  | 25.5          | 2.31                                   | 5.30      | 0    | 0        | 0   | 0       | 0        | 0           | 5.3         | 3/4"-Cu       | 19.95          | 20.50          | 20.32         | horizontal      | 0.00          | 0.000      | 0.183     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |
|  | tl-t2  | 16            | 1.45                                   | 2.40      | 0    | 1        | 1   | 0       | 0        | 1.83        | 4.23        | 3/4"-Cu       | 19.95          | 20.32          | 20.29         | ascendente      | 0.70          | 0.035      | 0.063     | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.28      |
| SECADORA   | t2-Te  | 11            | 1.00                                   | 3.0       | 0    | 6        | 0   | 1       | 0        | 3.06        | 6.06        | 1/2"-Cu       | 13.84          | 20.29          | 20.04         | ascendente      | 0.30          | 0.015      | 0.264     | 0.07                                 | 1604.49                      | 1.83      |
|  | CM4-r1   | 25.5          | 2.31                                   | 43.58     | 0    | 6        | 0   | 0       | 0        | 3.66        | 47.24       | 3/4"-Cu       | 19.95          | 23.50          | 20.50         | descendente     | 27.10         | -1.367     | 1.630     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05      |
|  | r1-tl  | 25.5          | 2.31                                   | 5.30      | 0    | 0        | 0   | 0       | 0        | 0           | 5.3         | 3/4"-Cu       | 19.95          | 20.50          | 20.32         | horizontal      | 0.00          | 0.000      | 0.183     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |
| SECADORA   | tl-t2  | 16            | 1.45                                   | 2.40      | 0    | 1        | 1   | 0       | 0        | 1.83        | 4.23        | 3/4"-Cu       | 19.95          | 20.32          | 20.29         | ascendente      | 0.70          | 0.035      | 0.063     | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.28      |
|  | t2-Se  | 5             | 0.45                                   | 3.2       | 0    | 6        | 1   | 0       | 0        | 3.68        | 6.92        | 1/2"-Cu       | 13.84          | 20.29          | 20.25         | ascendente      | 0.50          | 0.025      | 0.072     | 0.03                                 | 729.31                       | 0.83      |
|  | Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |               |  |           |      |          |     |         |          |             |             |               |                |                |               |                 |               |            |           |                                      |                              |           |
| DEPARTAMENTO 704   |  |               |  |           |      |          |     |         |          |             |             |               |                |                |               |                 |               |            |           |                                      |                              |           |
| COCINA   | CM4-r1   | 25.5          | 2.31                                   | 38.90     | 0    | 6        | 0   | 0       | 0        | 3.66        | 42.56       | 3/4"-Cu       | 19.95          | 23.50          | 20.78         | descendente     | 24.72         | -1.247     | 1.469     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05      |
|  | r1-tl  | 25.5          | 2.31                                   | 5.30      | 0    | 0        | 0   | 0       | 0        | 0           | 5.3         | 3/4"-Cu       | 19.95          | 20.78          | 20.60         | horizontal      | 0.00          | 0.000      | 0.183     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |
|  | tl-t2  | 16            | 1.45                                   | 2.40      | 0    | 1        | 1   | 0       | 0        | 1.83        | 4.23        | 3/4"-Cu       | 19.95          | 20.60          | 20.57         | ascendente      | 0.70          | 0.035      | 0.063     | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.28      |
| TERMA  | t2-Te  | 11            | 1.00                                   | 3.0       | 0    | 6        | 0   | 1       | 0        | 3.06        | 6.06        | 1/2"-Cu       | 13.84          | 20.57          | 20.33         | ascendente      | 0.30          | 0.015      | 0.264     | 0.07                                 | 1604.49                      | 1.83      |
|  | CM4-r1   | 25.5          | 2.31                                   | 38.90     | 0    | 6        | 0   | 0       | 0        | 3.66        | 42.56       | 3/4"-Cu       | 19.95          | 23.50          | 20.78         | descendente     | 24.72         | -1.247     | 1.469     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05      |
|  | r1-tl  | 25.5          | 2.31                                   | 5.30      | 0    | 0        | 0   | 0       | 0        | 0           | 5.3         | 3/4"-Cu       | 19.95          | 20.78          | 20.60         | horizontal      | 0.00          | 0.000      | 0.183     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |
| SECADORA   | tl-t2  | 16            | 1.45                                   | 2.40      | 0    | 1        | 1   | 0       | 0        | 1.83        | 4.23        | 3/4"-Cu       | 19.95          | 20.60          | 20.57         | ascendente      | 0.70          | 0.035      | 0.063     | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.28      |
|  | t2-Se  | 5             | 0.45                                   | 3.2       | 0    | 6        | 1   | 0       | 0        | 3.68        | 6.92        | 1/2"-Cu       | 13.84          | 20.57          | 20.53         | ascendente      | 0.50          | 0.025      | 0.072     | 0.03                                 | 729.31                       | 0.83      |
|  | Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |               |  |           |      |          |     |         |          |             |             |               |                |                |               |                 |               |            |           |                                      |                              |           |
| DEPARTAMENTO 804   |  |               |  |           |      |          |     |         |          |             |             |               |                |                |               |                 |               |            |           |                                      |                              |           |
| COCINA   | CM4-r1   | 25.5          | 2.31                                   | 36.29     | 0    | 6        | 0   | 0       | 0        | 3.66        | 39.95       | 3/4"-Cu       | 19.95          | 23.50          | 21.02         | descendente     | 21.91         | -1.105     | 1.379     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05      |
|  | r1-tl  | 25.5          | 2.31                                   | 5.30      | 0    | 0        | 0   | 0       | 0        | 0           | 5.3         | 3/4"-Cu       | 19.95          | 21.02          | 20.83         | horizontal      | 0.00          | 0.000      | 0.183     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |
|  | tl-t2  | 16            | 1.45                                   | 2.40      | 0    | 1        | 1   | 0       | 0        | 1.83        | 4.23        | 3/4"-Cu       | 19.95          | 20.83          | 20.81         | ascendente      | 0.70          | 0.035      | 0.063     | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.28      |
| TERMA  | t2-Te  | 11            | 1.00                                   | 3.0       | 0    | 6        | 0   | 1       | 0        | 3.06        | 6.06        | 1/2"-Cu       | 13.84          | 20.81          | 20.56         | ascendente      | 0.30          | 0.015      | 0.264     | 0.07                                 | 1604.49                      | 1.83      |
|  | CM4-r1   | 25.5          | 2.31                                   | 36.29     | 0    | 6        | 0   | 0       | 0        | 3.66        | 39.95       | 3/4"-Cu       | 19.95          | 23.50          | 21.02         | descendente     | 21.91         | -1.105     | 1.379     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05      |
|  | r1-tl  | 25.5          | 2.31                                   | 5.30      | 0    | 0        | 0   | 0       | 0        | 0           | 5.3         | 3/4"-Cu       | 19.95          | 21.02          | 20.83         | horizontal      | 0.00          | 0.000      | 0.183     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |
| SECADORA   | tl-t2  | 16            | 1.45                                   | 2.40      | 0    | 1        | 1   | 0       | 0        | 1.83        | 4.23        | 3/4"-Cu       | 19.95          | 20.83          | 20.81         | ascendente      | 0.70          | 0.035      | 0.063     | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.28      |
|  | t2-Se  | 5             | 0.45                                   | 3.2       | 0    | 6        | 1   | 0       | 0        | 3.68        | 6.92        | 1/2"-Cu       | 13.84          | 20.81          | 20.76         | ascendente      | 0.50          | 0.025      | 0.072     | 0.03                                 | 729.31                       | 0.83      |
|  | Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |               |  |           |      |          |     |         |          |             |             |               |                |                |               |                 |               |            |           |                                      |                              |           |







**Tabla 84**

**Topología 3 - Cálculo de línea individual interior (11)**

MONTANTE 3 - DEPARTAMENTOS: 103, 204, 304, 405, 505, 605, 705, 805, 905, 1005, 1105, 1205, 1305, 1405  
 CÁLCULOS DE LA LÍNEA INDIVIDUAL INTERNA DE GNS  
 (FORMULA DE RENOUIARD LINEAL: Presión ≈ 100mbar)

Condiciones Estandar: Regulación: 2° Elapa 1.5 mbar Caída del medidor: 23.5 mbar Pot. Por Dpto.: Kw D relativa del GNS: 0.61 P.C.S. (GNS): Kw-h/m³ 11.05 Cálculo de presión máxima de 32%: 8mbar Presión regulada: 25 mbar Presión inicial: 23.5 mbar Presión atmosférica: 1.013 bar Unión de tuberías: Soldadas por capilaridad

**DEPARTAMENTO 103**

| Artefacto | Tramo  | Potencia (Kw) | Q <sub>(s)</sub> (m³/h.) | Lreal (m) | Codo 45° | Codo 90° | Tee 90° | Tee 180° | Lequiv. (m) | Ltotal (m) | D.nominal | D.interior (mm.) | P.inicial (mbar) | P.final (mbar) | Flujo del tramo | Lvertical (m) | Aph (mbar) | Ap (mbar) | Condiciones de validez "NTP 111.011" |                              |           |                |
|-----------|--------|---------------|--------------------------|-----------|----------|----------|---------|----------|-------------|------------|-----------|------------------|------------------|----------------|-----------------|---------------|------------|-----------|--------------------------------------|------------------------------|-----------|----------------|
|           |        |               |                          |           |          |          |         |          |             |            |           |                  |                  |                |                 |               |            |           | Q/D < 150                            | Reynolds < 2*10 <sup>6</sup> | V ≤ 40m/s | Pfinal ≥ 7mbar |
| COCINA    | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                     | 53.80     | 0        | 7        | 0       | 0        | 4.27        | 58.07      | 3/4" - Cu | 19.95            | 19.37            | 19.37          | descendente     | 42.06         | -2.121     | 2.004     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05      | 18.99          |
|           | r1-t1  | 25.5          | 2.31                     | 0.70      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 0.7        | 3/4" - Cu | 19.95            | 19.37            | 19.35          | horizontal      | 0.00          | 0.000      | 0.024     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |                |
|           | t1-t2  | 16            | 1.45                     | 1.23      | 0        | 1        | 1       | 0        | 1.83        | 3.06       | 3/4" - Cu | 19.95            | 19.35            | 19.34          | ascendente      | 0.70          | 0.035      | 0.045     | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.28      | 19.05          |
| TERMA     | t2-Te  | 11            | 1.00                     | 4.0       | 0        | 5        | 1       | 0        | 3.22        | 7.19       | 1/2" - Cu | 13.84            | 19.34            | 19.05          | ascendente      | 0.40          | 0.020      | 0.313     | 0.07                                 | 1604.49                      | 1.83      |                |
|           | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                     | 53.80     | 0        | 7        | 0       | 0        | 4.27        | 58.07      | 3/4" - Cu | 19.95            | 23.50            | 19.37          | descendente     | 42.06         | -2.121     | 2.004     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05      |                |
|           | r1-t1  | 25.5          | 2.31                     | 0.70      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 0.7        | 3/4" - Cu | 19.95            | 19.37            | 19.35          | horizontal      | 0.00          | 0.000      | 0.024     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |                |
| SECADORA  | t1-t2  | 16            | 1.45                     | 1.23      | 0        | 1        | 1       | 0        | 1.83        | 3.06       | 3/4" - Cu | 19.95            | 19.35            | 19.34          | ascendente      | 0.70          | 0.035      | 0.045     | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.28      | 19.29          |
|           | t2-Se  | 5             | 0.45                     | 3.3       | 0        | 7        | 0       | 1        | 3.52        | 6.78       | 1/2" - Cu | 13.84            | 19.34            | 19.29          | ascendente      | 0.40          | 0.020      | 0.070     | 0.03                                 | 729.31                       | 0.83      |                |
|           | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                     | 53.80     | 0        | 7        | 0       | 0        | 4.27        | 58.07      | 3/4" - Cu | 19.95            | 23.50            | 19.37          | descendente     | 42.06         | -2.121     | 2.004     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05      |                |

**DEPARTAMENTO 204**

| Artefacto | Tramo  | Potencia (Kw) | Q <sub>(s)</sub> (m³/h.) | Lreal (m) | Codo 45° | Codo 90° | Tee 90° | Tee 180° | Lequiv. (m) | Ltotal (m) | D.nominal | D.interior (mm.) | P.inicial (mbar) | P.final (mbar) | Flujo del tramo | Lvertical (m) | Aph (mbar) | Ap (mbar) | Condiciones de validez "NTP 111.011" |                              |           |                |
|-----------|--------|---------------|--------------------------|-----------|----------|----------|---------|----------|-------------|------------|-----------|------------------|------------------|----------------|-----------------|---------------|------------|-----------|--------------------------------------|------------------------------|-----------|----------------|
|           |        |               |                          |           |          |          |         |          |             |            |           |                  |                  |                |                 |               |            |           | Q/D < 150                            | Reynolds < 2*10 <sup>6</sup> | V ≤ 40m/s | Pfinal ≥ 7mbar |
| COCINA    | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                     | 49.16     | 0        | 7        | 0       | 0        | 4.27        | 53.43      | 3/4" - Cu | 19.95            | 19.68            | 19.68          | descendente     | 39.21         | -1.977     | 1.844     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05      | 19.29          |
|           | r1-t1  | 25.5          | 2.31                     | 0.50      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 0.5        | 3/4" - Cu | 19.95            | 19.68            | 19.66          | horizontal      | 0.00          | 0.000      | 0.017     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |                |
|           | t1-t2  | 16            | 1.45                     | 3.10      | 0        | 1        | 1       | 0        | 1.83        | 4.93       | 3/4" - Cu | 19.95            | 19.66            | 19.62          | ascendente      | 0.70          | 0.035      | 0.073     | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.28      | 19.31          |
| TERMA     | t2-Te  | 11            | 1.00                     | 4.1       | 0        | 6        | 1       | 0        | 3.68        | 7.78       | 1/2" - Cu | 13.84            | 19.62            | 19.31          | ascendente      | 0.40          | 0.020      | 0.339     | 0.07                                 | 1604.49                      | 1.83      |                |
|           | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                     | 49.16     | 0        | 7        | 0       | 0        | 4.27        | 53.43      | 3/4" - Cu | 19.95            | 23.50            | 19.68          | descendente     | 39.21         | -1.977     | 1.844     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05      |                |
|           | r1-t1  | 25.5          | 2.31                     | 0.50      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 0.5        | 3/4" - Cu | 19.95            | 19.68            | 19.66          | horizontal      | 0.00          | 0.000      | 0.017     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |                |
| SECADORA  | t1-t2  | 16            | 1.45                     | 3.10      | 0        | 1        | 1       | 0        | 1.83        | 4.93       | 3/4" - Cu | 19.95            | 19.66            | 19.62          | ascendente      | 0.70          | 0.035      | 0.073     | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.28      | 19.57          |
|           | t2-Se  | 5             | 0.45                     | 3.5       | 0        | 7        | 0       | 1        | 3.52        | 7.02       | 1/2" - Cu | 13.84            | 19.62            | 19.57          | ascendente      | 0.40          | 0.020      | 0.073     | 0.03                                 | 729.31                       | 0.83      |                |
|           | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                     | 49.16     | 0        | 7        | 0       | 0        | 4.27        | 53.43      | 3/4" - Cu | 19.95            | 23.50            | 19.68          | descendente     | 39.21         | -1.977     | 1.844     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05      |                |

**Tabla 85**

**Topología 3 - Cálculo de línea individual interior (12)**

| DEPARTAMENTO 304   |       |               |                                       |           |          |          |         |          |             |            |           |                  |                  |                |                 |                |            |           |                                      |         |
|--|-------|---------------|---------------------------------------|-----------|----------|----------|---------|----------|-------------|------------|-----------|------------------|------------------|----------------|-----------------|----------------|------------|-----------|--------------------------------------|---------|
| Artefacto  | Tramo | Potencia (Kw) | Q <sub>(0)</sub> (m <sup>3</sup> /h.) | Lreal (m) | Codo 45° | Codo 90° | Tee 90° | Tee 180° | Lequiv. (m) | Ltotal (m) | D nominal | D interior (mm.) | P inicial (mbar) | P final (mbar) | Flujo del tramo | L vertical (m) | Aph (mbar) | Δp (mbar) | Condiciones de validez "NTP 111.011" |         |
|  |       |               |                                       |           |          |          |         |          |             |            |           |                  |                  |                |                 |                |            |           |                                      |         |
| COCINA   |       |               |                                       |           |          |          |         |          |             |            |           |                  |                  |                |                 |                |            |           |                                      |         |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |       |               |                                       |           |          |          |         |          |             |            |           |                  |                  |                |                 |                |            |           |                                      |         |
| CM4-r1   | r1-t1 | 25.5          | 2.31                                  | 45.93     | 0        | 7        | 0       | 0        | 4.27        | 50.20      | 3/4"-Cu   | 19.95            | 23.50            | 19.94          | descendente     | 36.33          | -1.832     | 1.733     | 0.12                                 | 2580.34 |
| r1-t1  | r1-t1 | 25.5          | 2.31                                  | 3.10      | 0        | 1        | 1       | 0        | 1.83        | 4.93       | 3/4"-Cu   | 19.95            | 19.94            | 19.92          | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.017     | 0.12                                 | 2580.34 |
| t1-t2  | t1-t2 | 16            | 1.45                                  | 3.10      | 0        | 1        | 1       | 0        | 3.68        | 7.78       | 1/2"-Cu   | 13.84            | 19.88            | 19.56          | ascendente      | 0.40           | 0.020      | 0.396     | 0.08                                 | 1750.35 |
| t2-Te  | t2-Te | 11            | 1.00                                  | 4.1       | 0        | 6        | 1       | 0        | 3.52        | 7.76       | 1/2"-Cu   | 13.84            | 19.92            | 19.54          | ascendente      | 0.40           | 0.020      | 0.396     | 0.08                                 | 1750.35 |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |       |               |                                       |           |          |          |         |          |             |            |           |                  |                  |                |                 |                |            |           |                                      |         |
| CM4-r1   | r1-t1 | 25.5          | 2.31                                  | 45.93     | 0        | 7        | 0       | 0        | 4.27        | 50.20      | 3/4"-Cu   | 19.95            | 23.50            | 19.94          | descendente     | 36.33          | -1.812     | 2.146     | 0.12                                 | 2580.34 |
| r1-t1  | r1-t1 | 25.5          | 2.31                                  | 0.50      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0.5         | 0.5        | 3/4"-Cu   | 19.95            | 19.94            | 19.92          | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.017     | 0.12                                 | 2580.34 |
| t1-t2  | t1-t2 | 16            | 1.45                                  | 3.10      | 0        | 1        | 1       | 0        | 1.83        | 4.93       | 3/4"-Cu   | 19.95            | 19.92            | 19.88          | ascendente      | 0.70           | 0.035      | 0.073     | 0.07                                 | 1619.04 |
| t2-Te  | t2-Te | 11            | 1.00                                  | 4.1       | 0        | 6        | 1       | 0        | 3.68        | 7.78       | 1/2"-Cu   | 13.84            | 19.88            | 19.56          | ascendente      | 0.40           | 0.020      | 0.399     | 0.07                                 | 1604.49 |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |       |               |                                       |           |          |          |         |          |             |            |           |                  |                  |                |                 |                |            |           |                                      |         |
| CM4-r1   | r1-t1 | 25.5          | 2.31                                  | 45.93     | 0        | 7        | 0       | 0        | 4.27        | 50.20      | 3/4"-Cu   | 19.95            | 23.50            | 19.94          | descendente     | 36.33          | -1.777     | 2.161     | 0.12                                 | 2580.34 |
| r1-t1  | r1-t1 | 25.5          | 2.31                                  | 0.50      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0.5         | 0.5        | 3/4"-Cu   | 19.95            | 19.94            | 19.92          | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.017     | 0.12                                 | 2580.34 |
| t1-t2  | t1-t2 | 16            | 1.45                                  | 3.10      | 0        | 1        | 1       | 0        | 1.83        | 4.93       | 3/4"-Cu   | 19.95            | 19.92            | 19.88          | ascendente      | 0.70           | 0.035      | 0.073     | 0.07                                 | 1619.04 |
| t2-Se  | t2-Se | 5             | 0.45                                  | 3.5       | 0        | 7        | 0       | 1        | 3.52        | 7.02       | 1/2"-Cu   | 13.84            | 19.88            | 19.83          | ascendente      | 0.40           | 0.020      | 0.073     | 0.03                                 | 729.31  |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |       |               |                                       |           |          |          |         |          |             |            |           |                  |                  |                |                 |                |            |           |                                      |         |
| -1.777 1.895 APROBADO  |       |               |                                       |           |          |          |         |          |             |            |           |                  |                  |                |                 |                |            |           |                                      |         |
| 19.83  |       |               |                                       |           |          |          |         |          |             |            |           |                  |                  |                |                 |                |            |           |                                      |         |
| DEPARTAMENTO 405   |       |               |                                       |           |          |          |         |          |             |            |           |                  |                  |                |                 |                |            |           |                                      |         |
| Artefacto  | Tramo | Potencia (Kw) | Q <sub>(0)</sub> (m <sup>3</sup> /h.) | Lreal (m) | Codo 45° | Codo 90° | Tee 90° | Tee 180° | Lequiv. (m) | Ltotal (m) | D nominal | D interior (mm.) | P inicial (mbar) | P final (mbar) | Flujo del tramo | L vertical (m) | Aph (mbar) | Δp (mbar) | Condiciones de validez "NTP 111.011" |         |
|  |       |               |                                       |           |          |          |         |          |             |            |           |                  |                  |                |                 |                |            |           |                                      |         |
| COCINA   |       |               |                                       |           |          |          |         |          |             |            |           |                  |                  |                |                 |                |            |           |                                      |         |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |       |               |                                       |           |          |          |         |          |             |            |           |                  |                  |                |                 |                |            |           |                                      |         |
| CM4-r1   | r1-t1 | 25.5          | 2.31                                  | 42.71     | 0        | 7        | 0       | 0        | 4.27        | 46.98      | 3/4"-Cu   | 19.95            | 23.50            | 20.19          | descendente     | 33.45          | -1.687     | 2.035     | 0.12                                 | 2580.34 |
| r1-t1  | r1-t1 | 25.5          | 2.31                                  | 0.50      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0.5         | 0.5        | 3/4"-Cu   | 19.95            | 20.19            | 20.17          | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.017     | 0.12                                 | 2580.34 |
| t1-t2  | t1-t2 | 16            | 1.45                                  | 3.10      | 0        | 1        | 1       | 0        | 1.83        | 4.93       | 3/4"-Cu   | 19.95            | 20.17            | 20.14          | ascendente      | 0.70           | 0.035      | 0.073     | 0.07                                 | 1619.04 |
| t2-Te  | t2-Te | 11            | 1.00                                  | 4.1       | 0        | 6        | 1       | 0        | 3.68        | 7.78       | 1/2"-Cu   | 13.84            | 20.14            | 19.82          | ascendente      | 0.40           | 0.020      | 0.399     | 0.07                                 | 1604.49 |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |       |               |                                       |           |          |          |         |          |             |            |           |                  |                  |                |                 |                |            |           |                                      |         |
| CM4-r1   | r1-t1 | 25.5          | 2.31                                  | 42.71     | 0        | 7        | 0       | 0        | 4.27        | 46.98      | 3/4"-Cu   | 19.95            | 23.50            | 20.19          | descendente     | 33.45          | -1.667     | 2.050     | 0.12                                 | 2580.34 |
| r1-t1  | r1-t1 | 25.5          | 2.31                                  | 0.50      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0.5         | 0.5        | 3/4"-Cu   | 19.95            | 20.19            | 20.17          | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.017     | 0.12                                 | 2580.34 |
| t1-t2  | t1-t2 | 16            | 1.45                                  | 3.10      | 0        | 1        | 1       | 0        | 1.83        | 4.93       | 3/4"-Cu   | 19.95            | 20.17            | 20.14          | ascendente      | 0.70           | 0.035      | 0.073     | 0.07                                 | 1619.04 |
| t2-Se  | t2-Se | 5             | 0.45                                  | 3.5       | 0        | 7        | 0       | 1        | 3.52        | 7.02       | 1/2"-Cu   | 13.84            | 20.14            | 20.08          | ascendente      | 0.40           | 0.020      | 0.073     | 0.03                                 | 729.31  |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |       |               |                                       |           |          |          |         |          |             |            |           |                  |                  |                |                 |                |            |           |                                      |         |
| -1.631 1.784 APROBADO  |       |               |                                       |           |          |          |         |          |             |            |           |                  |                  |                |                 |                |            |           |                                      |         |
| 20.08  |       |               |                                       |           |          |          |         |          |             |            |           |                  |                  |                |                 |                |            |           |                                      |         |
| DEPARTAMENTO 505   |       |               |                                       |           |          |          |         |          |             |            |           |                  |                  |                |                 |                |            |           |                                      |         |
| Artefacto  | Tramo | Potencia (Kw) | Q <sub>(0)</sub> (m <sup>3</sup> /h.) | Lreal (m) | Codo 45° | Codo 90° | Tee 90° | Tee 180° | Lequiv. (m) | Ltotal (m) | D nominal | D interior (mm.) | P inicial (mbar) | P final (mbar) | Flujo del tramo | L vertical (m) | Aph (mbar) | Δp (mbar) | Condiciones de validez "NTP 111.011" |         |
|  |       |               |                                       |           |          |          |         |          |             |            |           |                  |                  |                |                 |                |            |           |                                      |         |
| COCINA   |       |               |                                       |           |          |          |         |          |             |            |           |                  |                  |                |                 |                |            |           |                                      |         |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |       |               |                                       |           |          |          |         |          |             |            |           |                  |                  |                |                 |                |            |           |                                      |         |
| CM4-r1   | r1-t1 | 25.5          | 2.31                                  | 39.48     | 0        | 7        | 0       | 0        | 4.27        | 43.75      | 3/4"-Cu   | 19.95            | 23.50            | 20.45          | descendente     | 30.57          | -1.542     | 1.923     | 0.12                                 | 2580.34 |
| r1-t1  | r1-t1 | 25.5          | 2.31                                  | 0.50      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0.5         | 0.5        | 3/4"-Cu   | 19.95            | 20.45            | 20.43          | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.017     | 0.12                                 | 2580.34 |
| t1-t2  | t1-t2 | 16            | 1.45                                  | 3.10      | 0        | 1        | 1       | 0        | 1.83        | 4.93       | 3/4"-Cu   | 19.95            | 20.43            | 20.39          | ascendente      | 0.70           | 0.035      | 0.073     | 0.07                                 | 1619.04 |
| t2-Te  | t2-Te | 11            | 1.00                                  | 4.1       | 0        | 6        | 1       | 0        | 3.68        | 7.78       | 1/2"-Cu   | 13.84            | 20.39            | 20.08          | ascendente      | 0.40           | 0.020      | 0.399     | 0.07                                 | 1604.49 |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |       |               |                                       |           |          |          |         |          |             |            |           |                  |                  |                |                 |                |            |           |                                      |         |
| CM4-r1   | r1-t1 | 25.5          | 2.31                                  | 39.48     | 0        | 7        | 0       | 0        | 4.27        | 43.75      | 3/4"-Cu   | 19.95            | 23.50            | 20.45          | descendente     | 30.57          | -1.521     | 1.923     | 0.12                                 | 2580.34 |
| r1-t1  | r1-t1 | 25.5          | 2.31                                  | 0.50      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0.5         | 0.5        | 3/4"-Cu   | 19.95            | 20.45            | 20.43          | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.017     | 0.12                                 | 2580.34 |
| t1-t2  | t1-t2 | 16            | 1.45                                  | 3.10      | 0        | 1        | 1       | 0        | 1.83        | 4.93       | 3/4"-Cu   | 19.95            | 20.43            | 20.39          | ascendente      | 0.70           | 0.035      | 0.073     | 0.07                                 | 1619.04 |
| t2-Se  | t2-Se | 5             | 0.45                                  | 3.5       | 0        | 7        | 0       | 1        | 3.52        | 7.02       | 1/2"-Cu   | 13.84            | 20.39            | 20.34          | ascendente      | 0.40           | 0.020      | 0.073     | 0.03                                 | 729.31  |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |       |               |                                       |           |          |          |         |          |             |            |           |                  |                  |                |                 |                |            |           |                                      |         |
| -1.486 1.673 APROBADO  |       |               |                                       |           |          |          |         |          |             |            |           |                  |                  |                |                 |                |            |           |                                      |         |
| 20.34  |       |               |                                       |           |          |          |         |          |             |            |           |                  |                  |                |                 |                |            |           |                                      |         |

**Tabla 86**

*Topología 3 - Cálculo de línea individual interior (13)*

| DEPARTAMENTO 605  |        |               |                                       |           |          |          |         |          |             |             |           |                  |                 |               |                 |                 |            |           |                                      |                              |           |
|---|--------|---------------|---------------------------------------|-----------|----------|----------|---------|----------|-------------|-------------|-----------|------------------|-----------------|---------------|-----------------|-----------------|------------|-----------|--------------------------------------|------------------------------|-----------|
| Artefacto   | Tramo  | Potencia (Kw) | Q <sub>(5)</sub> (m <sup>3</sup> /h.) | Lreal (m) | Codo 45° | Codo 90° | Tee 90° | Tee 180° | Lequiv. (m) | L total (m) | Dnominial | D interior (mm.) | Pínicial (mbar) | Pfinal (mbar) | Flujo del tramo | Lv vertical (m) | Aph (mbar) | Ap (mbar) | Condiciones de validez "NTP 111.011" |                              |           |
|   |        |               |                                       |           |          |          |         |          |             |             |           |                  |                 |               |                 |                 |            |           | Q/D < 150                            | Reynolds < 2*10 <sup>6</sup> | V ≤ 40m/s |
| COCINA  | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                                  | 36.57     | 0        | 7        | 0       | 0        | 4.27        | 40.84       | 3/4"-Cu   | 19.95            | 23.50           | 20.72         | descendente     | 27.09           | -1.366     | 1.410     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05      |
|   | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                  | 0.50      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 0.5         | 3/4"-Cu   | 19.95            | 20.72           | 20.71         | horizontal      | 0.00            | 0.000      | 0.017     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |
|   | t1-Co  | 12            | 1.09                                  | 4.24      | 0        | 7        | 0       | 1        | 3.52        | 7.76        | 1/2"-Cu   | 13.84            | 20.71           | 20.33         | ascendente      | 0.40            | 0.020      | 0.396     | 0.08                                 | 1750.35                      | 2.00      |
| Caída de presión acumulada despus del medidor de gas natural (mbar) |        |               |                                       |           |          |          |         |          |             |             |           |                  |                 |               |                 |                 | -1.346     | 1.838     | APROBADO                             |                              |           |
| TERMA   | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                                  | 36.57     | 0        | 7        | 0       | 0        | 4.27        | 40.84       | 3/4"-Cu   | 19.95            | 23.50           | 20.72         | descendente     | 27.09           | -1.366     | 1.410     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05      |
|   | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                  | 0.50      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 0.5         | 3/4"-Cu   | 19.95            | 20.72           | 20.71         | horizontal      | 0.00            | 0.000      | 0.017     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |
|   | t1-t2  | 16            | 1.45                                  | 3.10      | 0        | 1        | 1       | 0        | 1.83        | 4.93        | 3/4"-Cu   | 19.95            | 20.71           | 20.67         | ascendente      | 0.70            | 0.035      | 0.073     | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.28      |
|   | t2-Te  | 11            | 1.00                                  | 4.1       | 0        | 6        | 1       | 0        | 3.68        | 7.78        | 1/2"-Cu   | 13.84            | 20.67           | 20.35         | ascendente      | 0.40            | 0.020      | 0.339     | 0.07                                 | 1604.49                      | 1.83      |
| Caída de presión acumulada despus del medidor de gas natural (mbar) |        |               |                                       |           |          |          |         |          |             |             |           |                  |                 |               |                 |                 | -1.311     | 1.838     | APROBADO                             |                              |           |
| SECADORA  | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                                  | 36.57     | 0        | 7        | 0       | 0        | 4.27        | 40.84       | 3/4"-Cu   | 19.95            | 23.50           | 20.72         | descendente     | 27.09           | -1.366     | 1.410     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05      |
|   | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                  | 0.50      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 0.5         | 3/4"-Cu   | 19.95            | 20.72           | 20.71         | horizontal      | 0.00            | 0.000      | 0.017     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |
|   | t1-t2  | 16            | 1.45                                  | 3.10      | 0        | 1        | 1       | 0        | 1.83        | 4.93        | 3/4"-Cu   | 19.95            | 20.71           | 20.67         | ascendente      | 0.70            | 0.035      | 0.073     | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.28      |
|   | t2-Se  | 5             | 0.45                                  | 3.5       | 0        | 7        | 0       | 1        | 3.52        | 7.02        | 1/2"-Cu   | 13.84            | 20.67           | 20.62         | ascendente      | 0.40            | 0.020      | 0.073     | 0.03                                 | 729.31                       | 0.83      |
| Caída de presión acumulada despus del medidor de gas natural (mbar) |        |               |                                       |           |          |          |         |          |             |             |           |                  |                 |               |                 |                 | -1.311     | 1.572     | APROBADO                             |                              |           |
| DEPARTAMENTO 705  |        |               |                                       |           |          |          |         |          |             |             |           |                  |                 |               |                 |                 |            |           |                                      |                              |           |
| Artefacto   | Tramo  | Potencia (Kw) | Q <sub>(5)</sub> (m <sup>3</sup> /h.) | Lreal (m) | Codo 45° | Codo 90° | Tee 90° | Tee 180° | Lequiv. (m) | L total (m) | Dnominial | D interior (mm.) | Pínicial (mbar) | Pfinal (mbar) | Flujo del tramo | Lv vertical (m) | Aph (mbar) | Ap (mbar) | Condiciones de validez "NTP 111.011" |                              |           |
|   |        |               |                                       |           |          |          |         |          |             |             |           |                  |                 |               |                 |                 |            |           | Q/D < 150                            | Reynolds < 2*10 <sup>6</sup> | V ≤ 40m/s |
| COCINA  | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                                  | 33.34     | 0        | 7        | 0       | 0        | 4.27        | 37.61       | 3/4"-Cu   | 19.95            | 23.50           | 20.98         | descendente     | 24.21           | -1.221     | 1.298     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05      |
|   | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                  | 0.50      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 0.5         | 3/4"-Cu   | 19.95            | 20.98           | 20.96         | horizontal      | 0.00            | 0.000      | 0.017     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |
|   | t1-t2  | 16            | 1.45                                  | 3.10      | 0        | 1        | 1       | 0        | 1.83        | 4.93        | 3/4"-Cu   | 19.95            | 20.96           | 20.93         | ascendente      | 0.70            | 0.035      | 0.073     | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.28      |
|   | t2-Te  | 11            | 1.00                                  | 4.1       | 0        | 6        | 1       | 0        | 3.68        | 7.78        | 1/2"-Cu   | 13.84            | 20.93           | 20.61         | ascendente      | 0.40            | 0.020      | 0.339     | 0.07                                 | 1604.49                      | 1.83      |
| Caída de presión acumulada despus del medidor de gas natural (mbar) |        |               |                                       |           |          |          |         |          |             |             |           |                  |                 |               |                 |                 | -1.201     | 1.711     | APROBADO                             |                              |           |
| TERMA   | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                                  | 33.34     | 0        | 7        | 0       | 0        | 4.27        | 37.61       | 3/4"-Cu   | 19.95            | 23.50           | 20.98         | descendente     | 24.21           | -1.221     | 1.298     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05      |
|   | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                  | 0.50      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 0.5         | 3/4"-Cu   | 19.95            | 20.98           | 20.96         | horizontal      | 0.00            | 0.000      | 0.017     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |
|   | t1-t2  | 16            | 1.45                                  | 3.10      | 0        | 1        | 1       | 0        | 1.83        | 4.93        | 3/4"-Cu   | 19.95            | 20.96           | 20.93         | ascendente      | 0.70            | 0.035      | 0.073     | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.28      |
|   | t2-Te  | 11            | 1.00                                  | 4.1       | 0        | 6        | 1       | 0        | 3.68        | 7.78        | 1/2"-Cu   | 13.84            | 20.93           | 20.61         | ascendente      | 0.40            | 0.020      | 0.339     | 0.07                                 | 1604.49                      | 1.83      |
| Caída de presión acumulada despus del medidor de gas natural (mbar) |        |               |                                       |           |          |          |         |          |             |             |           |                  |                 |               |                 |                 | -1.165     | 1.727     | APROBADO                             |                              |           |
| SECADORA  | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                                  | 33.34     | 0        | 7        | 0       | 0        | 4.27        | 37.61       | 3/4"-Cu   | 19.95            | 23.50           | 20.98         | descendente     | 24.21           | -1.221     | 1.298     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05      |
|   | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                  | 0.50      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 0.5         | 3/4"-Cu   | 19.95            | 20.98           | 20.96         | horizontal      | 0.00            | 0.000      | 0.017     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |
|   | t1-t2  | 16            | 1.45                                  | 3.10      | 0        | 1        | 1       | 0        | 1.83        | 4.93        | 3/4"-Cu   | 19.95            | 20.96           | 20.93         | ascendente      | 0.70            | 0.035      | 0.073     | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.28      |
|   | t2-Se  | 5             | 0.45                                  | 3.5       | 0        | 7        | 0       | 1        | 3.52        | 7.02        | 1/2"-Cu   | 13.84            | 20.93           | 20.87         | ascendente      | 0.40            | 0.020      | 0.073     | 0.03                                 | 729.31                       | 0.83      |
| Caída de presión acumulada despus del medidor de gas natural (mbar) |        |               |                                       |           |          |          |         |          |             |             |           |                  |                 |               |                 |                 | -1.165     | 1.461     | APROBADO                             |                              |           |
| DEPARTAMENTO 805  |        |               |                                       |           |          |          |         |          |             |             |           |                  |                 |               |                 |                 |            |           |                                      |                              |           |
| Artefacto   | Tramo  | Potencia (Kw) | Q <sub>(5)</sub> (m <sup>3</sup> /h.) | Lreal (m) | Codo 45° | Codo 90° | Tee 90° | Tee 180° | Lequiv. (m) | L total (m) | Dnominial | D interior (mm.) | Pínicial (mbar) | Pfinal (mbar) | Flujo del tramo | Lv vertical (m) | Aph (mbar) | Ap (mbar) | Condiciones de validez "NTP 111.011" |                              |           |
|   |        |               |                                       |           |          |          |         |          |             |             |           |                  |                 |               |                 |                 |            |           | Q/D < 150                            | Reynolds < 2*10 <sup>6</sup> | V ≤ 40m/s |
| COCINA  | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                                  | 30.11     | 0        | 7        | 0       | 0        | 4.27        | 34.38       | 3/4"-Cu   | 19.95            | 23.50           | 21.24         | descendente     | 21.33           | -1.076     | 1.187     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05      |
|   | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                  | 0.50      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 0.5         | 3/4"-Cu   | 19.95            | 21.24           | 21.22         | horizontal      | 0.00            | 0.000      | 0.017     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |
|   | t1-t2  | 16            | 1.45                                  | 3.10      | 0        | 1        | 1       | 0        | 1.83        | 4.93        | 3/4"-Cu   | 19.95            | 21.22           | 21.18         | ascendente      | 0.70            | 0.035      | 0.073     | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.28      |
|   | t2-Te  | 11            | 1.00                                  | 4.1       | 0        | 6        | 1       | 0        | 3.68        | 7.78        | 1/2"-Cu   | 13.84            | 21.18           | 20.86         | ascendente      | 0.40            | 0.020      | 0.339     | 0.07                                 | 1604.49                      | 1.83      |
| Caída de presión acumulada despus del medidor de gas natural (mbar) |        |               |                                       |           |          |          |         |          |             |             |           |                  |                 |               |                 |                 | -1.055     | 1.600     | APROBADO                             |                              |           |
| TERMA   | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                                  | 30.11     | 0        | 7        | 0       | 0        | 4.27        | 34.38       | 3/4"-Cu   | 19.95            | 23.50           | 21.24         | descendente     | 21.33           | -1.076     | 1.187     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05      |
|   | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                  | 0.50      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 0.5         | 3/4"-Cu   | 19.95            | 21.24           | 21.22         | horizontal      | 0.00            | 0.000      | 0.017     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |
|   | t1-t2  | 16            | 1.45                                  | 3.10      | 0        | 1        | 1       | 0        | 1.83        | 4.93        | 3/4"-Cu   | 19.95            | 21.22           | 21.18         | ascendente      | 0.70            | 0.035      | 0.073     | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.28      |
|   | t2-Te  | 11            | 1.00                                  | 4.1       | 0        | 6        | 1       | 0        | 3.68        | 7.78        | 1/2"-Cu   | 13.84            | 21.18           | 20.86         | ascendente      | 0.40            | 0.020      | 0.339     | 0.07                                 | 1604.49                      | 1.83      |
| Caída de presión acumulada despus del medidor de gas natural (mbar) |        |               |                                       |           |          |          |         |          |             |             |           |                  |                 |               |                 |                 | -1.020     | 1.615     | APROBADO                             |                              |           |
| SECADORA  | CM4-r1 | 25.5          | 2.31                                  | 30.11     | 0        | 7        | 0       | 0        | 4.27        | 34.38       | 3/4"-Cu   | 19.95            | 23.50           | 21.24         | descendente     | 21.33           | -1.076     | 1.187     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05      |
|   | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                  | 0.50      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 0.5         | 3/4"-Cu   | 19.95            | 21.24           | 21.22         | horizontal      | 0.00            | 0.000      | 0.017     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |
|   | t1-t2  | 16            | 1.45                                  | 3.10      | 0        | 1        | 1       | 0        | 1.83        | 4.93        | 3/4"-Cu   | 19.95            | 21.22           | 21.18         | ascendente      | 0.70            | 0.035      | 0.073     | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.28      |
|   | t2-Se  | 5             | 0.45                                  | 3.5       | 0        | 7        | 0       | 1        | 3.52        | 7.02        | 1/2"-Cu   | 13.84            | 21.18           | 21.13         | ascendente      | 0.40            | 0.020      | 0.073     | 0.03                                 | 729.31                       | 0.83      |
| Caída de presión acumulada despus del medidor de gas natural (mbar) |        |               |                                       |           |          |          |         |          |             |             |           |                  |                 |               |                 |                 | -1.020     | 1.349     | APROBADO                             |                              |           |

**Tabla 87**

**Topología 3 - Cálculo de línea individual interior (14)**

| DEPARTAMENTO 005   |  |               |                                     |           |          |          |         |          |             |              |               |                 |                |               |                 |                |            |           |                                      |                              |           |
|--|--|---------------|-------------------------------------|-----------|----------|----------|---------|----------|-------------|--------------|---------------|-----------------|----------------|---------------|-----------------|----------------|------------|-----------|--------------------------------------|------------------------------|-----------|
| Aireeflujo   | Tramo  | Potencia (Kw) | Q <sub>60</sub> (m <sup>3</sup> /h) | Lreal (m) | Codo 45° | Codo 90° | Tee 90° | Tee 180° | Lequiv. (m) | L. total (m) | D.nomin. (mm) | D.interior (mm) | Pnicial (mbar) | Pfinal (mbar) | Flujo del tramo | Lyvertical (m) | Aph (mbar) | Ap (mbar) | Condiciones de validez "NTP 111.011" |                              |           |
|  |  |               |                                     |           |          |          |         |          |             |              |               |                 |                |               |                 |                |            |           | Q/D < 150                            | Reynolds < 2*10 <sup>6</sup> | V ≤ 40m/s |
| COCINA   | CM4-rl   | 25.5          | 2.31                                | 26.88     | 0        | 7        | 0       | 0        | 4.27        | 31.15        | 3/4"-Cu       | 19.95           | 23.50          | 21.49         | descendente     | 18.45          | -0.930     | 1.075     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05      |
|  | rl-tl  | 25.5          | 2.31                                | 0.50      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0.5         | 3/4"-Cu      | 19.95         | 19.95           | 21.49          | 21.48         | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.017     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |
|  | tl-Co  | 12            | 1.09                                | 4.24      | 0        | 7        | 0       | 1        | 3.52        | 7.76         | 1/2"-Cu       | 13.84           | 21.48          | 21.10         | ascendente      | 0.40           | 0.020      | 0.396     | 0.08                                 | 1750.35                      | 2.00      |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |  |               |                                     |           |          |          |         |          |             |              |               |                 |                | -0.910        |                 | 1.488          |            | APROBADO  |                                      |                              |           |
| TERMA  | CM4-rl   | 25.5          | 2.31                                | 26.88     | 0        | 7        | 0       | 0        | 4.27        | 31.15        | 3/4"-Cu       | 19.95           | 23.50          | 21.49         | descendente     | 18.45          | -0.930     | 1.075     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05      |
|  | rl-tl  | 25.5          | 2.31                                | 0.50      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0.5         | 3/4"-Cu      | 19.95         | 19.95           | 21.49          | 21.48         | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.017     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |
|  | tl-t2  | 16            | 1.45                                | 3.10      | 0        | 1        | 1       | 0        | 1.83        | 4.93         | 3/4"-Cu       | 19.95           | 21.48          | 21.44         | ascendente      | 0.70           | 0.035      | 0.073     | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.28      |
| SECADORA   | t2-Te  | 11            | 1.00                                | 4.1       | 0        | 6        | 1       | 0        | 3.68        | 7.78         | 1/2"-Cu       | 13.84           | 21.44          | 21.12         | ascendente      | 0.40           | 0.020      | 0.339     | 0.07                                 | 1604.49                      | 1.83      |
|  | Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |               |                                     |           |          |          |         |          |             |              |               |                 |                |               | -0.875          |                | 1.504      |           | APROBADO                             |                              |           |
|  | CM4-rl   | 25.5          | 2.31                                | 26.88     | 0        | 7        | 0       | 0        | 4.27        | 31.15        | 3/4"-Cu       | 19.95           | 23.50          | 21.49         | descendente     | 18.45          | -0.930     | 1.075     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05      |
| rl-tl  | 25.5   | 2.31          | 0.50                                | 0         | 0        | 0        | 0       | 0.5      | 3/4"-Cu     | 19.95        | 19.95         | 21.49           | 21.48          | horizontal    | 0.00            | 0.000          | 0.017      | 0.12      | 2580.34                              | 2.04                         |           |
| tl-t2  | 16   | 1.45          | 3.10                                | 0         | 1        | 1        | 0       | 1.83     | 4.93        | 3/4"-Cu      | 19.95         | 21.48           | 21.44          | ascendente    | 0.70            | 0.035          | 0.073      | 0.07      | 1619.04                              | 1.28                         |           |
| t2-Se  | 5  | 0.45          | 3.5                                 | 0         | 7        | 0        | 1       | 3.52     | 7.02        | 1/2"-Cu      | 13.84         | 21.44           | 21.39          | ascendente    | 0.40            | 0.020          | 0.073      | 0.03      | 729.31                               | 0.83                         |           |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |  |               |                                     |           |          |          |         |          |             |              |               |                 |                | -0.875        |                 | 1.238          |            | APROBADO  |                                      |                              |           |
| DEPARTAMENTO 1005  |  |               |                                     |           |          |          |         |          |             |              |               |                 |                |               |                 |                |            |           |                                      |                              |           |
| Aireeflujo   | Tramo  | Potencia (Kw) | Q <sub>60</sub> (m <sup>3</sup> /h) | Lreal (m) | Codo 45° | Codo 90° | Tee 90° | Tee 180° | Lequiv. (m) | L. total (m) | D.nomin. (mm) | D.interior (mm) | Pnicial (mbar) | Pfinal (mbar) | Flujo del tramo | Lyvertical (m) | Aph (mbar) | Ap (mbar) | Condiciones de validez "NTP 111.011" |                              |           |
|  |  |               |                                     |           |          |          |         |          |             |              |               |                 |                |               |                 |                |            |           | Q/D < 150                            | Reynolds < 2*10 <sup>6</sup> | V ≤ 40m/s |
| COCINA   | CM4-rl   | 25.5          | 2.31                                | 24.16     | 0        | 7        | 0       | 0        | 4.27        | 28.43        | 3/4"-Cu       | 19.95           | 23.50          | 21.76         | descendente     | 14.96          | -0.754     | 0.981     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05      |
|  | rl-tl  | 25.5          | 2.31                                | 0.50      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0.5         | 3/4"-Cu      | 19.95         | 19.95           | 21.76          | 21.75         | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.017     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |
|  | tl-t2  | 16            | 1.45                                | 3.10      | 0        | 1        | 1       | 0        | 1.83        | 4.93         | 3/4"-Cu       | 19.95           | 21.75          | 21.71         | ascendente      | 0.70           | 0.035      | 0.073     | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.28      |
| TERMA  | t2-Te  | 11            | 1.00                                | 4.1       | 0        | 6        | 1       | 0        | 3.68        | 7.78         | 1/2"-Cu       | 13.84           | 21.71          | 21.39         | ascendente      | 0.40           | 0.020      | 0.339     | 0.07                                 | 1604.49                      | 1.83      |
|  | Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |               |                                     |           |          |          |         |          |             |              |               |                 |                |               | -0.699          |                | 1.410      |           | APROBADO                             |                              |           |
|  | CM4-rl   | 25.5          | 2.31                                | 24.16     | 0        | 7        | 0       | 0        | 4.27        | 28.43        | 3/4"-Cu       | 19.95           | 23.50          | 21.76         | descendente     | 14.96          | -0.754     | 0.981     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05      |
| rl-tl  | 25.5   | 2.31          | 0.50                                | 0         | 0        | 0        | 0       | 0.5      | 3/4"-Cu     | 19.95        | 19.95         | 21.76           | 21.75          | horizontal    | 0.00            | 0.000          | 0.017      | 0.12      | 2580.34                              | 2.04                         |           |
| tl-t2  | 16   | 1.45          | 3.10                                | 0         | 1        | 1        | 0       | 1.83     | 4.93        | 3/4"-Cu      | 19.95         | 21.75           | 21.71          | ascendente    | 0.70            | 0.035          | 0.073      | 0.07      | 1619.04                              | 1.28                         |           |
| t2-Se  | 5  | 0.45          | 3.5                                 | 0         | 7        | 0        | 1       | 3.52     | 7.02        | 1/2"-Cu      | 13.84         | 21.71           | 21.66          | ascendente    | 0.40            | 0.020          | 0.073      | 0.03      | 729.31                               | 0.83                         |           |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |  |               |                                     |           |          |          |         |          |             |              |               |                 |                | -0.699        |                 | 1.144          |            | APROBADO  |                                      |                              |           |
| DEPARTAMENTO 1105  |  |               |                                     |           |          |          |         |          |             |              |               |                 |                |               |                 |                |            |           |                                      |                              |           |
| Aireeflujo   | Tramo  | Potencia (Kw) | Q <sub>60</sub> (m <sup>3</sup> /h) | Lreal (m) | Codo 45° | Codo 90° | Tee 90° | Tee 180° | Lequiv. (m) | L. total (m) | D.nomin. (mm) | D.interior (mm) | Pnicial (mbar) | Pfinal (mbar) | Flujo del tramo | Lyvertical (m) | Aph (mbar) | Ap (mbar) | Condiciones de validez "NTP 111.011" |                              |           |
|  |  |               |                                     |           |          |          |         |          |             |              |               |                 |                |               |                 |                |            |           | Q/D < 150                            | Reynolds < 2*10 <sup>6</sup> | V ≤ 40m/s |
| COCINA   | CM4-rl   | 25.5          | 2.31                                | 20.30     | 0        | 7        | 0       | 0        | 4.27        | 24.57        | 3/4"-Cu       | 19.95           | 23.50          | 22.07         | descendente     | 11.63          | -0.586     | 0.848     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05      |
|  | rl-tl  | 25.5          | 2.31                                | 0.50      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0.5         | 3/4"-Cu      | 19.95         | 19.95           | 22.07          | 22.05         | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.017     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |
|  | tl-t2  | 16            | 1.45                                | 3.10      | 0        | 1        | 1       | 0        | 1.83        | 4.93         | 3/4"-Cu       | 19.95           | 22.05          | 22.01         | ascendente      | 0.70           | 0.035      | 0.073     | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.28      |
| TERMA  | t2-Te  | 11            | 1.00                                | 4.1       | 0        | 6        | 1       | 0        | 3.68        | 7.78         | 1/2"-Cu       | 13.84           | 22.01          | 21.69         | ascendente      | 0.40           | 0.020      | 0.339     | 0.07                                 | 1604.49                      | 1.83      |
|  | Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |               |                                     |           |          |          |         |          |             |              |               |                 |                |               | -0.531          |                | 1.277      |           | APROBADO                             |                              |           |
|  | CM4-rl   | 25.5          | 2.31                                | 20.30     | 0        | 7        | 0       | 0        | 4.27        | 24.57        | 3/4"-Cu       | 19.95           | 23.50          | 22.07         | descendente     | 11.63          | -0.586     | 0.848     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05      |
| rl-tl  | 25.5   | 2.31          | 0.50                                | 0         | 0        | 0        | 0       | 0.5      | 3/4"-Cu     | 19.95        | 19.95         | 22.07           | 22.05          | horizontal    | 0.00            | 0.000          | 0.017      | 0.12      | 2580.34                              | 2.04                         |           |
| tl-t2  | 16   | 1.45          | 3.10                                | 0         | 1        | 1        | 0       | 1.83     | 4.93        | 3/4"-Cu      | 19.95         | 22.05           | 22.01          | ascendente    | 0.70            | 0.035          | 0.073      | 0.07      | 1619.04                              | 1.28                         |           |
| t2-Se  | 5  | 0.45          | 3.5                                 | 0         | 7        | 0        | 1       | 3.52     | 7.02        | 1/2"-Cu      | 13.84         | 22.01           | 21.96          | ascendente    | 0.40            | 0.020          | 0.073      | 0.03      | 729.31                               | 0.83                         |           |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |  |               |                                     |           |          |          |         |          |             |              |               |                 |                | -0.531        |                 | 1.011          |            | APROBADO  |                                      |                              |           |

Tabla 88

Topología 3 - Cálculo de línea individual interior (15)

| DEPARTAMENTO 1205  |          |               |                                    |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                  |                |                 |                |            |           |                                      |                              |
|--|----------|---------------|------------------------------------|-----------|----------|----------|---------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------------|------------------|----------------|-----------------|----------------|------------|-----------|--------------------------------------|------------------------------|
| Atreifeacto  | Tramo    | Potencia (Kw) | Q <sub>s</sub> (m <sup>3</sup> /h) | Lreal (m) | Codo 45° | Codo 90° | Tee 90° | Tee 180° | Lequiv. (m) | L total (m) | D nominal | D interior (mm) | P inicial (mbar) | P final (mbar) | Flujo del tramo | L vertical (m) | Aph (mbar) | Ap (mbar) | Condiciones de validez "NTP 111.011" |                              |
|  |          |               |                                    |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                  |                |                 |                |            |           | Q/D < 150                            | Reynolds < 2*10 <sup>6</sup> |
| COCINA   | CM4 - r1 | 25.5          | 2.31                               | 17.52     | 0        | 7        | 0       | 0        | 4.27        | 21.79       | 3/4" - Cu | 19.95           | 23.50            | 22.28          | descendente     | 9.20           | -0.464     | 0.752     | 2580.34                              | 2.05                         |
|  | r1 - t1  | 25.5          | 2.31                               | 0.50      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 0.5         | 3/4" - Cu | 19.95           | 22.28            | 22.27          | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.017     | 2580.34                              | 2.04                         |
| TERMA  | t1 - t2  | 16            | 1.45                               | 3.10      | 0        | 1        | 1       | 0        | 1.83        | 4.93        | 3/4" - Cu | 19.95           | 22.27            | 22.23          | ascendente      | 0.70           | 0.035      | 0.073     | 1619.04                              | 1.28                         |
|  | t2 - Te  | 11            | 1.00                               | 4.1       | 0        | 6        | 1       | 0        | 3.68        | 7.78        | 1/2" - Cu | 13.84           | 22.23            | 21.91          | ascendente      | 0.40           | 0.020      | 0.339     | 1604.49                              | 1.83                         |
|  | CM4 - r1 | 25.5          | 2.31                               | 17.52     | 0        | 7        | 0       | 0        | 4.27        | 21.79       | 3/4" - Cu | 19.95           | 23.50            | 22.28          | descendente     | 9.20           | -0.464     | 0.752     | 2580.34                              | 2.05                         |
| SECADORA   | r1 - t1  | 25.5          | 2.31                               | 0.50      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 0.5         | 3/4" - Cu | 19.95           | 22.28            | 22.27          | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.017     | 2580.34                              | 2.04                         |
|  | t1 - t2  | 16            | 1.45                               | 3.10      | 0        | 1        | 1       | 0        | 1.83        | 4.93        | 3/4" - Cu | 19.95           | 22.27            | 22.23          | ascendente      | 0.70           | 0.035      | 0.073     | 1619.04                              | 1.28                         |
|  | t2 - Se  | 5             | 0.45                               | 3.5       | 0        | 7        | 0       | 1        | 3.52        | 7.02        | 1/2" - Cu | 13.84           | 22.23            | 22.18          | ascendente      | 0.40           | 0.020      | 0.073     | 729.31                               | 0.83                         |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |          |               |                                    |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                  |                |                 |                |            |           |                                      |                              |
| -0.408   |          |               |                                    |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                  |                |                 |                |            |           |                                      |                              |
| APROBADO   |          |               |                                    |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                  |                |                 |                |            |           |                                      |                              |
| DEPARTAMENTO 1305  |          |               |                                    |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                  |                |                 |                |            |           |                                      |                              |
| Atreifeacto  | Tramo    | Potencia (Kw) | Q <sub>s</sub> (m <sup>3</sup> /h) | Lreal (m) | Codo 45° | Codo 90° | Tee 90° | Tee 180° | Lequiv. (m) | L total (m) | D nominal | D interior (mm) | P inicial (mbar) | P final (mbar) | Flujo del tramo | L vertical (m) | Aph (mbar) | Ap (mbar) | Condiciones de validez "NTP 111.011" |                              |
|  |          |               |                                    |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                  |                |                 |                |            |           | Q/D < 150                            | Reynolds < 2*10 <sup>6</sup> |
| COCINA   | CM4 - r1 | 25.5          | 2.31                               | 14.29     | 0        | 7        | 0       | 0        | 4.27        | 18.56       | 3/4" - Cu | 19.95           | 23.50            | 22.54          | descendente     | 6.32           | -0.319     | 0.641     | 2580.34                              | 2.05                         |
|  | r1 - t1  | 25.5          | 2.31                               | 0.50      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 0.5         | 3/4" - Cu | 19.95           | 22.54            | 22.52          | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.017     | 2580.34                              | 2.04                         |
| TERMA  | t1 - t2  | 16            | 1.45                               | 3.10      | 0        | 1        | 1       | 0        | 1.83        | 4.93        | 3/4" - Cu | 19.95           | 22.52            | 22.49          | ascendente      | 0.70           | 0.035      | 0.073     | 1619.04                              | 1.28                         |
|  | t2 - Te  | 11            | 1.00                               | 4.1       | 0        | 6        | 1       | 0        | 3.68        | 7.78        | 1/2" - Cu | 13.84           | 22.49            | 22.17          | ascendente      | 0.40           | 0.020      | 0.339     | 1604.49                              | 1.83                         |
|  | CM4 - r1 | 25.5          | 2.31                               | 14.29     | 0        | 7        | 0       | 0        | 4.27        | 18.56       | 3/4" - Cu | 19.95           | 23.50            | 22.54          | descendente     | 6.32           | -0.319     | 0.641     | 2580.34                              | 2.05                         |
| SECADORA   | r1 - t1  | 25.5          | 2.31                               | 0.50      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 0.5         | 3/4" - Cu | 19.95           | 22.54            | 22.52          | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.017     | 2580.34                              | 2.04                         |
|  | t1 - t2  | 16            | 1.45                               | 3.10      | 0        | 1        | 1       | 0        | 1.83        | 4.93        | 3/4" - Cu | 19.95           | 22.52            | 22.49          | ascendente      | 0.70           | 0.035      | 0.073     | 1619.04                              | 1.28                         |
|  | t2 - Se  | 5             | 0.45                               | 3.5       | 0        | 7        | 0       | 1        | 3.52        | 7.02        | 1/2" - Cu | 13.84           | 22.49            | 22.43          | ascendente      | 0.40           | 0.020      | 0.073     | 729.31                               | 0.83                         |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |          |               |                                    |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                  |                |                 |                |            |           |                                      |                              |
| -0.259   |          |               |                                    |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                  |                |                 |                |            |           |                                      |                              |
| APROBADO   |          |               |                                    |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                  |                |                 |                |            |           |                                      |                              |
| DEPARTAMENTO 1405  |          |               |                                    |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                  |                |                 |                |            |           |                                      |                              |
| Atreifeacto  | Tramo    | Potencia (Kw) | Q <sub>s</sub> (m <sup>3</sup> /h) | Lreal (m) | Codo 45° | Codo 90° | Tee 90° | Tee 180° | Lequiv. (m) | L total (m) | D nominal | D interior (mm) | P inicial (mbar) | P final (mbar) | Flujo del tramo | L vertical (m) | Aph (mbar) | Ap (mbar) | Condiciones de validez "NTP 111.011" |                              |
|  |          |               |                                    |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                  |                |                 |                |            |           | Q/D < 150                            | Reynolds < 2*10 <sup>6</sup> |
| COCINA   | CM4 - r1 | 25.5          | 2.31                               | 9.30      | 0        | 7        | 0       | 0        | 4.27        | 13.57       | 3/4" - Cu | 19.95           | 23.50            | 22.86          | descendente     | 3.47           | -0.175     | 0.468     | 2580.34                              | 2.04                         |
|  | r1 - t1  | 25.5          | 2.31                               | 0.50      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 0.5         | 3/4" - Cu | 19.95           | 22.86            | 22.84          | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.017     | 2580.34                              | 2.04                         |
| TERMA  | t1 - t2  | 16            | 1.45                               | 3.10      | 0        | 1        | 1       | 0        | 1.83        | 4.93        | 3/4" - Cu | 19.95           | 22.84            | 22.80          | ascendente      | 0.70           | 0.035      | 0.073     | 1619.04                              | 1.28                         |
|  | t2 - Te  | 11            | 1.00                               | 4.1       | 0        | 6        | 1       | 0        | 3.68        | 7.78        | 1/2" - Cu | 13.84           | 22.80            | 22.48          | ascendente      | 0.40           | 0.020      | 0.339     | 1604.49                              | 1.83                         |
|  | CM4 - r1 | 25.5          | 2.31                               | 9.30      | 0        | 7        | 0       | 0        | 4.27        | 13.57       | 3/4" - Cu | 19.95           | 23.50            | 22.86          | descendente     | 3.47           | -0.175     | 0.468     | 2580.34                              | 2.04                         |
| SECADORA   | r1 - t1  | 25.5          | 2.31                               | 0.50      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 0.5         | 3/4" - Cu | 19.95           | 22.86            | 22.84          | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.017     | 2580.34                              | 2.04                         |
|  | t1 - t2  | 16            | 1.45                               | 3.10      | 0        | 1        | 1       | 0        | 1.83        | 4.93        | 3/4" - Cu | 19.95           | 22.84            | 22.80          | ascendente      | 0.70           | 0.035      | 0.073     | 1619.04                              | 1.28                         |
|  | t2 - Se  | 5             | 0.45                               | 3.5       | 0        | 7        | 0       | 1        | 3.52        | 7.02        | 1/2" - Cu | 13.84           | 22.80            | 22.75          | ascendente      | 0.40           | 0.020      | 0.073     | 729.31                               | 0.83                         |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |          |               |                                    |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                  |                |                 |                |            |           |                                      |                              |
| -0.120   |          |               |                                    |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                  |                |                 |                |            |           |                                      |                              |
| APROBADO   |          |               |                                    |           |          |          |         |          |             |             |           |                 |                  |                |                 |                |            |           |                                      |                              |

**Tabla 89**

**Topología 3 - Cálculo de línea individual interior (16)**

MONTANTE 4 - DEPARTAMENTOS: 101, 401, 501, 601, 701, 801, 901, 1001, 1101, 1201, 1301, 1401

**CÁLCULOS DE LA LÍNEA INDIVIDUAL INTERNA DE GNS**

(FÓRMULA DE RENOARD U NEAL: Presión =< 100mbar)

Condiciones Estandar:  Etapa  m Caída del medidor:  mbar Presión inicial:  mbar Presión regulada:  mbar

Regulación:  Pot. Por Opto.:  Kw P.C.S. (GNS):  Kw-h/m<sup>3</sup> Caída de presión máxima de 32%: 8mbar Unión de tuberías: Soldadas por capilaridad

**DEPARTAMENTO 101**

| Artefacto  | Tramo    | Potencia (Kw) | Q <sub>(st)</sub> (m <sup>3</sup> /h.) | Lreal (m) | Codo 45° 90° | Tee 90° 180° | Tee 180° | Lequiv. (m) | Ltotal (m) | D.nominal | D.interior (mm.) | P.inicial (mbar) | P.final (mbar) | Flujo del tramo | Lvertical (m) | Aph (mbar) | Ap (mbar) | Condiciones de validez "NTP 111.011" |                              |           |                 |
|--|----------|---------------|--|-----------|--------------|--------------|----------|-------------|------------|-----------|------------------|------------------|----------------|-----------------|---------------|------------|-----------|--------------------------------------|------------------------------|-----------|-----------------|
|  |          |               |  |           |              |              |          |             |            |           |                  |                  |                |                 |               |            |           | Q/D < 150                            | Reynolds < 2*10 <sup>5</sup> | V ≤ 40m/s | Pfinal ≥ 17mbar |
| COCINA   | CM4 - r1 | 25.5          | 2.31                                   | 46.90     | 0            | 6            | 0        | 3.66        | 50.56      | 3/4" Cu   | 19.95            | 23.50            | 19.72          | descendente     | 40.38         | -2.036     | 1.745     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05      |                 |
|  | r1 - t1  | 25.5          | 2.31                                   | 1.84      | 0            | 1            | 0        | 0.61        | 2.45       | 3/4" Cu   | 19.95            | 19.72            | 19.63          | horizontal      | 0.00          | 0.000      | 0.085     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |                 |
|  | t1 - t2  | 16            | 1.45                                   | 0.70      | 0            | 0            | 0        | 0           | 0.7        | 3/4" Cu   | 19.95            | 19.63            | 19.66          | ascendente      | 0.70          | 0.035      | 0.010     | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.28      |                 |
|  | t2 - Te  | 11            | 1.00                                   | 3.0       | 0            | 6            | 0        | 3.06        | 6.06       | 1/2" Cu   | 13.84            | 19.66            | 19.41          | ascendente      | 0.30          | 0.015      | 0.264     | 0.07                                 | 1604.49                      | 1.83      |                 |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |          |               |  |           |              |              |          |             |            |           |                  |                  |                |                 |               |            |           | -2.016                               | APROBADO                     |           |                 |
| TERMA  | CM4 - r1 | 25.5          | 2.31                                   | 46.90     | 0            | 6            | 0        | 3.66        | 50.56      | 3/4" Cu   | 19.95            | 23.50            | 19.72          | descendente     | 40.38         | -2.036     | 1.745     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05      |                 |
|  | r1 - t1  | 25.5          | 2.31                                   | 1.84      | 0            | 1            | 0        | 0.61        | 2.45       | 3/4" Cu   | 19.95            | 19.72            | 19.63          | horizontal      | 0.00          | 0.000      | 0.085     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |                 |
|  | t1 - t2  | 16            | 1.45                                   | 0.70      | 0            | 0            | 0        | 0           | 0.7        | 3/4" Cu   | 19.95            | 19.63            | 19.66          | ascendente      | 0.70          | 0.035      | 0.010     | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.28      |                 |
|  | t2 - Se  | 5             | 0.45                                   | 2.3       | 0            | 6            | 1        | 3.68        | 5.93       | 1/2" Cu   | 13.84            | 19.66            | 19.62          | ascendente      | 0.50          | 0.025      | 0.061     | 0.03                                 | 729.31                       | 0.83      |                 |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |          |               |  |           |              |              |          |             |            |           |                  |                  |                |                 |               |            |           | -1.986                               | APROBADO                     |           |                 |
| SECADORA   | CM4 - r1 | 25.5          | 2.31                                   | 46.90     | 0            | 6            | 0        | 3.66        | 50.56      | 3/4" Cu   | 19.95            | 23.50            | 19.72          | descendente     | 40.38         | -2.036     | 1.745     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05      |                 |
|  | r1 - t1  | 25.5          | 2.31                                   | 1.84      | 0            | 1            | 0        | 0.61        | 2.45       | 3/4" Cu   | 19.95            | 19.72            | 19.63          | horizontal      | 0.00          | 0.000      | 0.085     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |                 |
|  | t1 - t2  | 16            | 1.45                                   | 0.70      | 0            | 0            | 0        | 0           | 0.7        | 3/4" Cu   | 19.95            | 19.63            | 19.66          | ascendente      | 0.70          | 0.035      | 0.010     | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.28      |                 |
|  | t2 - Se  | 5             | 0.45                                   | 2.3       | 0            | 6            | 1        | 3.68        | 5.93       | 1/2" Cu   | 13.84            | 19.66            | 19.62          | ascendente      | 0.50          | 0.025      | 0.061     | 0.03                                 | 729.31                       | 0.83      |                 |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |          |               |  |           |              |              |          |             |            |           |                  |                  |                |                 |               |            |           | -1.976                               | APROBADO                     |           |                 |

**DEPARTAMENTO 401**

| Artefacto  | Tramo    | Potencia (Kw) | Q <sub>(st)</sub> (m <sup>3</sup> /h.) | Lreal (m) | Codo 45° 90° | Tee 90° 180° | Tee 180° | Lequiv. (m) | Ltotal (m) | D.nominal | D.interior (mm.) | P.inicial (mbar) | P.final (mbar) | Flujo del tramo | Lvertical (m) | Aph (mbar) | Ap (mbar) | Condiciones de validez "NTP 111.011" |                              |           |                 |
|--|----------|---------------|--|-----------|--------------|--------------|----------|-------------|------------|-----------|------------------|------------------|----------------|-----------------|---------------|------------|-----------|--------------------------------------|------------------------------|-----------|-----------------|
|  |          |               |  |           |              |              |          |             |            |           |                  |                  |                |                 |               |            |           | Q/D < 150                            | Reynolds < 2*10 <sup>5</sup> | V ≤ 40m/s | Pfinal ≥ 17mbar |
| COCINA   | CM4 - r1 | 25.5          | 2.31                                   | 38.69     | 0            | 6            | 0        | 3.66        | 42.35      | 3/4" Cu   | 19.95            | 20.43            | 20.43          | descendente     | 31.86         | -1.607     | 1.462     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05      |                 |
|  | r1 - t1  | 25.5          | 2.31                                   | 1.84      | 0            | 1            | 0        | 0.61        | 2.45       | 3/4" Cu   | 19.95            | 20.43            | 20.35          | horizontal      | 0.00          | 0.000      | 0.085     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |                 |
|  | t1 - t2  | 16            | 1.45                                   | 0.70      | 0            | 0            | 0        | 0           | 0.7        | 3/4" Cu   | 19.95            | 20.35            | 20.37          | ascendente      | 0.70          | 0.035      | 0.010     | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.28      |                 |
|  | t2 - Te  | 11            | 1.00                                   | 3.0       | 0            | 6            | 0        | 3.06        | 6.06       | 1/2" Cu   | 13.84            | 20.37            | 20.12          | ascendente      | 0.30          | 0.015      | 0.264     | 0.07                                 | 1604.49                      | 1.83      |                 |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |          |               |  |           |              |              |          |             |            |           |                  |                  |                |                 |               |            |           | -1.586                               | APROBADO                     |           |                 |
| TERMA  | CM4 - r1 | 25.5          | 2.31                                   | 38.69     | 0            | 6            | 0        | 3.66        | 42.35      | 3/4" Cu   | 19.95            | 23.50            | 20.43          | descendente     | 31.86         | -1.607     | 1.462     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05      |                 |
|  | r1 - t1  | 25.5          | 2.31                                   | 1.84      | 0            | 1            | 0        | 0.61        | 2.45       | 3/4" Cu   | 19.95            | 20.43            | 20.35          | horizontal      | 0.00          | 0.000      | 0.085     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |                 |
|  | t1 - t2  | 16            | 1.45                                   | 0.70      | 0            | 0            | 0        | 0           | 0.7        | 3/4" Cu   | 19.95            | 20.35            | 20.37          | ascendente      | 0.70          | 0.035      | 0.010     | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.28      |                 |
|  | t2 - Te  | 11            | 1.00                                   | 3.0       | 0            | 6            | 0        | 3.06        | 6.06       | 1/2" Cu   | 13.84            | 20.37            | 20.12          | ascendente      | 0.30          | 0.015      | 0.264     | 0.07                                 | 1604.49                      | 1.83      |                 |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |          |               |  |           |              |              |          |             |            |           |                  |                  |                |                 |               |            |           | -1.556                               | APROBADO                     |           |                 |
| SECADORA   | CM4 - r1 | 25.5          | 2.31                                   | 38.69     | 0            | 6            | 0        | 3.66        | 42.35      | 3/4" Cu   | 19.95            | 23.50            | 20.43          | descendente     | 31.86         | -1.607     | 1.462     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05      |                 |
|  | r1 - t1  | 25.5          | 2.31                                   | 1.84      | 0            | 1            | 0        | 0.61        | 2.45       | 3/4" Cu   | 19.95            | 20.43            | 20.35          | horizontal      | 0.00          | 0.000      | 0.085     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |                 |
|  | t1 - t2  | 16            | 1.45                                   | 0.70      | 0            | 0            | 0        | 0           | 0.7        | 3/4" Cu   | 19.95            | 20.35            | 20.37          | ascendente      | 0.70          | 0.035      | 0.010     | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.28      |                 |
|  | t2 - Se  | 5             | 0.45                                   | 2.3       | 0            | 6            | 1        | 3.68        | 5.93       | 1/2" Cu   | 13.84            | 20.37            | 20.34          | ascendente      | 0.50          | 0.025      | 0.061     | 0.03                                 | 729.31                       | 0.83      |                 |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |          |               |  |           |              |              |          |             |            |           |                  |                  |                |                 |               |            |           | -1.546                               | APROBADO                     |           |                 |

**Tabla 90**

*Topología 3 - Cálculo de línea individual interior (17)*

| DEPARTAMENTO 501   |          |                |                                       |           |          |         |          |                      |           |                  |                 |               |                 |               |            |           |                                      |         |         |      |       |
|--|----------|----------------|---------------------------------------|-----------|----------|---------|----------|----------------------|-----------|------------------|-----------------|---------------|-----------------|---------------|------------|-----------|--------------------------------------|---------|---------|------|-------|
| Artefacto  | Tramo    | Potencial (Kw) | Q <sub>eq3</sub> (m <sup>3</sup> /h.) | Lreal (m) | Codo 45° | Tee 90° | Tee 180° | Lequiv. l. total (m) | D.nominal | D.interior (mm.) | Pinicial (mbar) | Pfinal (mbar) | Flujo del tramo | lvertical (m) | Aph (mbar) | Ap (mbar) | Condiciones de validez "NTP 111.011" |         |         |      |       |
|  |          |                |                                       |           |          |         |          |                      |           |                  |                 |               |                 |               |            |           |                                      |         |         |      |       |
| Cocina   |          |                |                                       |           |          |         |          |                      |           |                  |                 |               |                 |               |            |           |                                      |         |         |      |       |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |          |                |                                       |           |          |         |          |                      |           |                  |                 |               |                 |               |            |           |                                      |         |         |      |       |
|  | CM4 - r1 | 25.5           | 2.31                                  | 36.38     | 0        | 0       | 0        | 3.66                 | 40.04     | 3/4" - Cu        | 19.95           | 23.50         | 20.65           | descendente   | 29.04      | -1.464    | 1.382                                | 0.12    | 2580.34 | 2.05 | 20.09 |
|  | r1 - t1  | 25.5           | 2.31                                  | 1.84      | 0        | 0       | 0        | 0.61                 | 2.45      | 3/4" - Cu        | 19.95           | 20.65         | 20.57           | horizontal    | 0.00       | 0.000     | 0.085                                | 0.12    | 2580.34 | 2.04 |       |
|  | t1 - Co  | 12             | 1.09                                  | 5.88      | 0        | 0       | 1        | 3.98                 | 9.86      | 1/2" - Cu        | 13.84           | 20.57         | 20.09           | ascendente    | 0.40       | 0.020     | 0.503                                | 0.08    | 1750.35 | 2.00 |       |
| TERMA  |          |                |                                       |           |          |         |          |                      |           |                  |                 |               |                 |               |            |           |                                      |         |         |      |       |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |          |                |                                       |           |          |         |          |                      |           |                  |                 |               |                 |               |            |           |                                      |         |         |      |       |
|  | CM4 - r1 | 25.5           | 2.31                                  | 36.38     | 0        | 0       | 0        | 3.66                 | 40.04     | 3/4" - Cu        | 19.95           | 23.50         | 20.65           | descendente   | 29.04      | -1.464    | 1.382                                | 0.12    | 2580.34 | 2.05 | 20.35 |
|  | r1 - t1  | 25.5           | 2.31                                  | 1.84      | 0        | 0       | 0        | 0.61                 | 2.45      | 3/4" - Cu        | 19.95           | 20.65         | 20.57           | horizontal    | 0.00       | 0.000     | 0.085                                | 0.12    | 2580.34 | 2.04 |       |
|  | t1 - t2  | 16             | 1.45                                  | 0.70      | 0        | 0       | 0        | 0.7                  | 3/4" - Cu | 19.95            | 20.57           | 20.59         | ascendente      | 0.70          | 0.035      | 0.010     | 0.07                                 | 1619.04 | 1.28    |      |       |
|  | t2 - Te  | 11             | 1.00                                  | 3.0       | 0        | 0       | 1        | 3.06                 | 6.06      | 1/2" - Cu        | 13.84           | 20.59         | 20.35           | ascendente    | 0.30       | 0.015     | 0.264                                | 0.07    | 1604.49 | 1.83 |       |
| SECADORA   |          |                |                                       |           |          |         |          |                      |           |                  |                 |               |                 |               |            |           |                                      |         |         |      |       |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |          |                |                                       |           |          |         |          |                      |           |                  |                 |               |                 |               |            |           |                                      |         |         |      |       |
|  | CM4 - r1 | 25.5           | 2.31                                  | 36.38     | 0        | 0       | 0        | 3.66                 | 40.04     | 3/4" - Cu        | 19.95           | 23.50         | 20.65           | descendente   | 29.04      | -1.414    | 1.741                                | 0.12    | 2580.34 | 2.05 | 20.56 |
|  | r1 - t1  | 25.5           | 2.31                                  | 1.84      | 0        | 0       | 0        | 0.61                 | 2.45      | 3/4" - Cu        | 19.95           | 20.65         | 20.57           | horizontal    | 0.00       | 0.000     | 0.085                                | 0.12    | 2580.34 | 2.04 |       |
|  | t1 - t2  | 16             | 1.45                                  | 0.70      | 0        | 0       | 0        | 0.7                  | 3/4" - Cu | 19.95            | 20.57           | 20.59         | ascendente      | 0.70          | 0.035      | 0.010     | 0.07                                 | 1619.04 | 1.28    |      |       |
|  | t2 - Se  | 5              | 0.45                                  | 2.3       | 0        | 0       | 1        | 3.68                 | 5.93      | 1/2" - Cu        | 13.84           | 20.59         | 20.56           | ascendente    | 0.50       | 0.025     | 0.061                                | 0.03    | 729.31  | 0.83 |       |
| DEPARTAMENTO 601   |          |                |                                       |           |          |         |          |                      |           |                  |                 |               |                 |               |            |           |                                      |         |         |      |       |
| Cocina   |          |                |                                       |           |          |         |          |                      |           |                  |                 |               |                 |               |            |           |                                      |         |         |      |       |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |          |                |                                       |           |          |         |          |                      |           |                  |                 |               |                 |               |            |           |                                      |         |         |      |       |
|  | CM4 - r1 | 25.5           | 2.31                                  | 33.87     | 0        | 0       | 0        | 3.66                 | 37.53     | 3/4" - Cu        | 19.95           | 23.50         | 20.88           | descendente   | 26.22      | -1.302    | 1.883                                | 0.12    | 2580.34 | 2.05 | 20.32 |
|  | r1 - t1  | 25.5           | 2.31                                  | 1.84      | 0        | 0       | 0        | 0.61                 | 2.45      | 3/4" - Cu        | 19.95           | 20.88         | 20.80           | horizontal    | 0.00       | 0.000     | 0.085                                | 0.12    | 2580.34 | 2.04 |       |
|  | t1 - t2  | 16             | 1.45                                  | 0.70      | 0        | 0       | 0        | 0.7                  | 3/4" - Cu | 19.95            | 20.80           | 20.82         | ascendente      | 0.70          | 0.035      | 0.010     | 0.07                                 | 1619.04 | 1.28    |      |       |
|  | t2 - Te  | 11             | 1.00                                  | 3.0       | 0        | 0       | 1        | 3.06                 | 6.06      | 1/2" - Cu        | 13.84           | 20.82         | 20.57           | ascendente    | 0.30       | 0.015     | 0.264                                | 0.07    | 1604.49 | 1.83 |       |
| TERMA  |          |                |                                       |           |          |         |          |                      |           |                  |                 |               |                 |               |            |           |                                      |         |         |      |       |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |          |                |                                       |           |          |         |          |                      |           |                  |                 |               |                 |               |            |           |                                      |         |         |      |       |
|  | CM4 - r1 | 25.5           | 2.31                                  | 33.87     | 0        | 0       | 0        | 3.66                 | 37.53     | 3/4" - Cu        | 19.95           | 23.50         | 20.88           | descendente   | 26.22      | -1.322    | 1.295                                | 0.12    | 2580.34 | 2.05 | 20.79 |
|  | r1 - t1  | 25.5           | 2.31                                  | 1.84      | 0        | 0       | 0        | 0.61                 | 2.45      | 3/4" - Cu        | 19.95           | 20.88         | 20.80           | horizontal    | 0.00       | 0.000     | 0.085                                | 0.12    | 2580.34 | 2.04 |       |
|  | t1 - t2  | 16             | 1.45                                  | 0.70      | 0        | 0       | 0        | 0.7                  | 3/4" - Cu | 19.95            | 20.80           | 20.82         | ascendente      | 0.70          | 0.035      | 0.010     | 0.07                                 | 1619.04 | 1.28    |      |       |
|  | t2 - Se  | 5              | 0.45                                  | 2.3       | 0        | 0       | 1        | 3.68                 | 5.93      | 1/2" - Cu        | 13.84           | 20.82         | 20.79           | ascendente    | 0.50       | 0.025     | 0.061                                | 0.03    | 729.31  | 0.83 |       |
| DEPARTAMENTO 701   |          |                |                                       |           |          |         |          |                      |           |                  |                 |               |                 |               |            |           |                                      |         |         |      |       |
| Cocina   |          |                |                                       |           |          |         |          |                      |           |                  |                 |               |                 |               |            |           |                                      |         |         |      |       |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |          |                |                                       |           |          |         |          |                      |           |                  |                 |               |                 |               |            |           |                                      |         |         |      |       |
|  | CM4 - r1 | 25.5           | 2.31                                  | 31.37     | 0        | 0       | 0        | 3.66                 | 35.03     | 3/4" - Cu        | 19.95           | 23.50         | 21.11           | descendente   | 23.40      | -1.160    | 1.797                                | 0.12    | 2580.34 | 2.05 | 20.54 |
|  | r1 - t1  | 25.5           | 2.31                                  | 1.84      | 0        | 0       | 0        | 0.61                 | 2.45      | 3/4" - Cu        | 19.95           | 21.11         | 21.03           | horizontal    | 0.00       | 0.000     | 0.085                                | 0.12    | 2580.34 | 2.04 |       |
|  | t1 - t2  | 16             | 1.45                                  | 0.70      | 0        | 0       | 0        | 0.7                  | 3/4" - Cu | 19.95            | 21.03           | 21.05         | ascendente      | 0.70          | 0.035      | 0.010     | 0.07                                 | 1619.04 | 1.28    |      |       |
|  | t2 - Te  | 11             | 1.00                                  | 3.0       | 0        | 0       | 1        | 3.06                 | 6.06      | 1/2" - Cu        | 13.84           | 21.05         | 20.80           | ascendente    | 0.30       | 0.015     | 0.264                                | 0.07    | 1604.49 | 1.83 |       |
| TERMA  |          |                |                                       |           |          |         |          |                      |           |                  |                 |               |                 |               |            |           |                                      |         |         |      |       |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |          |                |                                       |           |          |         |          |                      |           |                  |                 |               |                 |               |            |           |                                      |         |         |      |       |
|  | CM4 - r1 | 25.5           | 2.31                                  | 31.37     | 0        | 0       | 0        | 3.66                 | 35.03     | 3/4" - Cu        | 19.95           | 23.50         | 21.11           | descendente   | 23.40      | -1.130    | 1.568                                | 0.12    | 2580.34 | 2.05 | 21.02 |
|  | r1 - t1  | 25.5           | 2.31                                  | 1.84      | 0        | 0       | 0        | 0.61                 | 2.45      | 3/4" - Cu        | 19.95           | 21.11         | 21.03           | horizontal    | 0.00       | 0.000     | 0.085                                | 0.12    | 2580.34 | 2.04 |       |
|  | t1 - t2  | 16             | 1.45                                  | 0.70      | 0        | 0       | 0        | 0.7                  | 3/4" - Cu | 19.95            | 21.03           | 21.05         | ascendente      | 0.70          | 0.035      | 0.010     | 0.07                                 | 1619.04 | 1.28    |      |       |
|  | t2 - Se  | 5              | 0.45                                  | 2.3       | 0        | 0       | 1        | 3.68                 | 5.93      | 1/2" - Cu        | 13.84           | 21.05         | 21.02           | ascendente    | 0.50       | 0.025     | 0.061                                | 0.03    | 729.31  | 0.83 |       |
| SECADORA   |          |                |                                       |           |          |         |          |                      |           |                  |                 |               |                 |               |            |           |                                      |         |         |      |       |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |          |                |                                       |           |          |         |          |                      |           |                  |                 |               |                 |               |            |           |                                      |         |         |      |       |
|  | CM4 - r1 | 25.5           | 2.31                                  | 31.37     | 0        | 0       | 0        | 3.66                 | 35.03     | 3/4" - Cu        | 19.95           | 23.50         | 21.11           | descendente   | 23.40      | -1.119    | 1.365                                | 0.12    | 2580.34 | 2.05 | 21.02 |
|  | r1 - t1  | 25.5           | 2.31                                  | 1.84      | 0        | 0       | 0        | 0.61                 | 2.45      | 3/4" - Cu        | 19.95           | 21.11         | 21.03           | horizontal    | 0.00       | 0.000     | 0.085                                | 0.12    | 2580.34 | 2.04 |       |
|  | t1 - t2  | 16             | 1.45                                  | 0.70      | 0        | 0       | 0        | 0.7                  | 3/4" - Cu | 19.95            | 21.03           | 21.05         | ascendente      | 0.70          | 0.035      | 0.010     | 0.07                                 | 1619.04 | 1.28    |      |       |
|  | t2 - Se  | 5              | 0.45                                  | 2.3       | 0        | 0       | 1        | 3.68                 | 5.93      | 1/2" - Cu        | 13.84           | 21.05         | 21.02           | ascendente    | 0.50       | 0.025     | 0.061                                | 0.03    | 729.31  | 0.83 |       |





Tabla 92

Topología 3 - Cálculo de línea individual interior (19)

| DEPARTAMENTO 1101  |  | Potencia (Kw) | Q <sub>eq</sub> (m <sup>3</sup> /h) | Lreal (m) | Codo 45° | Codo 90° | Tee 90° | Tee 180° | Lequiv. (m) | L total (m) | D. nominal (mm) | D.interior (mm) | Pinicial (mbar) | Pfinal (mbar) | Flujo del tramo | lvertical (m) | Aph (mbar) | Ap (mbar) | Condiciones de validez "NTP 111.011" |  |  |
|--|--|---------------|-------------------------------------|-----------|----------|----------|---------|----------|-------------|-------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------|-----------------|---------------|------------|-----------|--------------------------------------|--|--|
| Artefacto  | Tramo  |               |                                     |           |          |          |         |          |             |             |                 |                 |                 |               |                 |               |            |           |                                      | O/D < 150 Reynolds < 2*10 <sup>6</sup> V ≤ 40m/s Pfinal ≥ 17mbar |  |
| COCINA   | CM4-r1   | 25.5          | 2.31                                | 23.81     | 0        | 6        | 0       | 0        | 3.66        | 27.47       | 3/4"-Cu         | 19.95           | 23.50           | 21.80         | descendente     | 14.97         | -0.755     | 0.948     | 0.12                                 | 2580.34  |  |
|  | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                | 1.84      | 0        | 1        | 0       | 0        | 0.61        | 2.45        | 3/4"-Cu         | 19.95           | 21.80           | 21.71         | horizontal      | 0.00          | 0.000      | 0.085     | 0.12                                 | 2580.34  |  |
|  | t1-Co  | 12            | 1.09                                | 5.88      | 0        | 8        | 0       | 1        | 3.98        | 9.86        | 1/2"-Cu         | 13.84           | 21.71           | 21.23         | ascendente      | 0.40          | 0.020      | 0.503     | 0.08                                 | 1750.35  |  |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |  |               |                                     |           |          |          |         |          |             |             |                 |                 |                 |               |                 |               |            |           |                                      |  |  |
| TERMA  | CM4-r1   | 25.5          | 2.31                                | 23.81     | 0        | 6        | 0       | 0        | 3.66        | 27.47       | 3/4"-Cu         | 19.95           | 23.50           | 21.80         | descendente     | 14.97         | -0.755     | 0.948     | 0.12                                 | 2580.34  |  |
|  | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                | 1.84      | 0        | 1        | 0       | 0        | 0.61        | 2.45        | 3/4"-Cu         | 19.95           | 21.80           | 21.71         | horizontal      | 0.00          | 0.000      | 0.085     | 0.12                                 | 2580.34  |  |
|  | t1-t2  | 16            | 1.45                                | 0.70      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 0.7         | 3/4"-Cu         | 19.95           | 21.71           | 21.74         | ascendente      | 0.70          | 0.035      | 0.010     | 0.07                                 | 1619.04  |  |
| SECADORA   | t2-Te  | 11            | 1.00                                | 3.0       | 0        | 6        | 0       | 1        | 3.06        | 6.06        | 1/2"-Cu         | 13.84           | 21.74           | 21.49         | ascendente      | 0.30          | 0.015      | 0.264     | 0.07                                 | 1604.49  |  |
|  | Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |               |                                     |           |          |          |         |          |             |             |                 |                 |                 |               |                 |               |            |           |                                      |  |  |
|  | CM4-r1   | 25.5          | 2.31                                | 23.81     | 0        | 6        | 0       | 0        | 3.66        | 27.47       | 3/4"-Cu         | 19.95           | 23.50           | 21.80         | descendente     | 14.97         | -0.755     | 0.948     | 0.12                                 | 2580.34  |  |
| r1-t1  | 25.5   | 2.31          | 1.84                                | 0         | 1        | 0        | 0       | 0.61     | 2.45        | 3/4"-Cu     | 19.95           | 21.80           | 21.71           | horizontal    | 0.00            | 0.000         | 0.085      | 0.12      | 2580.34                              |  |  |
| t1-t2  | 16   | 1.45          | 0.70                                | 0         | 0        | 0        | 0       | 0        | 0.7         | 3/4"-Cu     | 19.95           | 21.71           | 21.74           | ascendente    | 0.70            | 0.035         | 0.010      | 0.07      | 1619.04                              |  |  |
| t2-Se  | 5  | 0.45          | 2.3                                 | 0         | 6        | 1        | 0       | 3.68     | 5.93        | 1/2"-Cu     | 13.84           | 21.74           | 21.70           | ascendente    | 0.50            | 0.025         | 0.061      | 0.03      | 729.31                               |  |  |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |  |               |                                     |           |          |          |         |          |             |             |                 |                 |                 |               |                 |               |            |           |                                      |  |  |
| APROBADO   |  |               |                                     |           |          |          |         |          |             |             |                 |                 |                 |               |                 |               |            |           |                                      |  |  |
| DEPARTAMENTO 1201  |  |               |                                     |           |          |          |         |          |             |             |                 |                 |                 |               |                 |               |            |           |                                      |  |  |
| Artefacto  | Tramo  | Potencia (Kw) | Q <sub>eq</sub> (m <sup>3</sup> /h) | Lreal (m) | Codo 45° | Codo 90° | Tee 90° | Tee 180° | Lequiv. (m) | L total (m) | D. nominal (mm) | D.interior (mm) | Pinicial (mbar) | Pfinal (mbar) | Flujo del tramo | lvertical (m) | Aph (mbar) | Ap (mbar) | Condiciones de validez "NTP 111.011" |  |  |
| COCINA   | CM4-r1   | 25.5          | 2.31                                | 17.04     | 0        | 6        | 0       | 0        | 3.66        | 20.70       | 3/4"-Cu         | 19.95           | 23.50           | 22.29         | descendente     | 9.75          | -0.492     | 0.714     | 0.12                                 | 2580.34  |  |
|  | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                | 1.84      | 0        | 1        | 0       | 0        | 0.61        | 2.45        | 3/4"-Cu         | 19.95           | 22.29           | 22.21         | horizontal      | 0.00          | 0.000      | 0.085     | 0.12                                 | 2580.34  |  |
|  | t1-t2  | 16            | 1.45                                | 0.70      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 0.7         | 3/4"-Cu         | 19.95           | 22.21           | 22.23         | ascendente      | 0.70          | 0.035      | 0.010     | 0.07                                 | 1619.04  |  |
| TERMA  | t2-Te  | 11            | 1.00                                | 3.0       | 0        | 6        | 0       | 1        | 3.06        | 6.06        | 1/2"-Cu         | 13.84           | 22.23           | 21.99         | ascendente      | 0.30          | 0.015      | 0.264     | 0.07                                 | 1604.49  |  |
|  | Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |               |                                     |           |          |          |         |          |             |             |                 |                 |                 |               |                 |               |            |           |                                      |  |  |
|  | CM4-r1   | 25.5          | 2.31                                | 17.04     | 0        | 6        | 0       | 0        | 3.66        | 20.70       | 3/4"-Cu         | 19.95           | 23.50           | 22.29         | descendente     | 9.75          | -0.492     | 0.714     | 0.12                                 | 2580.34  |  |
| r1-t1  | 25.5   | 2.31          | 1.84                                | 0         | 1        | 0        | 0       | 0.61     | 2.45        | 3/4"-Cu     | 19.95           | 22.29           | 22.21           | horizontal    | 0.00            | 0.000         | 0.085      | 0.12      | 2580.34                              |  |  |
| t1-t2  | 16   | 1.45          | 0.70                                | 0         | 0        | 0        | 0       | 0        | 0.7         | 3/4"-Cu     | 19.95           | 22.21           | 22.23           | ascendente    | 0.70            | 0.035         | 0.010      | 0.07      | 1619.04                              |  |  |
| t2-Se  | 5  | 0.45          | 2.3                                 | 0         | 6        | 1        | 0       | 3.68     | 5.93        | 1/2"-Cu     | 13.84           | 22.23           | 22.20           | ascendente    | 0.50            | 0.025         | 0.061      | 0.03      | 729.31                               |  |  |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |  |               |                                     |           |          |          |         |          |             |             |                 |                 |                 |               |                 |               |            |           |                                      |  |  |
| APROBADO   |  |               |                                     |           |          |          |         |          |             |             |                 |                 |                 |               |                 |               |            |           |                                      |  |  |
| DEPARTAMENTO 1301  |  |               |                                     |           |          |          |         |          |             |             |                 |                 |                 |               |                 |               |            |           |                                      |  |  |
| Artefacto  | Tramo  | Potencia (Kw) | Q <sub>eq</sub> (m <sup>3</sup> /h) | Lreal (m) | Codo 45° | Codo 90° | Tee 90° | Tee 180° | Lequiv. (m) | L total (m) | D. nominal (mm) | D.interior (mm) | Pinicial (mbar) | Pfinal (mbar) | Flujo del tramo | lvertical (m) | Aph (mbar) | Ap (mbar) | Condiciones de validez "NTP 111.011" |  |  |
| COCINA   | CM4-r1   | 25.5          | 2.31                                | 14.54     | 0        | 6        | 0       | 0        | 3.66        | 18.20       | 3/4"-Cu         | 19.95           | 23.50           | 22.52         | descendente     | 6.94          | -0.350     | 0.628     | 0.12                                 | 2580.34  |  |
|  | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                | 1.84      | 0        | 1        | 0       | 0        | 0.61        | 2.45        | 3/4"-Cu         | 19.95           | 22.52           | 22.44         | horizontal      | 0.00          | 0.000      | 0.085     | 0.12                                 | 2580.34  |  |
|  | t1-t2  | 16            | 1.45                                | 0.70      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 0.7         | 3/4"-Cu         | 19.95           | 22.44           | 22.46         | ascendente      | 0.70          | 0.035      | 0.010     | 0.07                                 | 1619.04  |  |
| TERMA  | t2-Te  | 11            | 1.00                                | 3.0       | 0        | 6        | 0       | 1        | 3.06        | 6.06        | 1/2"-Cu         | 13.84           | 22.46           | 22.21         | ascendente      | 0.30          | 0.015      | 0.264     | 0.07                                 | 1604.49  |  |
|  | Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |               |                                     |           |          |          |         |          |             |             |                 |                 |                 |               |                 |               |            |           |                                      |  |  |
|  | CM4-r1   | 25.5          | 2.31                                | 14.54     | 0        | 6        | 0       | 0        | 3.66        | 18.20       | 3/4"-Cu         | 19.95           | 23.50           | 22.52         | descendente     | 6.94          | -0.350     | 0.628     | 0.12                                 | 2580.34  |  |
| r1-t1  | 25.5   | 2.31          | 1.84                                | 0         | 1        | 0        | 0       | 0.61     | 2.45        | 3/4"-Cu     | 19.95           | 22.52           | 22.44           | horizontal    | 0.00            | 0.000         | 0.085      | 0.12      | 2580.34                              |  |  |
| t1-t2  | 16   | 1.45          | 0.70                                | 0         | 0        | 0        | 0       | 0        | 0.7         | 3/4"-Cu     | 19.95           | 22.44           | 22.46           | ascendente    | 0.70            | 0.035         | 0.010      | 0.07      | 1619.04                              |  |  |
| t2-Se  | 5  | 0.45          | 2.3                                 | 0         | 6        | 1        | 0       | 3.68     | 5.93        | 1/2"-Cu     | 13.84           | 22.46           | 22.43           | ascendente    | 0.50            | 0.025         | 0.061      | 0.03      | 729.31                               |  |  |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |  |               |                                     |           |          |          |         |          |             |             |                 |                 |                 |               |                 |               |            |           |                                      |  |  |
| APROBADO   |  |               |                                     |           |          |          |         |          |             |             |                 |                 |                 |               |                 |               |            |           |                                      |  |  |
| SECADORA   | CM4-r1   | 25.5          | 2.31                                | 14.54     | 0        | 6        | 0       | 0        | 3.66        | 18.20       | 3/4"-Cu         | 19.95           | 23.50           | 22.52         | descendente     | 6.94          | -0.300     | 0.987     | 0.12                                 | 2580.34  |  |
|  | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                | 1.84      | 0        | 1        | 0       | 0        | 0.61        | 2.45        | 3/4"-Cu         | 19.95           | 22.52           | 22.44         | horizontal      | 0.00          | 0.000      | 0.085     | 0.12                                 | 2580.34  |  |
|  | t1-t2  | 16            | 1.45                                | 0.70      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 0.7         | 3/4"-Cu         | 19.95           | 22.44           | 22.46         | ascendente      | 0.70          | 0.035      | 0.010     | 0.07                                 | 1619.04  |  |
| t2-Se  | 5  | 0.45          | 2.3                                 | 0         | 6        | 1        | 0       | 3.68     | 5.93        | 1/2"-Cu     | 13.84           | 22.46           | 22.43           | ascendente    | 0.50            | 0.025         | 0.061      | 0.03      | 729.31                               |  |  |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |  |               |                                     |           |          |          |         |          |             |             |                 |                 |                 |               |                 |               |            |           |                                      |  |  |
| APROBADO   |  |               |                                     |           |          |          |         |          |             |             |                 |                 |                 |               |                 |               |            |           |                                      |  |  |

**Tabla 93**

*Topología 3 - Cálculo de línea individual interior (20)*

| Artefacto  | Tramo    | Potencia (Kw) | Q <sub>(st)</sub> (m <sup>3</sup> /h.) | Lreal (m) | Codo 45° | Codo 90° | Tee 90° | Tee 180° | Lequiv. (m) | Ltotal (m) | D.nominal | D.interior (mm.) | P.inicial (mbar) | P.final (mbar) | Flujo del tramo | Lvertical (m) | Δph (mbar) | Δp (mbar) | Condiciones de validez "NTP 111.011" |                              |           |                 |
|--|----------|---------------|--|-----------|----------|----------|---------|----------|-------------|------------|-----------|------------------|------------------|----------------|-----------------|---------------|------------|-----------|--------------------------------------|------------------------------|-----------|-----------------|
|  |          |               |  |           |          |          |         |          |             |            |           |                  |                  |                |                 |               |            |           | Q/D < 150                            | Reynolds < 2*10 <sup>5</sup> | V ≤ 40m/s | Pfinal ≥ 17mbar |
| COCINA   | CM4 - r1 | 25.5          | 2.31                                   | 12.23     | 0        | 6        | 0       | 0        | 3.66        | 15.89      | 3/4" - Cu | 19.95            | 23.50            | 22.74          | descendente     | 4.12          | -0.208     | 0.548     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05      |                 |
|  | r1 - t1  | 25.5          | 2.31                                   | 1.84      | 0        | 1        | 0       | 0        | 0.61        | 2.45       | 3/4" - Cu | 19.95            | 22.74            | 22.66          | horizontal      | 0.00          | 0.000      | 0.085     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |                 |
|  | t1 - Co  | 12            | 1.09                                   | 5.88      | 0        | 8        | 0       | 1        | 3.98        | 9.86       | 1/2" - Cu | 13.84            | 22.66            | 22.18          | ascendente      | 0.40          | 0.020      | 0.503     | 0.08                                 | 1750.35                      | 2.00      |                 |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |          |               |  |           |          |          |         |          |             |            |           |                  |                  |                |                 |               |            |           | -0.188                               | 1.136                        | APROBADO  |                 |
| TERMA  | CM4 - r1 | 25.5          | 2.31                                   | 12.23     | 0        | 6        | 0       | 0        | 3.66        | 15.89      | 3/4" - Cu | 19.95            | 23.50            | 22.74          | descendente     | 4.12          | -0.208     | 0.548     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05      |                 |
|  | r1 - t1  | 25.5          | 2.31                                   | 1.84      | 0        | 1        | 0       | 0        | 0.61        | 2.45       | 3/4" - Cu | 19.95            | 22.74            | 22.66          | horizontal      | 0.00          | 0.000      | 0.085     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |                 |
|  | t1 - t2  | 16            | 1.45                                   | 0.70      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 0.7        | 3/4" - Cu | 19.95            | 22.66            | 22.68          | ascendente      | 0.70          | 0.035      | 0.010     | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.28      |                 |
|  | t2 - Te  | 11            | 1.00                                   | 3.0       | 0        | 6        | 0       | 1        | 3.06        | 6.06       | 1/2" - Cu | 13.84            | 22.68            | 22.44          | ascendente      | 0.30          | 0.015      | 0.264     | 0.07                                 | 1604.49                      | 1.83      |                 |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |          |               |  |           |          |          |         |          |             |            |           |                  |                  |                |                 |               |            |           | -0.157                               | 0.907                        | APROBADO  |                 |
| SECADORA   | CM4 - r1 | 25.5          | 2.31                                   | 12.23     | 0        | 6        | 0       | 0        | 3.66        | 15.89      | 3/4" - Cu | 19.95            | 23.50            | 22.74          | descendente     | 4.12          | -0.208     | 0.548     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.05      |                 |
|  | r1 - t1  | 25.5          | 2.31                                   | 1.84      | 0        | 1        | 0       | 0        | 0.61        | 2.45       | 3/4" - Cu | 19.95            | 22.74            | 22.66          | horizontal      | 0.00          | 0.000      | 0.085     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |                 |
|  | t1 - t2  | 16            | 1.45                                   | 0.70      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 0.7        | 3/4" - Cu | 19.95            | 22.66            | 22.68          | ascendente      | 0.70          | 0.035      | 0.010     | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.28      |                 |
|  | t2 - Se  | 5             | 0.45                                   | 2.3       | 0        | 6        | 1       | 0        | 3.68        | 5.93       | 1/2" - Cu | 13.84            | 22.68            | 22.65          | ascendente      | 0.50          | 0.025      | 0.061     | 0.03                                 | 729.31                       | 0.83      |                 |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |          |               |  |           |          |          |         |          |             |            |           |                  |                  |                |                 |               |            |           | -0.147                               | 0.705                        | APROBADO  |                 |

**Tabla 94**

**Topología 3 - Cálculo de línea individual interior (21)**

MONTANTE 5 - DEPARTAMENTOS: 201, 301, 402, 502, 602, 702, 802, 902, 1002, 1102, 1202, 1302, 1402  
**CÁLCULOS DE LA LÍNEA INDIVIDUAL INTERNA DE GNS**  
 (FORMULA DE RENOUARD LINEAL: Presión <= 100mbar)

Condiciones Estándar: Regulación: 2° Etapa Caída del medidor: 1.5 mbar D relativa del GNS: 0.61 P.C.S. (GNS): 11.05 Kw-h/m³  
 Presión regulada: 25 mbar Presión inicial: 23.5 mbar Pot. Por Dpto.: 25.5 Kw Presión atmosf. (at): 1.013 bar  
 Caída de presión máxima de 32%: 8mbar  
 Unión de tuberías: Soldadas por capilaridad

**DEPARTAMENTO 201**

| Artefacto  | Tramo  | Potencia (Kw) | Q <sub>(s)</sub> (m³/h.) | Lreal (m) | Codo 45° | Codo 90° | Tee 90° | Tee 180° | Lequiv. (m) | Ltotal (m) | D.nominal | D.interior (mm.) | P.inicial (mbar) | P.final (mbar) | Flujo del tramo | L.vertical (m) | Aph (mbar) | Ap (mbar) | Condiciones de validez "NTP 111.011" |                              |           |
|--|--|---------------|--------------------------|-----------|----------|----------|---------|----------|-------------|------------|-----------|------------------|------------------|----------------|-----------------|----------------|------------|-----------|--------------------------------------|------------------------------|-----------|
|  |  |               |                          |           |          |          |         |          |             |            |           |                  |                  |                |                 |                |            |           | Q/D < 150                            | Reynolds < 2*10 <sup>6</sup> | V ≤ 40m/s |
| COCINA   | CM4-r1   | 25.5          | 2.31                     | 47.51     | 0        | 7        | 0       | 0        | 5.32        | 52.83      | 1"-Cu     | 26.04            | 23.50            | 21.02          | descendente     | 39.19          | -1.976     | 0.505     | 0.09                                 | 1976.87                      | 1.20      |
|  | r1-t1  | 25.5          | 2.31                     | 0.75      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 0.75       | 3/4"-Cu   | 19.95            | 21.02            | 20.99          | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.026     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |
|  | t1-t2  | 16            | 1.45                     | 9.78      | 0        | 3        | 1       | 0        | 3.05        | 12.83      | 3/4"-Cu   | 19.95            | 20.99            | 20.84          | ascendente      | 0.70           | 0.035      | 0.190     | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.28      |
| TERMA  | t2-Te  | 11            | 1.09                     | 2.88      | 0        | 6        | 1       | 0        | 3.68        | 6.56       | 1/2"-Cu   | 13.84            | 20.99            | 20.68          | ascendente      | 0.40           | 0.020      | 0.335     | 0.08                                 | 1750.35                      | 2.00      |
|  | Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |               |                          |           |          |          |         |          |             |            |           |                  |                  |                |                 |                |            |           |                                      |                              |           |
|  | CM4-r1   | 25.5          | 2.31                     | 47.51     | 0        | 7        | 0       | 0        | 5.32        | 52.83      | 1"-Cu     | 26.04            | 23.50            | 21.02          | descendente     | 39.19          | -1.976     | 0.505     | 0.09                                 | 1976.87                      | 1.20      |
| SECADORA   | r1-t1  | 25.5          | 2.31                     | 0.75      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 0.75       | 3/4"-Cu   | 19.95            | 21.02            | 20.99          | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.026     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |
|  | t1-t2  | 16            | 1.45                     | 9.78      | 0        | 3        | 1       | 0        | 3.05        | 12.83      | 3/4"-Cu   | 19.95            | 20.99            | 20.84          | ascendente      | 0.70           | 0.035      | 0.190     | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.28      |
|  | t2-Se  | 5             | 0.45                     | 5.2       | 0        | 6        | 1       | 0        | 3.68        | 8.83       | 1/2"-Cu   | 13.84            | 20.84            | 20.77          | ascendente      | 0.50           | 0.025      | 0.092     | 0.03                                 | 729.31                       | 0.83      |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |  |               |                          |           |          |          |         |          |             |            |           |                  |                  |                |                 |                |            |           |                                      |                              |           |

**DEPARTAMENTO 301**

| Artefacto  | Tramo  | Potencia (Kw) | Q <sub>(s)</sub> (m³/h.) | Lreal (m) | Codo 45° | Codo 90° | Tee 90° | Tee 180° | Lequiv. (m) | Ltotal (m) | D.nominal | D.interior (mm.) | P.inicial (mbar) | P.final (mbar) | Flujo del tramo | L.vertical (m) | Aph (mbar) | Ap (mbar) | Condiciones de validez "NTP 111.011" |                              |           |
|--|--|---------------|--------------------------|-----------|----------|----------|---------|----------|-------------|------------|-----------|------------------|------------------|----------------|-----------------|----------------|------------|-----------|--------------------------------------|------------------------------|-----------|
|  |  |               |                          |           |          |          |         |          |             |            |           |                  |                  |                |                 |                |            |           | Q/D < 150                            | Reynolds < 2*10 <sup>6</sup> | V ≤ 40m/s |
| COCINA   | CM4-r1   | 25.5          | 2.31                     | 44.40     | 0        | 7        | 0       | 0        | 5.32        | 49.72      | 1"-Cu     | 26.04            | 23.50            | 21.19          | descendente     | 36.33          | -1.832     | 0.475     | 0.09                                 | 1976.87                      | 1.20      |
|  | r1-t1  | 25.5          | 2.31                     | 0.75      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 0.75       | 3/4"-Cu   | 19.95            | 21.19            | 21.17          | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.026     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |
|  | t1-t2  | 16            | 1.45                     | 9.78      | 0        | 3        | 1       | 0        | 3.05        | 12.83      | 3/4"-Cu   | 19.95            | 21.17            | 21.01          | ascendente      | 0.70           | 0.035      | 0.190     | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.28      |
| TERMA  | t2-Te  | 11            | 1.09                     | 2.88      | 0        | 6        | 0       | 1        | 3.06        | 7.24       | 1/2"-Cu   | 13.84            | 21.01            | 20.72          | ascendente      | 0.40           | 0.020      | 0.315     | 0.07                                 | 1604.49                      | 1.83      |
|  | Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |               |                          |           |          |          |         |          |             |            |           |                  |                  |                |                 |                |            |           |                                      |                              |           |
|  | CM4-r1   | 25.5          | 2.31                     | 44.40     | 0        | 7        | 0       | 0        | 5.32        | 49.72      | 1"-Cu     | 26.04            | 23.50            | 21.19          | descendente     | 36.33          | -1.832     | 0.475     | 0.09                                 | 1976.87                      | 1.20      |
| SECADORA   | r1-t1  | 25.5          | 2.31                     | 0.75      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0           | 0.75       | 3/4"-Cu   | 19.95            | 21.19            | 21.17          | horizontal      | 0.00           | 0.000      | 0.026     | 0.12                                 | 2580.34                      | 2.04      |
|  | t1-t2  | 16            | 1.45                     | 9.78      | 0        | 3        | 1       | 0        | 3.05        | 12.83      | 3/4"-Cu   | 19.95            | 21.17            | 21.01          | ascendente      | 0.70           | 0.035      | 0.190     | 0.07                                 | 1619.04                      | 1.28      |
|  | t2-Se  | 5             | 0.45                     | 5.2       | 0        | 6        | 1       | 0        | 3.68        | 8.83       | 1/2"-Cu   | 13.84            | 21.01            | 20.95          | ascendente      | 0.50           | 0.025      | 0.092     | 0.03                                 | 729.31                       | 0.83      |
| Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |  |               |                          |           |          |          |         |          |             |            |           |                  |                  |                |                 |                |            |           |                                      |                              |           |

**Tabla 95****Topología 3 - Cálculo de línea individual interior (22)**

| Antefacto        | Tramo                          | Potencia (Kw)      | Q <sub>(s)</sub> (m <sup>3</sup> /h.) | Lreal (m)             | Codo        | Codo 90°          | Tee 90°     | Tee 180°    | Lequiv. (m)          | L total (m)           | D nominal                   | D interior (mm)         | Pnicial (mbar)          | Pfinal (mbar)           | Flujo del tramo                         | Lvertical (m)        | Aph (mbar)               | Ap (mbar)               | Condiciones de validez "NTP 111.011" |                               |            |                 |   |                          |                              |                              |                  |                          |                  |                  |                              |                               |  |                                  |                                  |                                  |   |                               |                                   |                              |  |            |          |   |                         |                              |                              |                  |                          |                  |                  |                              |                               |  |                                  |                                  |                                  |   |                               |                                     |                              |   |            |                  |   |                         |                              |                              |                  |                          |                  |                  |                              |                               |  |                                  |                                  |                                  |   |                               |                                     |                              |   |            |                  |   |                         |                              |                              |                  |                          |                  |                  |                              |                               |  |                                  |                                  |                                  |   |                               |                                     |                              |   |            |
|------------------|--------------------------------|--------------------|---------------------------------------|-----------------------|-------------|-------------------|-------------|-------------|----------------------|-----------------------|-----------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|---|----------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|------------|-----------------|---|--------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------|--------------------------|------------------|------------------|------------------------------|-------------------------------|--|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|---|-------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|--|------------|----------|---|-------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------|--------------------------|------------------|------------------|------------------------------|-------------------------------|--|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|---|-------------------------------|-------------------------------------|------------------------------|---|------------|------------------|---|-------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------|--------------------------|------------------|------------------|------------------------------|-------------------------------|--|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|---|-------------------------------|-------------------------------------|------------------------------|---|------------|------------------|---|-------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------|--------------------------|------------------|------------------|------------------------------|-------------------------------|--|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|---|-------------------------------|-------------------------------------|------------------------------|---|------------|
|                  |                                |                    |                                       |                       |             |                   |             |             |                      |                       |                             |                         |                         |                         |   |                      |                          |                         | Q/D < 150                            | Reynolds < 2*10 <sup>6</sup>  | V ≤ 40m/s  | Pfinal ≥ 17mbar |   |                          |                              |                              |                  |                          |                  |                  |                              |                               |  |                                  |                                  |                                  |   |                               |                                   |                              |  |            |          |   |                         |                              |                              |                  |                          |                  |                  |                              |                               |  |                                  |                                  |                                  |   |                               |                                     |                              |   |            |                  |   |                         |                              |                              |                  |                          |                  |                  |                              |                               |  |                                  |                                  |                                  |   |                               |                                     |                              |   |            |                  |   |                         |                              |                              |                  |                          |                  |                  |                              |                               |  |                                  |                                  |                                  |   |                               |                                     |                              |   |            |
|                  |                                |                    |                                       |                       |             |                   |             |             |                      |                       |                             |                         |                         |                         |   |                      |                          |                         |                                      |                               |            |                 | Reynolds < 2*10 <sup>6</sup>              | V ≤ 40m/s                | Pfinal ≥ 17mbar              |                              |                  |                          |                  |                  |                              |                               |  |                                  |                                  |                                  |   |                               |                                   |                              |  |            |          |   |                         |                              |                              |                  |                          |                  |                  |                              |                               |  |                                  |                                  |                                  |   |                               |                                     |                              |   |            |                  |   |                         |                              |                              |                  |                          |                  |                  |                              |                               |  |                                  |                                  |                                  |   |                               |                                     |                              |   |            |                  |   |                         |                              |                              |                  |                          |                  |                  |                              |                               |  |                                  |                                  |                                  |   |                               |                                     |                              |   |            |
| DEPARTAMENTO 402 |                                |                    |                                       |                       |             |                   |             |             |                      |                       |                             |                         |                         |                         |   |                      |                          |                         |                                      |                               |            |                 |   |                          |                              |                              |                  |                          |                  |                  |                              |                               |  |                                  |                                  |                                  |   |                               |                                   |                              |  |            |          |   |                         |                              |                              |                  |                          |                  |                  |                              |                               |  |                                  |                                  |                                  |   |                               |                                     |                              |   |            |                  |   |                         |                              |                              |                  |                          |                  |                  |                              |                               |  |                                  |                                  |                                  |   |                               |                                     |                              |   |            |                  |   |                         |                              |                              |                  |                          |                  |                  |                              |                               |  |                                  |                                  |                                  |   |                               |                                     |                              |   |            |
| COCINA           | CM4 - r1<br>r1 - t1<br>t1 - Co | 25.5<br>25.5<br>12 | 2.31<br>2.31<br>1.09                  | 41.30<br>1.50<br>5.35 | 0<br>0<br>0 | 45°<br>90°<br>90° | 7<br>0<br>0 | 0<br>0<br>1 | 5.32<br>0.61<br>3.98 | 46.62<br>2.11<br>9.33 | 1"-Cu<br>3/4"-Cu<br>1/2"-Cu | 26.04<br>19.95<br>13.84 | 23.50<br>21.37<br>21.29 | 21.37<br>21.29<br>20.84 | descendente<br>horizontal<br>ascendente | 0.00<br>0.00<br>0.40 | -1.687<br>0.000<br>0.020 | 0.446<br>0.000<br>0.076 | 0.09<br>0.12<br>0.08                 | 1976.87<br>2580.34<br>1750.35 | A PROBA DO |                 |   |                          |                              |                              |                  |                          |                  |                  |                              |                               |  |                                  |                                  |                                  |   |                               |                                   |                              |  |            |          |   |                         |                              |                              |                  |                          |                  |                  |                              |                               |  |                                  |                                  |                                  |   |                               |                                     |                              |   |            |                  |   |                         |                              |                              |                  |                          |                  |                  |                              |                               |  |                                  |                                  |                                  |   |                               |                                     |                              |   |            |                  |   |                         |                              |                              |                  |                          |                  |                  |                              |                               |  |                                  |                                  |                                  |   |                               |                                     |                              |   |            |
|                  |                                |                    |                                       |                       |             |                   |             |             |                      |                       |                             |                         |                         |                         |   |                      |                          |                         |                                      |                               |            | TERMA           | CM4 - r1<br>r1 - t1<br>t1 - t2<br>t2 - Te | 25.5<br>25.5<br>16<br>11 | 2.31<br>2.31<br>1.45<br>1.00 | 41.30<br>1.50<br>0.70<br>2.8 | 0<br>0<br>0<br>0 | 45°<br>90°<br>90°<br>90° | 7<br>0<br>0<br>1 | 0<br>0<br>1<br>0 | 5.32<br>0.61<br>1.22<br>3.06 | 46.62<br>2.11<br>1.92<br>5.86 | 1"-Cu<br>3/4"-Cu<br>3/4"-Cu<br>1/2"-Cu | 26.04<br>19.95<br>19.95<br>13.84 | 23.50<br>21.37<br>21.29<br>21.30 | 21.37<br>21.29<br>21.30<br>21.07 | descendente<br>horizontal<br>ascendente<br>ascendente | 0.00<br>0.00<br>0.035<br>0.40 | -1.687<br>0.000<br>0.028<br>0.020 | 0.09<br>0.12<br>0.07<br>0.07 | 1976.87<br>2580.34<br>1619.04<br>1604.49 | A PROBA DO |          |   |                         |                              |                              |                  |                          |                  |                  |                              |                               |  |                                  |                                  |                                  |   |                               |                                     |                              |   |            |                  |   |                         |                              |                              |                  |                          |                  |                  |                              |                               |  |                                  |                                  |                                  |   |                               |                                     |                              |   |            |                  |   |                         |                              |                              |                  |                          |                  |                  |                              |                               |  |                                  |                                  |                                  |   |                               |                                     |                              |   |            |
|                  |                                |                    |                                       |                       |             |                   |             |             |                      |                       |                             |                         |                         |                         |   |                      |                          |                         |                                      |                               |            |                 |   |                          |                              |                              |                  |                          |                  |                  |                              |                               |  |                                  |                                  |                                  |   |                               |                                   |                              |  |            | SECADORA | CM4 - r1<br>r1 - t1<br>t1 - t2<br>t2 - Se | 25.5<br>25.5<br>16<br>5 | 2.31<br>2.31<br>1.45<br>0.45 | 41.30<br>1.50<br>0.70<br>3.1 | 0<br>0<br>0<br>0 | 45°<br>90°<br>90°<br>90° | 7<br>0<br>0<br>1 | 0<br>0<br>1<br>0 | 5.32<br>0.61<br>1.22<br>3.68 | 46.62<br>2.11<br>1.92<br>6.73 | 1"-Cu<br>3/4"-Cu<br>3/4"-Cu<br>1/2"-Cu | 26.04<br>19.95<br>19.95<br>13.84 | 23.50<br>21.37<br>21.29<br>21.30 | 21.37<br>21.29<br>21.30<br>21.26 | descendente<br>horizontal<br>ascendente<br>ascendente | 0.00<br>0.00<br>0.035<br>0.50 | -1.631<br>-1.687<br>0.035<br>-1.626 | 0.09<br>0.12<br>0.07<br>0.03 | 1976.87<br>2580.34<br>1619.04<br>729.31 | A PROBA DO |                  |   |                         |                              |                              |                  |                          |                  |                  |                              |                               |  |                                  |                                  |                                  |   |                               |                                     |                              |   |            |                  |   |                         |                              |                              |                  |                          |                  |                  |                              |                               |  |                                  |                                  |                                  |   |                               |                                     |                              |   |            |
|                  |                                |                    |                                       |                       |             |                   |             |             |                      |                       |                             |                         |                         |                         |   |                      |                          |                         |                                      |                               |            |                 |   |                          |                              |                              |                  |                          |                  |                  |                              |                               |  |                                  |                                  |                                  |   |                               |                                   |                              |  |            |          |   |                         |                              |                              |                  |                          |                  |                  |                              |                               |  |                                  |                                  |                                  |   |                               |                                     |                              |   |            | DEPARTAMENTO 502 | CM4 - r1<br>r1 - t1<br>t1 - t2<br>t2 - Se | 25.5<br>25.5<br>16<br>5 | 2.31<br>2.31<br>1.45<br>0.45 | 41.30<br>1.50<br>0.70<br>3.1 | 0<br>0<br>0<br>0 | 45°<br>90°<br>90°<br>90° | 7<br>0<br>0<br>1 | 0<br>0<br>1<br>0 | 5.32<br>0.61<br>1.22<br>3.68 | 46.62<br>2.11<br>1.92<br>6.73 | 1"-Cu<br>3/4"-Cu<br>3/4"-Cu<br>1/2"-Cu | 26.04<br>19.95<br>19.95<br>13.84 | 23.50<br>21.37<br>21.29<br>21.30 | 21.37<br>21.29<br>21.30<br>21.26 | descendente<br>horizontal<br>ascendente<br>ascendente | 0.00<br>0.00<br>0.035<br>0.50 | -1.631<br>-1.687<br>0.035<br>-1.626 | 0.09<br>0.12<br>0.07<br>0.03 | 1976.87<br>2580.34<br>1619.04<br>729.31 | A PROBA DO |                  |   |                         |                              |                              |                  |                          |                  |                  |                              |                               |  |                                  |                                  |                                  |   |                               |                                     |                              |   |            |
|                  |                                |                    |                                       |                       |             |                   |             |             |                      |                       |                             |                         |                         |                         |   |                      |                          |                         |                                      |                               |            |                 |   |                          |                              |                              |                  |                          |                  |                  |                              |                               |  |                                  |                                  |                                  |   |                               |                                   |                              |  |            |          |   |                         |                              |                              |                  |                          |                  |                  |                              |                               |  |                                  |                                  |                                  |   |                               |                                     |                              |   |            |                  |   |                         |                              |                              |                  |                          |                  |                  |                              |                               |  |                                  |                                  |                                  |   |                               |                                     |                              |   |            | DEPARTAMENTO 602 | CM4 - r1<br>r1 - t1<br>t1 - t2<br>t2 - Se | 25.5<br>25.5<br>16<br>5 | 2.31<br>2.31<br>1.45<br>0.45 | 41.30<br>1.50<br>0.70<br>3.1 | 0<br>0<br>0<br>0 | 45°<br>90°<br>90°<br>90° | 7<br>0<br>0<br>1 | 0<br>0<br>1<br>0 | 5.32<br>0.61<br>1.22<br>3.68 | 46.62<br>2.11<br>1.92<br>6.73 | 1"-Cu<br>3/4"-Cu<br>3/4"-Cu<br>1/2"-Cu | 26.04<br>19.95<br>19.95<br>13.84 | 23.50<br>21.37<br>21.29<br>21.30 | 21.37<br>21.29<br>21.30<br>21.43 | descendente<br>horizontal<br>ascendente<br>ascendente | 0.00<br>0.00<br>0.035<br>0.50 | -1.481<br>-1.542<br>0.025<br>-1.481 | 0.09<br>0.12<br>0.07<br>0.03 | 1976.87<br>2580.34<br>1619.04<br>729.31 | A PROBA DO |
|                  |                                |                    |                                       |                       |             |                   |             |             |                      |                       |                             |                         |                         |                         |   |                      |                          |                         |                                      |                               |            |                 |   |                          |                              |                              |                  |                          |                  |                  |                              |                               |  |                                  |                                  |                                  |   |                               |                                   |                              |  |            |          |   |                         |                              |                              |                  |                          |                  |                  |                              |                               |  |                                  |                                  |                                  |   |                               |                                     |                              |   |            |                  |   |                         |                              |                              |                  |                          |                  |                  |                              |                               |  |                                  |                                  |                                  |   |                               |                                     |                              |   |            |                  |   |                         |                              |                              |                  |                          |                  |                  |                              |                               |  |                                  |                                  |                                  |   |                               |                                     |                              |   |            |



**Tabla 97**

**Topología 3 - Cálculo de línea individual interior (23)**

| DEPARTAMENTO 1102 |  |               |                                      |           |          |          |         |          |             |            |           |                  |                |               |                 |               |            |           |  |                |
|-------------------|--|---------------|--------------------------------------|-----------|----------|----------|---------|----------|-------------|------------|-----------|------------------|----------------|---------------|-----------------|---------------|------------|-----------|--|----------------|
| Artefacto         | Tramo  | Potencia (Kw) | Q <sub>60</sub> (m <sup>3</sup> /h.) | Lreal (m) | Codo 45° | Codo 90° | Tee 90° | Tee 180° | Lequiv. (m) | Ltotal (m) | D.nominal | D.interior (mm.) | Pnicial (mbar) | Pfinal (mbar) | Flujo del tramo | Lvertical (m) | Aph (mbar) | Ap (mbar) | Q/D < 150 Reynolds < 2*10 <sup>6</sup> V ≤ 40m/s | Pfinal ≥ 7mbar |
| COCINA            | CM4-r1   | 25.5          | 2.31                                 | 22.32     | 0        | 7        | 0       | 0        | 5.32        | 27.64      | 1"-Cu     | 26.04            | 23.50          | 22.42         | descendente     | 16.18         | -0.816     | 0.264     | 0.09   | 1976.87        |
|                   | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                 | 1.50      | 0        | 1        | 0       | 0        | 0.61        | 2.11       | 3/4"-Cu   | 19.95            | 22.42          | 22.35         | horizontal      | 0.00          | 0.000      | 0.073     | 0.12   | 2580.34        |
|                   | t1-t2  | 16            | 1.45                                 | 0.70      | 0        | 1        | 0       | 1        | 1.22        | 1.92       | 3/4"-Cu   | 19.95            | 22.35          | 22.35         | ascendente      | 0.70          | 0.035      | 0.028     | 0.07   | 1619.04        |
| TERMA             | t2-Te  | 11            | 1.00                                 | 2.8       | 0        | 6        | 0       | 1        | 3.06        | 5.86       | 1/2"-Cu   | 13.84            | 22.35          | 22.12         | ascendente      | 0.40          | 0.020      | 0.255     | 0.07   | 1604.49        |
|                   | CM4-r1   | 25.5          | 2.31                                 | 22.32     | 0        | 7        | 0       | 0        | 5.32        | 27.64      | 1"-Cu     | 26.04            | 23.50          | 22.42         | descendente     | 16.18         | -0.760     | 0.260     | 0.09   | 1976.87        |
|                   | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                 | 1.50      | 0        | 1        | 0       | 0        | 0.61        | 2.11       | 3/4"-Cu   | 19.95            | 22.42          | 22.35         | horizontal      | 0.00          | 0.000      | 0.073     | 0.12   | 2580.34        |
| SECADORA          | t1-t2  | 16            | 1.45                                 | 0.70      | 0        | 1        | 0       | 1        | 1.22        | 1.92       | 3/4"-Cu   | 19.95            | 22.35          | 22.35         | ascendente      | 0.70          | 0.035      | 0.028     | 0.07   | 1619.04        |
|                   | t2-Se  | 5             | 0.45                                 | 3.1       | 0        | 6        | 1       | 0        | 3.68        | 6.73       | 1/2"-Cu   | 13.84            | 22.35          | 22.31         | ascendente      | 0.50          | 0.025      | 0.070     | 0.03   | 729.31         |
|                   | Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |               |                                      |           |          |          |         |          |             |            |           |                  |                | -0.755        | A PROBABDO      |               |            |           |  |                |
| DEPARTAMENTO 1102 |  |               |                                      |           |          |          |         |          |             |            |           |                  |                |               |                 |               |            |           |  |                |
| Artefacto         | Tramo  | Potencia (Kw) | Q <sub>60</sub> (m <sup>3</sup> /h.) | Lreal (m) | Codo 45° | Codo 90° | Tee 90° | Tee 180° | Lequiv. (m) | Ltotal (m) | D.nominal | D.interior (mm.) | Pnicial (mbar) | Pfinal (mbar) | Flujo del tramo | Lvertical (m) | Aph (mbar) | Ap (mbar) | Q/D < 150 Reynolds < 2*10 <sup>6</sup> V ≤ 40m/s | Pfinal ≥ 7mbar |
| COCINA            | CM4-r1   | 25.5          | 2.31                                 | 20.82     | 0        | 7        | 0       | 0        | 5.32        | 26.14      | 1"-Cu     | 26.04            | 23.50          | 22.63         | descendente     | 12.39         | -0.625     | 0.250     | 0.09   | 1976.87        |
|                   | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                 | 1.50      | 0        | 1        | 0       | 0        | 0.61        | 2.11       | 3/4"-Cu   | 19.95            | 22.63          | 22.55         | horizontal      | 0.00          | 0.000      | 0.073     | 0.12   | 2580.34        |
|                   | t1-t2  | 16            | 1.45                                 | 0.70      | 0        | 1        | 0       | 1        | 1.22        | 1.92       | 3/4"-Cu   | 19.95            | 22.55          | 22.56         | ascendente      | 0.70          | 0.035      | 0.028     | 0.07   | 1619.04        |
| TERMA             | t2-Te  | 11            | 1.00                                 | 2.8       | 0        | 6        | 0       | 1        | 3.06        | 5.86       | 1/2"-Cu   | 13.84            | 22.56          | 22.32         | ascendente      | 0.40          | 0.020      | 0.255     | 0.07   | 1604.49        |
|                   | CM4-r1   | 25.5          | 2.31                                 | 20.82     | 0        | 7        | 0       | 0        | 5.32        | 26.14      | 1"-Cu     | 26.04            | 23.50          | 22.63         | descendente     | 12.39         | -0.605     | 0.250     | 0.09   | 1976.87        |
|                   | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                 | 1.50      | 0        | 1        | 0       | 0        | 0.61        | 2.11       | 3/4"-Cu   | 19.95            | 22.63          | 22.55         | horizontal      | 0.00          | 0.000      | 0.073     | 0.12   | 2580.34        |
| SECADORA          | t1-t2  | 16            | 1.45                                 | 0.70      | 0        | 1        | 0       | 1        | 1.22        | 1.92       | 3/4"-Cu   | 19.95            | 22.55          | 22.56         | ascendente      | 0.70          | 0.035      | 0.028     | 0.07   | 1619.04        |
|                   | t2-Se  | 5             | 0.45                                 | 3.1       | 0        | 6        | 1       | 0        | 3.68        | 6.73       | 1/2"-Cu   | 13.84            | 22.56          | 22.51         | ascendente      | 0.50          | 0.025      | 0.070     | 0.03   | 729.31         |
|                   | Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |               |                                      |           |          |          |         |          |             |            |           |                  |                | -0.564        | A PROBABDO      |               |            |           |  |                |
| DEPARTAMENTO 1202 |  |               |                                      |           |          |          |         |          |             |            |           |                  |                |               |                 |               |            |           |  |                |
| Artefacto         | Tramo  | Potencia (Kw) | Q <sub>60</sub> (m <sup>3</sup> /h.) | Lreal (m) | Codo 45° | Codo 90° | Tee 90° | Tee 180° | Lequiv. (m) | Ltotal (m) | D.nominal | D.interior (mm.) | Pnicial (mbar) | Pfinal (mbar) | Flujo del tramo | Lvertical (m) | Aph (mbar) | Ap (mbar) | Q/D < 150 Reynolds < 2*10 <sup>6</sup> V ≤ 40m/s | Pfinal ≥ 7mbar |
| COCINA            | CM4-r1   | 25.5          | 2.31                                 | 18.14     | 0        | 7        | 0       | 0        | 5.32        | 23.46      | 1"-Cu     | 26.04            | 23.50          | 22.77         | descendente     | 9.96          | -0.502     | 0.224     | 0.09   | 1976.87        |
|                   | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                 | 1.50      | 0        | 1        | 0       | 0        | 0.61        | 2.11       | 3/4"-Cu   | 19.95            | 22.77          | 22.70         | horizontal      | 0.00          | 0.000      | 0.073     | 0.12   | 2580.34        |
|                   | t1-t2  | 16            | 1.45                                 | 0.70      | 0        | 1        | 0       | 1        | 1.22        | 1.92       | 3/4"-Cu   | 19.95            | 22.70          | 22.71         | ascendente      | 0.70          | 0.035      | 0.028     | 0.07   | 1619.04        |
| TERMA             | t2-Te  | 11            | 1.00                                 | 2.8       | 0        | 6        | 0       | 1        | 3.06        | 5.86       | 1/2"-Cu   | 13.84            | 22.71          | 22.47         | ascendente      | 0.40          | 0.020      | 0.255     | 0.07   | 1604.49        |
|                   | CM4-r1   | 25.5          | 2.31                                 | 18.14     | 0        | 7        | 0       | 0        | 5.32        | 23.46      | 1"-Cu     | 26.04            | 23.50          | 22.77         | descendente     | 9.96          | -0.482     | 0.224     | 0.09   | 1976.87        |
|                   | r1-t1  | 25.5          | 2.31                                 | 1.50      | 0        | 1        | 0       | 0        | 0.61        | 2.11       | 3/4"-Cu   | 19.95            | 22.77          | 22.70         | horizontal      | 0.00          | 0.000      | 0.073     | 0.12   | 2580.34        |
| SECADORA          | t1-t2  | 16            | 1.45                                 | 0.70      | 0        | 1        | 0       | 1        | 1.22        | 1.92       | 3/4"-Cu   | 19.95            | 22.70          | 22.71         | ascendente      | 0.70          | 0.035      | 0.028     | 0.07   | 1619.04        |
|                   | t2-Se  | 5             | 0.45                                 | 3.1       | 0        | 6        | 1       | 0        | 3.68        | 6.73       | 1/2"-Cu   | 13.84            | 22.71          | 22.66         | ascendente      | 0.50          | 0.025      | 0.070     | 0.03   | 729.31         |
|                   | Caída de presión acumulada después del medidor de gas natural (mbar) |               |                                      |           |          |          |         |          |             |            |           |                  |                | -0.442        | A PROBABDO      |               |            |           |  |                |

**Tabla 98**

*Topología 3 - Cálculo de línea individual interior (24)*

| DEPARTAMENTO 1302   |          |               |                                      |           |          |          |         |          |             |            |           |                 |                |               |                 |               |            |           |                                      |   |
|---|----------|---------------|--------------------------------------|-----------|----------|----------|---------|----------|-------------|------------|-----------|-----------------|----------------|---------------|-----------------|---------------|------------|-----------|--------------------------------------|---|
| Artefacto   | Tramo    | Potencia (Kw) | Q <sub>s1</sub> (m <sup>3</sup> /h.) | Lreal (m) | Codo 45° | Codo 90° | Tee 90° | Tee 180° | Lequiv. (m) | Ltotal (m) | Dnominial | Dinterior (mm.) | Pñicial (nbar) | Pñinal (nbar) | Flujo del tramo | Lvertical (m) | Δph (nbar) | Ap (nbar) | Condiciones de validez "NTP 111.011" |   |
|   |          |               |                                      |           |          |          |         |          |             |            |           |                 |                |               |                 |               |            |           | Q/D < 150                            | Reynolds < 2* 10 <sup>6</sup> V ≤ 40m/s |
| COCINA  | CM4 - r1 | 25.5          | 2.31                                 | 15.07     | 0        | 7        | 0       | 0        | 5.32        | 20.39      | 1"-Cu     | 26.04           | 23.50          | 22.95         | descendente     | 7.08          | -0.357     | 0.195     | 1976.87                              | 1.20                                    |
|   | r1 - t1  | 25.5          | 2.31                                 | 1.50      | 0        | 1        | 0       | 0        | 0.61        | 2.11       | 3/4"-Cu   | 19.95           | 22.95          | 22.88         | horizontal      | 0.00          | 0.000      | 0.073     | 2580.34                              | 2.04                                    |
|   | t1 - t2  | 16            | 1.45                                 | 0.70      | 0        | 0        | 1       | 0        | 1.22        | 1.92       | 3/4"-Cu   | 19.95           | 22.88          | 22.88         | ascendente      | 0.70          | 0.035      | 0.028     | 1619.04                              | 1.28                                    |
|   | t2 - Te  | 11            | 1.00                                 | 2.8       | 0        | 6        | 0       | 1        | 3.06        | 5.86       | 1/2"-Cu   | 13.84           | 22.88          | 22.65         | ascendente      | 0.40          | 0.020      | 0.255     | 1604.49                              | 1.83                                    |
| Caída de presión acumulada despus del medidor de gas natural (nbar) |          |               |                                      |           |          |          |         |          |             |            |           |                 |                |               | APROBADO        |               |            |           |                                      |   |
| TERMA   | CM4 - r1 | 25.5          | 2.31                                 | 15.07     | 0        | 7        | 0       | 0        | 5.32        | 20.39      | 1"-Cu     | 26.04           | 23.50          | 22.95         | descendente     | 7.08          | -0.357     | 0.195     | 1976.87                              | 1.20                                    |
|   | r1 - t1  | 25.5          | 2.31                                 | 1.50      | 0        | 1        | 0       | 0        | 0.61        | 2.11       | 3/4"-Cu   | 19.95           | 22.95          | 22.88         | horizontal      | 0.00          | 0.000      | 0.073     | 2580.34                              | 2.04                                    |
|   | t1 - t2  | 16            | 1.45                                 | 0.70      | 0        | 0        | 1       | 0        | 1.22        | 1.92       | 3/4"-Cu   | 19.95           | 22.88          | 22.88         | ascendente      | 0.70          | 0.035      | 0.028     | 1619.04                              | 1.28                                    |
|   | t2 - Se  | 5             | 0.45                                 | 3.1       | 0        | 6        | 1       | 0        | 3.68        | 6.73       | 1/2"-Cu   | 13.84           | 22.88          | 22.84         | ascendente      | 0.50          | 0.025      | 0.070     | 729.31                               | 0.83                                    |
| Caída de presión acumulada despus del medidor de gas natural (nbar) |          |               |                                      |           |          |          |         |          |             |            |           |                 |                |               | APROBADO        |               |            |           |                                      |   |
| SECADORA  | CM4 - r1 | 25.5          | 2.31                                 | 15.07     | 0        | 7        | 0       | 0        | 5.32        | 20.39      | 1"-Cu     | 26.04           | 23.50          | 22.95         | descendente     | 7.08          | -0.357     | 0.195     | 1976.87                              | 1.20                                    |
|   | r1 - t1  | 25.5          | 2.31                                 | 1.50      | 0        | 1        | 0       | 0        | 0.61        | 2.11       | 3/4"-Cu   | 19.95           | 22.95          | 22.88         | horizontal      | 0.00          | 0.000      | 0.073     | 2580.34                              | 2.04                                    |
|   | t1 - t2  | 16            | 1.45                                 | 0.70      | 0        | 0        | 1       | 0        | 1.22        | 1.92       | 3/4"-Cu   | 19.95           | 22.88          | 22.88         | ascendente      | 0.70          | 0.035      | 0.028     | 1619.04                              | 1.28                                    |
|   | t2 - Se  | 5             | 0.45                                 | 3.1       | 0        | 6        | 1       | 0        | 3.68        | 6.73       | 1/2"-Cu   | 13.84           | 22.88          | 22.84         | ascendente      | 0.50          | 0.025      | 0.070     | 729.31                               | 0.83                                    |
| Caída de presión acumulada despus del medidor de gas natural (nbar) |          |               |                                      |           |          |          |         |          |             |            |           |                 |                |               | APROBADO        |               |            |           |                                      |   |
| DEPARTAMENTO 1402   |          |               |                                      |           |          |          |         |          |             |            |           |                 |                |               |                 |               |            |           |                                      |   |
| Artefacto   | Tramo    | Potencia (Kw) | Q <sub>s1</sub> (m <sup>3</sup> /h.) | Lreal (m) | Codo 45° | Codo 90° | Tee 90° | Tee 180° | Lequiv. (m) | Ltotal (m) | Dnominial | Dinterior (mm.) | Pñicial (nbar) | Pñinal (nbar) | Flujo del tramo | Lvertical (m) | Δph (nbar) | Ap (nbar) | Condiciones de validez "NTP 111.011" |   |
|   |          |               |                                      |           |          |          |         |          |             |            |           |                 |                |               |                 |               |            |           | Q/D < 150                            | Reynolds < 2* 10 <sup>6</sup> V ≤ 40m/s |
| COCINA  | CM4 - r1 | 25.5          | 2.31                                 | 11.99     | 0        | 7        | 0       | 0        | 5.32        | 17.31      | 1"-Cu     | 26.04           | 23.50          | 23.12         | descendente     | 4.20          | -0.212     | 0.165     | 1976.87                              | 1.20                                    |
|   | r1 - t1  | 25.5          | 2.31                                 | 1.50      | 0        | 1        | 0       | 0        | 0.61        | 2.11       | 3/4"-Cu   | 19.95           | 23.12          | 23.05         | horizontal      | 0.00          | 0.000      | 0.073     | 2580.34                              | 2.04                                    |
|   | t1 - t2  | 16            | 1.45                                 | 0.70      | 0        | 0        | 1       | 0        | 1.22        | 1.92       | 3/4"-Cu   | 19.95           | 23.05          | 23.06         | ascendente      | 0.70          | 0.035      | 0.028     | 1619.04                              | 1.28                                    |
|   | t2 - Te  | 11            | 1.00                                 | 2.8       | 0        | 6        | 0       | 1        | 3.06        | 5.86       | 1/2"-Cu   | 13.84           | 23.06          | 22.82         | ascendente      | 0.40          | 0.020      | 0.255     | 1604.49                              | 1.83                                    |
| Caída de presión acumulada despus del medidor de gas natural (nbar) |          |               |                                      |           |          |          |         |          |             |            |           |                 |                |               | APROBADO        |               |            |           |                                      |   |
| TERMA   | CM4 - r1 | 25.5          | 2.31                                 | 11.99     | 0        | 7        | 0       | 0        | 5.32        | 17.31      | 1"-Cu     | 26.04           | 23.50          | 23.12         | descendente     | 4.20          | -0.212     | 0.165     | 1976.87                              | 1.20                                    |
|   | r1 - t1  | 25.5          | 2.31                                 | 1.50      | 0        | 1        | 0       | 0        | 0.61        | 2.11       | 3/4"-Cu   | 19.95           | 23.12          | 23.05         | horizontal      | 0.00          | 0.000      | 0.073     | 2580.34                              | 2.04                                    |
|   | t1 - t2  | 16            | 1.45                                 | 0.70      | 0        | 0        | 1       | 0        | 1.22        | 1.92       | 3/4"-Cu   | 19.95           | 23.05          | 23.06         | ascendente      | 0.70          | 0.035      | 0.028     | 1619.04                              | 1.28                                    |
|   | t2 - Te  | 11            | 1.00                                 | 2.8       | 0        | 6        | 0       | 1        | 3.06        | 5.86       | 1/2"-Cu   | 13.84           | 23.06          | 22.82         | ascendente      | 0.40          | 0.020      | 0.255     | 1604.49                              | 1.83                                    |
| Caída de presión acumulada despus del medidor de gas natural (nbar) |          |               |                                      |           |          |          |         |          |             |            |           |                 |                |               | APROBADO        |               |            |           |                                      |   |
| SECADORA  | CM4 - r1 | 25.5          | 2.31                                 | 11.99     | 0        | 7        | 0       | 0        | 5.32        | 17.31      | 1"-Cu     | 26.04           | 23.50          | 23.12         | descendente     | 4.20          | -0.212     | 0.165     | 1976.87                              | 1.20                                    |
|   | r1 - t1  | 25.5          | 2.31                                 | 1.50      | 0        | 1        | 0       | 0        | 0.61        | 2.11       | 3/4"-Cu   | 19.95           | 23.12          | 23.05         | horizontal      | 0.00          | 0.000      | 0.073     | 2580.34                              | 2.04                                    |
|   | t1 - t2  | 16            | 1.45                                 | 0.70      | 0        | 0        | 1       | 0        | 1.22        | 1.92       | 3/4"-Cu   | 19.95           | 23.05          | 23.06         | ascendente      | 0.70          | 0.035      | 0.028     | 1619.04                              | 1.28                                    |
|   | t2 - Se  | 5             | 0.45                                 | 3.1       | 0        | 6        | 1       | 0        | 3.68        | 6.73       | 1/2"-Cu   | 13.84           | 23.06          | 23.01         | ascendente      | 0.50          | 0.025      | 0.070     | 729.31                               | 0.83                                    |
| Caída de presión acumulada despus del medidor de gas natural (nbar) |          |               |                                      |           |          |          |         |          |             |            |           |                 |                |               | APROBADO        |               |            |           |                                      |   |

### 3.2.3.6. Cálculo de los Costos Directos

Para el análisis del cálculo de los costos directos se han medido los materiales, accesorios y equipos utilizados en la instalación del sistema de tuberías de cobre para gas natural, y se ha dividido en dos subcálculos: línea montante y línea individual interior.

#### 3.2.3.6.1. Línea Montante o Común

En la **Tabla 99** se presentan los costos directos de los materiales, accesorios y equipos para la línea montante de la Topología 3: CRM distribuido en techo.

**Tabla 99**

*Costos Directos de montante para la Topología 3*

| Ítem | Descripción  | Unidad | Cantidad | Costo unitario (S/)     | Costo total (S/)    |
|------|--|--------|----------|-------------------------|---------------------|
| 1.1  | Gabinete para regulación de 1ª etapa - S22   | pza(s) | 2        | 90.00                   | S/ 180.00           |
| 1.2  | Gabinete simple para medición y regulación de 2ª etapa - CMx1                        | pza(s) |          | 130.00                  | S/ 0.00             |
| 1.3  | Gabinete doble para medición y regulación de 2ª etapa - CMx2                         | pza(s) | 7        | 190.00                  | S/ 1,330.00         |
| 1.4  | Gabinete triple para medición y regulación de 2ª etapa - CMx3                        | pza(s) | 7        | 220.00                  | S/ 1,540.00         |
| 1.5  | Gabinete cuádruple para medición y regulación de 2ª etapa - CMx4                     | pza(s) | 8        | 320.00                  | S/ 2,560.00         |
| 1.6  | Regulador GN de 2ª etapa de 6.0m3 (B6), 180°, Pe: 340mbar y Ps: 25mbar, ±20%         | unid.  | 8        | 300.00                  | S/ 2,400.00         |
| 1.7  | Regulador GN de 2ª etapa de 10m3 (B10), 180°, Pe: 340mbar y Ps: 25mbar, ±20%         | unid.  | 6        | 450.00                  | S/ 2,700.00         |
| 1.8  | Regulador GN de 1ª etapa de 50m3 (B50), 180°, Pe: 4bar y Ps: 340mbar, ±20%           | unid.  | 2        | 750.00                  | S/ 1,500.00         |
| 1.9  | Válvula Meter 1.1/2" macho - Bronce  | unid.  | 2        | 120.00                  | S/ 240.00           |
| 1.1  | Válvula de servicio 3/4" de bronce - Tipo bola con manija tipo palanca               | unid.  | 81       | 45.00                   | S/ 3,645.00         |
| 1.11 | Válvula de servicio 1.1/4" de bronce - Tipo bola con manija tipo palanca             | unid.  | 2        | 90.00                   | S/ 180.00           |
| 1.12 | Válvula de cierre general 1.1/2" de bronce - Tipo bola con manija tipo palanca       | unid.  | 2        | 99.70                   | S/ 199.40           |
| 1.13 | Tapaválvula para válvula de cierre general 300x300x150mm, metálico.                  | pza(s) | 2        | 18.00                   | S/ 36.00            |
| 1.14 | Tubería de cobre rígido sin costura, NTP 342.042 o ASTM B88 de Ø3/4" - Tipo "L"      | mts.   | 16.00    | 40.83                   | S/ 653.28           |
| 1.15 | Tubería de cobre rígido sin costura, NTP 342.042 o ASTM B88 de Ø1" - Tipo "L"        | mts.   | 11.00    | 63.33                   | S/ 696.63           |
| 1.16 | Tubería de cobre rígido sin costura, NTP 342.042 o ASTM B88 de Ø1.1/4" - Tipo "L"    | mts.   | 15.00    | 89.58                   | S/ 1,343.70         |
| 1.17 | Tubería de cobre rígido sin costura, NTP 342.042 o ASTM B88 de Ø1.1/2" - Tipo "L"    | mts.   | 62.00    | 99.66                   | S/ 6,178.92         |
| 1.18 | Tubería de PVC Ø1", NTP 399.006 (clase ligera) para camisa de tubería de Ø3/4"       | mts.   | 16.00    | 2.00                    | S/ 32.00            |
| 1.19 | Tubería de PVC Ø1.1/4", NTP 399.006 (clase ligera) para camisa de tubería de Ø1"     | mts.   | 11.00    | 2.50                    | S/ 27.50            |
| 1.20 | Tubería de PVC Ø1.1/2", NTP 399.006 (clase ligera) para camisa de tubería de Ø1.1/4" | mts.   | 15.00    | 3.00                    | S/ 45.00            |
| 1.21 | Tee de cobre Ø1", NTP 342.522 o ASME B16.22, Tipo "L"                                | unid.  | 10       | 13.37                   | S/ 133.70           |
| 1.22 | Tee de cobre Ø1.1/4", NTP 342.522 o ASME B16.22, Tipo "L"                            | unid.  | 3        | 23.49                   | S/ 70.47            |
| 1.23 | Tee de cobre Ø1.1/2", NTP 342.522 o ASME B16.22, Tipo "L"                            | unid.  | 2        | 32.66                   | S/ 65.32            |
| 1.24 | Reducción Ø1.1/2" x Ø1.1/4" de cobre   | unid.  | 2        | 16.35                   | S/ 32.70            |
| 1.25 | Reducción Ø1.1/4" x Ø1" de cobre   | unid.  | 5        | 15.50                   | S/ 77.50            |
| 1.26 | Reducción Ø1" x Ø3/4" de cobre   | unid.  | 15       | 5.85                    | S/ 87.75            |
| 1.27 | Adaptador macho de bronce Ø1.1/2"  | unid.  | 4        | 20.72                   | S/ 82.88            |
| 1.28 | Tapón soldable 3/4" de cobre   | unid.  | 15       | 1.50                    | S/ 22.50            |
|      |  |        |          | <b>Costo sub total:</b> | <b>S/ 26,060.25</b> |



### 3.2.3.6.2. Línea individual interior

Para el cálculo de los costos directos, su procedimiento de metrado sigue los mismos pasos que fueron desarrollados a detalle en la Topología 1, es por ello que se elaboró un cuadro resumen de cálculo usando el programa Microsoft Excel.

A continuación, se presentan todos los cálculos resumidos en la **Figura 76**, se presenta los costos directos totales calculados, estos incluyen los costos directos de la línea montante y los costos directos de las líneas individuales de los departamentos del edificio multifamiliar para la Topología 3: CRM distribuido sen techo.

**Figura 76**

*Resumen de precios de línea montante y línea individual interior para la topología 3*

|  |             |                               |               |
|--|-------------|-------------------------------|---------------|
| 1.0 LINEA MONTANTE   |             | Costo sub total:              | S/ 26,060.25  |
| 2.0 DEPARTAMENTOS SIMPLES:   | 66 unidades |                               |               |
| Montante 1 (202, 302, 403, 503, 603, 703, 803, 903, 1003, 1103, 1203, 1303, 1403)      | 13 unidades | Costo sub total:              | S/ 31,181.69  |
| Montante 2 (102, 203, 303, 404, 504, 604, 704, 804, 904, 1004, 1104, 1204, 1304, 1404) | 14 unidades | Costo sub total:              | S/ 39,307.99  |
| Montante 3 (103, 204, 304, 405, 505, 605, 705, 805, 905, 1005, 1105, 1205, 1305, 1405) | 14 unidades | Costo sub total:              | S/ 32,718.34  |
| Montante 4 (101, 401, 501, 601, 701, 801, 901, 1001, 1101, 1201, 1301, 1401)           | 12 unidades | Costo sub total:              | S/ 25,584.74  |
| Montante 5 (201, 301, 402, 502, 602, 702, 802, 902, 1002, 1102, 1202, 1302, 1402)      | 13 unidades | Costo sub total:              | S/ 29,203.72  |
|  |             | Costo sub total:              | S/ 157,996.48 |
|  |             | <b>5</b> Costo total sin IGV: | S/ 184,056.73 |
|  |             | IGV (18%):                    | S/ 33,130.21  |
|  |             | Costo total con IGV:          | S/ 217,186.94 |

### 3.2.3.7. Validación del proyecto de inversión

La validación del proyecto de inversión en esta tesis está orientada al análisis de los valores obtenidos del cálculo de <sup>24</sup> Valor Actual Neto “VAN” y la Tasa Interna de retorno “TIR”, ya que estas son dos herramientas financieras que nos permiten determinar si un proyecto tendrá rentabilidad o no, o si un proyecto es viable o no.

Para la Topología 3 se tiene una inversión inicial de S/ 50,000.00 que se irá renovando bimestralmente con S/ 33,600.00 durante un periodo de 10 meses, con una tasa del 10% y esperando un retorno mensual de S/ 25,000.00.

### 3.2.3.7.1. Cálculo de VAN

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{Fn_t}{(1+k)^t}$$

Donde:

$I_0$  = Es la inversión inicial

$k$  = Es la tasa de descuento

$Fn_t$  = Flujo neto de efectivo

$t$  = Es el número de periodos de tiempos

Para la Topología 3:

$$VAN = -I_0 + \frac{Fn_1}{(1+k)^1} + \frac{Fn_2}{(1+k)^2} + \frac{Fn_3}{(1+k)^3} + \frac{Fn_4}{(1+k)^4} + \dots + \frac{Fn_{10}}{(1+k)^{10}}$$

Reemplazamos:

$$VAN = -50000 + \frac{25000}{(1+0.1)^1} + \frac{-8600}{(1+0.1)^2} + \frac{25000}{(1+0.1)^3} + \frac{-8600}{(1+0.1)^4} + \frac{25000}{(1+0.1)^5} + \frac{-8600}{(1+0.1)^6} + \frac{25000}{(1+0.1)^7} + \frac{-8600}{(1+0.1)^8} + \frac{25000}{(1+0.1)^9} + \frac{-8600}{(1+0.1)^{10}}$$

$$\therefore VAN = S/5,301.10$$

$$\therefore VAN > 0 \quad (\text{El proyecto es aceptable})$$

### 3.2.3.7.2. Cálculo de TIR

$$VAN = 0$$

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{Fn_t}{(1+TIR)^t} = 0$$

Donde:

$VAN$  = Valor actual neto

$I_0$  = Es la inversión inicial

$Fn_t$  = Flujo neto de efectivo

$t$  = Es el número de periodos de tiempos

Para la Topología 3:

$$VAN = -I_0 + \frac{17 Fn_1}{(1 + TIR)^1} + \frac{Fn_2}{(1 + TIR)^2} + \frac{Fn_3}{(1 + TIR)^3} + \frac{Fn_4}{(1 + TIR)^4} + \dots + \frac{Fn_{10}}{(1 + TIR)^{10}}$$

Reemplazamos:

$$0 = -50000 + \frac{2170}{(1 + TIR)^1} + \frac{-8600}{(1 + TIR)^2} + \frac{25000}{(1 + TIR)^3} + \frac{-8600}{(1 + TIR)^4} + \frac{25000}{(1 + TIR)^5} + \frac{-8600}{(1 + TIR)^6} + \frac{25000}{(1 + TIR)^7} + \frac{-8600}{(1 + TIR)^8} + \frac{25000}{(1 + TIR)^9} + \frac{-8600}{(1 + TIR)^{10}}$$

$$\therefore TIR = 13\%$$

$$\therefore TIR > 0 \wedge TIR > Tasa (k) \quad (\text{El proyecto es aceptable})$$

### **3.2.4. Pruebas Realizadas**

Las pruebas que se realizaron en esta investigación fueron aplicadas al sistema de tuberías para gas natural seco de un edificio multifamiliar, a través de tres propuestas de topologías contempladas en la NTP 111.011:2014, estas pruebas fueron realizadas con la intención de poder conocer cuál de los tres propuestas de topologías genera un mejor diseño eficiente técnico y económico. Las pruebas que se realizaron fueron las siguientes:

- Para determinar el tipo y capacidad de los medidores fue necesario el análisis de la carga térmica para hallar el caudal de simultaneidad individual de cada departamento, con respecto a la capacidad de los medidores comerciales que usa el concesionario.
- Para determinar el tipo y cantidad de reguladores de presión fue necesario el análisis de la carga térmica para hallar el caudal de simultaneidad individual de cada departamento y el máximo caudal de simultaneidad común del edificio, con respecto a la capacidad de los reguladores comerciales que usa el concesionario.
- Para determinar la caída de presión fue necesario requerir el poder calorífico del gas natural a condiciones estándar, la densidad relativa, máxima demanda de consumo y longitud de tuberías determinados en cada tramo analizado.
- Para determinar la velocidad de circulación del gas natural fue necesario determinar la máxima demanda, diámetro interno de las tuberías y las caídas de presión de cada tramo analizado.
- Para determinar los costos directos del sistema de tuberías fue necesario realizar los metrados respectivos para determinar la cantidad de reguladores de primera y segunda etapa, medidores, tuberías y accesorios de cada uno de las topologías analizadas.

Finalmente, para poder determinar la topología que tiene una mayor eficiencia y viabilidad técnico y económico para el edificio multifamiliar fue necesario comparar los valores obtenidos de caída de presión, velocidad de circulación del gas y los costos

directos de cada topología para posteriormente realizar la validación de los proyectos de inversión mediante el cálculo del VAN y TIR para el adecuado criterio de selección de inversiones.

### 3.2.5. Resumen de los Valores de las Pruebas Realizadas

#### 3.2.5.1. Resumen de la prueba realizada para Medidores

Los resultados son equivalentes para las tres topologías por que el análisis fue realizado para departamentos con el mismo tipo de gasodomésticos y que pertenecen al mismo edificio multifamiliar. Véase **Tabla 100**.

**Tabla 100**

*Cantidad de medidores del edificio multifamiliar*

| Piso                   | Departamentos                 | Tipo de medidor | Cantidad de medidores |
|------------------------|-------------------------------|-----------------|-----------------------|
| 1                      | 101, 102, 103                 | G2.5            | 3                     |
| 2                      | 201, 202, 203, 204            | G2.5            | 4                     |
| 3                      | 301, 302, 303, 304            | G2.5            | 4                     |
| 4                      | 401, 402, 404, 404, 405       | G2.5            | 5                     |
| 5                      | 501, 502, 505, 504, 505       | G2.5            | 5                     |
| 6                      | 601, 602, 606, 604, 605       | G2.5            | 5                     |
| 7                      | 701, 702, 707, 704, 705       | G2.5            | 5                     |
| 8                      | 801, 802, 808, 804, 805       | G2.5            | 5                     |
| 9                      | 901, 902, 909, 904, 905       | G2.5            | 5                     |
| 10                     | 1001, 1002, 10010, 1004, 1005 | G2.5            | 5                     |
| 11                     | 1101, 1102, 11011, 1104, 1105 | G2.5            | 5                     |
| 12                     | 1201, 1202, 12012, 1204, 1205 | G2.5            | 5                     |
| 13                     | 1301, 1302, 13013, 1304, 1305 | G2.5            | 5                     |
| 14                     | 1401, 1402, 14014, 1404, 1405 | G2.5            | 5                     |
| Total de departamentos |                               |                 | 66                    |

#### 3.2.5.2. Resumen de la prueba realizada para Reguladores

**Topología 1:** CRM ubicados por piso

Total de reguladores:

Se instalarán 3 reguladores tipo B6 (6 m<sup>3</sup>/h) de 2° etapa y 11 reguladores tipo B10 (10 m<sup>3</sup>/h) para la topología 1 “CRM ubicados por piso”. Véase **Tabla 101**.

**Tabla 101**

*Resumen total de reguladores - Topología 1*

| Centro de medición (CM) | Cantidad de regulador | Tipo de regulador | Cantidad de pisos | Cantidad total de reguladores |
|-------------------------|-----------------------|-------------------|-------------------|-------------------------------|
| CM×3                    | 1                     | B6                | 1                 | 1                             |
| CM×4                    | 1                     | B6                | 2                 | 2                             |
| CM×5                    | 1                     | B10               | 11                | 11                            |
| Total                   |                       |                   |                   | 14                            |

*Nota.* CM: Gabinete simple, CM2: Gabinete doble, CM3: Gabinete triple, CM4: Gabinete cuádruple; ×2: dos unidades, ×3: tres unidades, ×4: cuatro unidades, ×5: cinco unidades; ejemplo: CM×3 se entiende como 3 unidades de gabinetes simples.

**Topología 2:** CRM centralizado en primer piso

Total de reguladores:

Se instalarán 9 regulador tipo B6 (6 m<sup>3</sup>/h) de 2° etapa y 6 reguladores tipo B10 (10 m<sup>3</sup>/h) para la topología 2 “CRM centralizado en 1er piso”. Véase **Tabla 102**.

**Tabla 102**

*Resumen total de reguladores - Topología 2*

| Centro de medición (CM*) | Cantidad de regulador | Tipo de regulador | Cantidad de CM* | Cantidad total de reguladores |
|--------------------------|-----------------------|-------------------|-----------------|-------------------------------|
| CM×4                     | 1                     | B6                | 9               | 9                             |
| CM3+CM2                  | 1                     | B10               | 6               | 6                             |
| Total                    |                       |                   |                 | 15                            |

*Nota.* CM: Gabinete simple, CM2: Gabinete doble, CM3: Gabinete triple, CM4: Gabinete cuádruple; ×2: dos unidades, ×3: tres unidades, ×4: cuatro unidades, ×5: cinco unidades; ejemplo: CM×3 se entiende como 3 unidades de gabinetes simples.

**Topología 3:** CRM centralizado en Techo

Total de reguladores:

Se instalarán 9 regulador tipo B6 (6 m<sup>3</sup>/h) de 2° etapa y 6 reguladores tipo B10 (10 m<sup>3</sup>/h) para la topología 2 “CRM centralizado en 1er piso”. Véase **Tabla 103**.

**Tabla 103***Resumen total de reguladores - Topología 3*

| Centro de medición (CM*) | Cantidad de regulador | Tipo de regulador | Cantidad de CM* | Cantidad total de reguladores |
|--------------------------|-----------------------|-------------------|-----------------|-------------------------------|
| CM×4                     | 1                     | B6                | 9               | 9                             |
| CM3+CM2                  | 1                     | B10               | 6               | 6                             |
| <b>Total</b>             |                       |                   |                 | <b>15</b>                     |

Nota. CM: Gabinete simple, CM2: Gabinete doble, CM3: Gabinete triple, CM4: Gabinete cuádruple; ×2: dos unidades, ×3: tres unidades, ×4: cuatro unidades, ×5: cinco unidades; ejemplo: CM×3 se entiende como 3 unidades de gabinetes simples.

### 3.2.5.3. Resumen de la prueba para validación de proyectos de inversión

En la **Figura 77**, **Figura 78** y **Figura 79** se presentan el resumen del cálculo realizado para la obtención de la validación del proyecto de inversión para cada una de las tres topologías estudiadas en esta tesis, utilizando los valores obtenidos de las herramientas financieras del Valor Actual Neto “VAN” y la Tasa Interna de retorno “TIR” resumida por medio de una hoja de cálculo del programa Microsoft Excel.

**Figura 77***Cálculo de VAN y TIR para la Topología 1*

| Proyectos             |   |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
|-----------------------|---|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Topología 1           | T1 Se tiene una inversión inicial de S/ 50,000.00 que se debe renovar bimestralmente con S/ 16,600.00 esperando un retorno mensual de S/25,000.00 |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| Antecedentes          |   |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| Tasa de interés:      | 10%   |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| Duración (meses):     | 10  |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| Cuadro de Inversiones |   |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| Proyecto              | Inicial   | 1 meses      | 2 meses      | 3 meses      | 4 meses      | 5 meses      | 6 meses      | 7 meses      | 8 meses      | 9 meses      | 10 meses     |
| Topología 1           | S/ 50,000.00  |              | S/ 16,600.00 |              | S/ 16,600.00 |              | S/ 16,600.00 |              | S/ 16,600.00 |              | S/ 16,600.00 |
| Cuadro de Retornos    |   |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| Proyecto              | Inicial   | 1 meses      | 2 meses      | 3 meses      | 4 meses      | 5 meses      | 6 meses      | 7 meses      | 8 meses      | 9 meses      | 10 meses     |
| Topología 1           | S/ 50,000.00  | S/ 25,000.00 | S/ 25,000.00 | S/ 25,000.00 | S/ 25,000.00 | S/ 25,000.00 | S/ 25,000.00 | S/ 25,000.00 | S/ 25,000.00 | S/ 25,000.00 | S/ 25,000.00 |
| Flujo de Caja Neto    |   |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| Proyecto              | Inicial   | 1 meses      | 2 meses      | 3 meses      | 4 meses      | 5 meses      | 6 meses      | 7 meses      | 8 meses      | 9 meses      | 10 meses     |
| Topología 1           | -S/ 50,000.00   | S/ 25,000.00 | S/ 8,400.00  | S/ 25,000.00 | S/ 8,400.00  | S/ 25,000.00 | S/ 8,400.00  | S/ 25,000.00 | S/ 8,400.00  | S/ 25,000.00 | S/ 8,400.00  |
| Herramienta           |   |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| Proyecto              | TIR   | VAN          |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| Topología 1           | 34%   | S/ 55,042.84 |              |              |              |              |              |              |              |              |              |

**Figura 78***Cálculo de VAN y TIR para la Topología 2*

| Proyectos             |   |               |               |              |               |              |               |              |               |              |               |
|-----------------------|---|---------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|
| Topología 2           | T2 Se tiene una inversión inicial de S/ 50,000.00 que se debe renovar bimestralmente con S/ 42,200.00 esperando un retorno mensual de S/25,000.00 |               |               |              |               |              |               |              |               |              |               |
| Antecedentes          |   |               |               |              |               |              |               |              |               |              |               |
| Tasa de interés:      | 10%   |               |               |              |               |              |               |              |               |              |               |
| Duración (meses):     | 10  |               |               |              |               |              |               |              |               |              |               |
| Cuadro de Inversiones |   |               |               |              |               |              |               |              |               |              |               |
| Proyecto              | Inicial   | 1 meses       | 2 meses       | 3 meses      | 4 meses       | 5 meses      | 6 meses       | 7 meses      | 8 meses       | 9 meses      | 10 meses      |
| Topología 2           | S/ 50,000.00  |               | S/ 42,200.00  |              | S/ 42,200.00  |              | S/ 42,200.00  |              | S/ 42,200.00  |              | S/ 42,200.00  |
| Cuadro de Retornos    |   |               |               |              |               |              |               |              |               |              |               |
| Proyecto              | Inicial   | 1 meses       | 2 meses       | 3 meses      | 4 meses       | 5 meses      | 6 meses       | 7 meses      | 8 meses       | 9 meses      | 10 meses      |
| Topología 2           | S/ 50,000.00  | S/ 25,000.00  | S/ 25,000.00  | S/ 25,000.00 | S/ 25,000.00  | S/ 25,000.00 | S/ 25,000.00  | S/ 25,000.00 | S/ 25,000.00  | S/ 25,000.00 | S/ 25,000.00  |
| Flujo de Caja Neto    |   |               |               |              |               |              |               |              |               |              |               |
| Proyecto              | Inicial   | 1 meses       | 2 meses       | 3 meses      | 4 meses       | 5 meses      | 6 meses       | 7 meses      | 8 meses       | 9 meses      | 10 meses      |
| Topología 2           | -S/ 50,000.00   | S/ 25,000.00  | -S/ 17,200.00 | S/ 25,000.00 | -S/ 17,200.00 | S/ 25,000.00 | -S/ 17,200.00 | S/ 25,000.00 | -S/ 17,200.00 | S/ 25,000.00 | -S/ 17,200.00 |
| Herramienta           |   |               |               |              |               |              |               |              |               |              |               |
| Proyecto              | TIR   | VAN           |               |              |               |              |               |              |               |              |               |
| Topología 2           | -9%   | -S/ 19,862.36 |               |              |               |              |               |              |               |              |               |

**Figura 79***Cálculo de VAN y TIR para la Topología 3*

| Proyectos             |   |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
|-----------------------|---|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Topología 3           | T3 Se tiene una inversión inicial de S/ 50,000.00 que se debe renovar bimestralmente con S/ 33,600.00 esperando un retorno mensual de S/25,000.00 |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| Antecedentes          |   |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| Tasa de interés:      | 10%   |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| Duración (meses):     | 10  |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| Cuadro de Inversiones |   |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| Proyecto              | Inicial   | 1 meses      | 2 meses      | 3 meses      | 4 meses      | 5 meses      | 6 meses      | 7 meses      | 8 meses      | 9 meses      | 10 meses     |
| Topología 3           | S/ 50,000.00  |              | S/ 33,600.00 |              | S/ 33,600.00 |              | S/ 33,600.00 |              | S/ 33,600.00 |              | S/ 33,600.00 |
| Cuadro de Retornos    |   |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| Proyecto              | Inicial   | 1 meses      | 2 meses      | 3 meses      | 4 meses      | 5 meses      | 6 meses      | 7 meses      | 8 meses      | 9 meses      | 10 meses     |
| Topología 3           | S/ 50,000.00  | S/ 25,000.00 | S/ 25,000.00 | S/ 25,000.00 | S/ 25,000.00 | S/ 25,000.00 | S/ 25,000.00 | S/ 25,000.00 | S/ 25,000.00 | S/ 25,000.00 | S/ 25,000.00 |
| Flujo de Caja Neto    |   |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| Proyecto              | Inicial   | 1 meses      | 2 meses      | 3 meses      | 4 meses      | 5 meses      | 6 meses      | 7 meses      | 8 meses      | 9 meses      | 10 meses     |
| Topología 3           | -S/ 50,000.00   | S/ 25,000.00 | -S/ 8,600.00 | S/ 25,000.00 | -S/ 8,600.00 | S/ 25,000.00 | -S/ 8,600.00 | S/ 25,000.00 | -S/ 8,600.00 | S/ 25,000.00 | -S/ 8,600.00 |
| Herramienta           |   |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| Proyecto              | TIR   | VAN          |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| Topología 3           | 13%   | S/ 5,301.10  |              |              |              |              |              |              |              |              |              |



### 3.3. Resultados

#### 3.3.1. Resultados de Caída de Presiones

Se presentan los valores de caída de presión ( $\Delta P$ ) en porcentajes, obtenidos en el cálculo, los datos han sido evaluados para cada departamento del proyecto del edificio multifamiliar, agrupados por cada piso (nivel) perteneciente al edificio multifamiliar; estos valores independientes de caída de presión están siendo comparados a su vez por cada una de las tres propuestas de solución (topología) estudiadas en esta investigación. Para fines de análisis se toma como referencia un 32% como valor de tope máximo permitido, en base que la presión de operación final en el artefacto debe estar incluido solo en el rango de 17 mbar a 25 mbar, según la NTP 111.011:2014/ENM 1-2017 en el capítulo 11.2.3 de la citada norma.

Los valores de las presiones finales y el porcentaje de las caídas de presión ( $\Delta P$ ) clasificadas por cada una de las tres topologías se aprecian en la **Tabla 104, Tabla 105, Tabla 106, Tabla 107 y Tabla 108.**

Resumen de presiones finales calculadas y caída de presión en porcentaje (1)

| Edificio | Departamento | Gasodomésticos | TOPOLOGÍA 1 |              | TOPOLOGÍA 2 |              | TOPOLOGÍA 3 |              |
|----------|--------------|----------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|
|          |              |                | $P_{FINAL}$ | $\Delta P\%$ | $P_{FINAL}$ | $\Delta P\%$ | $P_{FINAL}$ | $\Delta P\%$ |
| 1°Piso   | 101          | cocina         | 22.91       | 8.37%        | 22.01       | 11.98%       | 19.15       | 23.39%       |
|          |              | tema           | 22.95       | 8.20%        | 22.27       | 10.94%       | 19.41       | 22.36%       |
|          |              | secadora       | 23.15       | 7.39%        | 22.48       | 10.09%       | 19.62       | 21.51%       |
|          | 102          | cocina         | 22.76       | 8.95%        | 21.09       | 15.62%       | 18.70       | 25.19%       |
|          |              | tema           | 22.87       | 8.51%        | 21.28       | 14.87%       | 18.89       | 24.44%       |
|          |              | secadora       | 23.08       | 7.69%        | 21.48       | 14.06%       | 19.09       | 23.64%       |
|          | 103          | cocina         | 22.66       | 9.36%        | 21.72       | 13.12%       | 18.99       | 24.05%       |
|          |              | tema           | 22.70       | 9.22%        | 21.78       | 12.88%       | 19.05       | 23.81%       |
|          |              | secadora       | 22.94       | 8.24%        | 22.02       | 11.91%       | 19.29       | 22.84%       |
| 2°Piso   | 201          | cocina         | 22.45       | 10.21%       | 22.57       | 9.71%        | 20.68       | 17.28%       |
|          |              | tema           | 22.89       | 8.43%        | 22.44       | 10.24%       | 20.54       | 17.82%       |
|          |              | secadora       | 23.13       | 7.49%        | 22.67       | 9.33%        | 20.77       | 16.91%       |
|          | 202          | cocina         | 22.51       | 9.97%        | 22.09       | 11.64%       | 19.34       | 22.64%       |
|          |              | tema           | 22.48       | 10.10%       | 22.22       | 11.13%       | 19.47       | 22.13%       |
|          |              | secadora       | 22.66       | 9.36%        | 22.39       | 10.42%       | 19.64       | 21.43%       |
|          | 203          | cocina         | 22.76       | 8.95%        | 21.20       | 15.22%       | 18.93       | 24.26%       |
|          |              | tema           | 22.87       | 8.51%        | 21.38       | 14.47%       | 19.12       | 23.51%       |
|          |              | secadora       | 23.08       | 7.69%        | 21.58       | 13.66%       | 19.32       | 22.70%       |
|          | 204          | cocina         | 22.66       | 9.36%        | 21.75       | 12.99%       | 19.29       | 22.86%       |
|          |              | tema           | 22.62       | 9.54%        | 21.77       | 12.91%       | 19.31       | 22.78%       |
|          |              | secadora       | 22.89       | 8.45%        | 22.04       | 11.85%       | 19.57       | 21.71%       |
| 3°Piso   | 301          | cocina         | 22.45       | 10.21%       | 22.58       | 9.67%        | 20.85       | 16.59%       |
|          |              | tema           | 22.89       | 8.43%        | 22.45       | 10.21%       | 20.72       | 17.13%       |
|          |              | secadora       | 23.13       | 7.49%        | 22.68       | 9.30%        | 20.95       | 16.21%       |
|          | 302          | cocina         | 22.51       | 9.97%        | 22.14       | 11.42%       | 19.57       | 21.74%       |
|          |              | tema           | 22.48       | 10.10%       | 22.27       | 10.91%       | 19.69       | 21.22%       |
|          |              | secadora       | 22.66       | 9.36%        | 22.45       | 10.21%       | 19.87       | 20.52%       |
|          | 303          | cocina         | 22.76       | 8.95%        | 21.25       | 15.00%       | 19.16       | 23.36%       |
|          |              | tema           | 22.87       | 8.51%        | 21.44       | 14.25%       | 19.35       | 22.61%       |
|          |              | secadora       | 23.08       | 7.69%        | 21.64       | 13.44%       | 19.55       | 21.81%       |
|          | 304          | cocina         | 22.66       | 9.36%        | 21.78       | 12.86%       | 19.54       | 21.83%       |
|          |              | tema           | 22.62       | 9.54%        | 21.80       | 12.79%       | 19.56       | 21.75%       |
|          |              | secadora       | 22.89       | 8.45%        | 22.07       | 11.72%       | 19.83       | 20.69%       |

**Tabla 105***Resumen de presiones finales calculadas y caída de presión en porcentaje (2)*

| Edificio | Departamento | Gasodomésticos | TOPOLOGÍA 1 |              | TOPOLOGÍA 2 |              | TOPOLOGÍA 3 |              |
|----------|--------------|----------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|
|          |              |                | $P_{FINAL}$ | $\Delta P\%$ | $P_{FINAL}$ | $\Delta P\%$ | $P_{FINAL}$ | $\Delta P\%$ |
| 4°Piso   | 401          | cocina         | 22.91       | 8.37%        | 22.08       | 11.70%       | 19.86       | 20.54%       |
|          |              | tema           | 22.95       | 8.20%        | 22.34       | 10.66%       | 20.12       | 19.51%       |
|          |              | secadora       | 23.15       | 7.39%        | 22.55       | 9.81%        | 20.34       | 18.66%       |
|          | 402          | cocina         | 22.54       | 9.83%        | 22.41       | 10.35%       | 20.84       | 16.64%       |
|          |              | tema           | 22.69       | 9.26%        | 22.64       | 9.44%        | 21.07       | 15.73%       |
|          |              | secadora       | 22.88       | 8.49%        | 22.83       | 8.67%        | 21.26       | 14.97%       |
|          | 403          | cocina         | 22.51       | 9.97%        | 22.20       | 11.21%       | 19.80       | 20.81%       |
|          |              | tema           | 22.48       | 10.10%       | 22.33       | 10.69%       | 19.93       | 20.29%       |
|          |              | secadora       | 22.66       | 9.36%        | 22.50       | 9.99%        | 20.10       | 19.59%       |
|          | 404          | cocina         | 22.76       | 8.95%        | 21.30       | 14.78%       | 19.39       | 22.43%       |
|          |              | tema           | 22.87       | 8.51%        | 21.49       | 14.03%       | 19.58       | 21.68%       |
|          |              | secadora       | 23.08       | 7.69%        | 21.69       | 13.23%       | 19.78       | 20.88%       |
|          | 405          | cocina         | 22.66       | 9.36%        | 21.82       | 12.71%       | 19.80       | 20.80%       |
|          |              | tema           | 22.62       | 9.54%        | 21.84       | 12.63%       | 19.82       | 20.73%       |
|          |              | secadora       | 22.89       | 8.45%        | 22.11       | 11.57%       | 20.08       | 19.66%       |
| 5°Piso   | 501          | cocina         | 22.91       | 8.37%        | 22.11       | 11.55%       | 20.09       | 19.65%       |
|          |              | tema           | 22.95       | 8.20%        | 22.37       | 10.51%       | 20.35       | 18.62%       |
|          |              | secadora       | 23.15       | 7.39%        | 22.58       | 9.66%        | 20.56       | 17.77%       |
|          | 502          | cocina         | 22.54       | 9.83%        | 22.44       | 10.24%       | 21.01       | 15.94%       |
|          |              | tema           | 22.69       | 9.26%        | 22.67       | 9.33%        | 21.24       | 15.03%       |
|          |              | secadora       | 22.88       | 8.49%        | 22.86       | 8.57%        | 21.43       | 14.27%       |
|          | 503          | cocina         | 22.51       | 9.97%        | 22.25       | 10.99%       | 20.03       | 19.88%       |
|          |              | tema           | 22.48       | 10.10%       | 22.38       | 10.48%       | 20.16       | 19.36%       |
|          |              | secadora       | 22.66       | 9.36%        | 22.56       | 9.77%        | 20.33       | 18.66%       |
|          | 504          | cocina         | 22.76       | 8.95%        | 21.37       | 14.53%       | 19.63       | 21.50%       |
|          |              | tema           | 22.87       | 8.51%        | 21.55       | 13.78%       | 19.81       | 20.75%       |
|          |              | secadora       | 23.08       | 7.69%        | 21.76       | 12.98%       | 20.01       | 19.94%       |
|          | 505          | cocina         | 22.66       | 9.36%        | 21.86       | 12.56%       | 20.06       | 19.78%       |
|          |              | tema           | 22.62       | 9.54%        | 21.88       | 12.48%       | 20.08       | 19.70%       |
|          |              | secadora       | 22.89       | 8.45%        | 22.15       | 11.42%       | 20.34       | 18.64%       |
| 6°Piso   | 601          | cocina         | 22.91       | 8.37%        | 22.15       | 11.40%       | 20.32       | 18.74%       |
|          |              | tema           | 22.95       | 8.20%        | 22.41       | 10.37%       | 20.57       | 17.70%       |
|          |              | secadora       | 23.15       | 7.39%        | 22.62       | 9.52%        | 20.79       | 16.85%       |
|          | 602          | cocina         | 22.54       | 9.83%        | 22.45       | 10.22%       | 21.19       | 15.24%       |
|          |              | tema           | 22.69       | 9.26%        | 22.67       | 9.31%        | 21.42       | 14.33%       |
|          |              | secadora       | 22.88       | 8.49%        | 22.86       | 8.54%        | 21.61       | 13.56%       |
|          | 603          | cocina         | 22.51       | 9.97%        | 22.26       | 10.96%       | 20.26       | 18.98%       |
|          |              | tema           | 22.48       | 10.10%       | 22.39       | 10.44%       | 20.38       | 18.46%       |
|          |              | secadora       | 22.66       | 9.36%        | 22.56       | 9.74%        | 20.56       | 17.76%       |
|          | 604          | cocina         | 22.76       | 8.95%        | 21.42       | 14.31%       | 19.86       | 20.57%       |
|          |              | tema           | 22.87       | 8.51%        | 21.61       | 13.57%       | 20.04       | 19.82%       |
|          |              | secadora       | 23.08       | 7.69%        | 21.81       | 12.76%       | 20.25       | 19.01%       |
|          | 605          | cocina         | 22.66       | 9.36%        | 21.89       | 12.44%       | 20.33       | 18.67%       |
|          |              | tema           | 22.62       | 9.54%        | 21.91       | 12.36%       | 20.35       | 18.60%       |
|          |              | secadora       | 22.89       | 8.45%        | 22.18       | 11.30%       | 20.62       | 17.53%       |

**Tabla 106***Resumen de presiones finales calculadas y caída de presión en porcentaje (3)*

| Edificio | Departamento | Gasodomésticos | TOPOLOGÍA 1 |              | TOPOLOGÍA 2 |              | TOPOLOGÍA 3 |              |
|----------|--------------|----------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|
|          |              |                | $P_{FINAL}$ | $\Delta P\%$ | $P_{FINAL}$ | $\Delta P\%$ | $P_{FINAL}$ | $\Delta P\%$ |
| 7°Piso   | 701          | cocina         | 22.91       | 8.37%        | 22.23       | 11.07%       | 20.54       | 17.83%       |
|          |              | tema           | 22.95       | 8.20%        | 22.49       | 10.04%       | 20.80       | 16.79%       |
|          |              | secadora       | 23.15       | 7.39%        | 22.70       | 9.19%        | 21.02       | 15.94%       |
|          | 702          | cocina         | 22.54       | 9.83%        | 22.47       | 10.11%       | 21.37       | 14.54%       |
|          |              | tema           | 22.69       | 9.26%        | 22.70       | 9.20%        | 21.59       | 13.63%       |
|          |              | secadora       | 22.88       | 8.49%        | 22.89       | 8.44%        | 21.78       | 12.87%       |
|          | 703          | cocina         | 22.51       | 9.97%        | 22.32       | 10.74%       | 20.49       | 18.05%       |
|          |              | tema           | 22.48       | 10.10%       | 22.44       | 10.22%       | 20.62       | 17.53%       |
|          |              | secadora       | 22.66       | 9.36%        | 22.62       | 9.52%        | 20.79       | 16.83%       |
|          | 704          | cocina         | 22.76       | 8.95%        | 21.48       | 14.10%       | 20.14       | 19.45%       |
|          |              | tema           | 22.87       | 8.51%        | 21.66       | 13.35%       | 20.33       | 18.70%       |
|          |              | secadora       | 23.08       | 7.69%        | 21.87       | 12.54%       | 20.53       | 17.89%       |
|          | 705          | cocina         | 22.66       | 9.36%        | 21.93       | 12.29%       | 20.59       | 17.65%       |
|          |              | tema           | 22.62       | 9.54%        | 21.95       | 12.22%       | 20.61       | 17.57%       |
|          |              | secadora       | 22.89       | 8.45%        | 22.21       | 11.15%       | 20.87       | 16.51%       |
| 8°Piso   | 801          | cocina         | 22.91       | 8.37%        | 22.27       | 10.93%       | 20.76       | 16.94%       |
|          |              | tema           | 22.95       | 8.20%        | 22.53       | 9.90%        | 21.02       | 15.91%       |
|          |              | secadora       | 23.15       | 7.39%        | 22.74       | 9.05%        | 21.24       | 15.06%       |
|          | 802          | cocina         | 22.54       | 9.83%        | 22.50       | 10.00%       | 21.54       | 13.84%       |
|          |              | tema           | 22.69       | 9.26%        | 22.73       | 9.09%        | 21.77       | 12.93%       |
|          |              | secadora       | 22.88       | 8.49%        | 22.92       | 8.33%        | 21.96       | 12.17%       |
|          | 803          | cocina         | 22.51       | 9.97%        | 22.37       | 10.52%       | 20.72       | 17.12%       |
|          |              | tema           | 22.48       | 10.10%       | 22.50       | 10.01%       | 20.85       | 16.60%       |
|          |              | secadora       | 22.66       | 9.36%        | 22.67       | 9.30%        | 21.02       | 15.90%       |
|          | 804          | cocina         | 22.76       | 8.95%        | 21.54       | 13.85%       | 20.37       | 18.52%       |
|          |              | tema           | 22.87       | 8.51%        | 21.72       | 13.10%       | 20.56       | 17.77%       |
|          |              | secadora       | 23.08       | 7.69%        | 21.93       | 12.29%       | 20.76       | 16.96%       |
|          | 805          | cocina         | 22.66       | 9.36%        | 21.96       | 12.14%       | 20.84       | 16.62%       |
|          |              | tema           | 22.62       | 9.54%        | 21.98       | 12.06%       | 20.86       | 16.54%       |
|          |              | secadora       | 22.89       | 8.45%        | 22.25       | 11.00%       | 21.13       | 15.48%       |
| 9°Piso   | 901          | cocina         | 22.91       | 8.37%        | 22.30       | 10.82%       | 21.01       | 15.95%       |
|          |              | tema           | 22.95       | 8.20%        | 22.55       | 9.78%        | 21.27       | 14.91%       |
|          |              | secadora       | 23.15       | 7.39%        | 22.77       | 8.93%        | 21.48       | 14.06%       |
|          | 902          | cocina         | 22.54       | 9.83%        | 22.53       | 9.89%        | 21.72       | 13.13%       |
|          |              | tema           | 22.69       | 9.26%        | 22.75       | 8.98%        | 21.94       | 12.22%       |
|          |              | secadora       | 22.88       | 8.49%        | 22.94       | 8.22%        | 22.13       | 11.46%       |
|          | 903          | cocina         | 22.51       | 9.97%        | 22.42       | 10.32%       | 20.95       | 16.18%       |
|          |              | tema           | 22.48       | 10.10%       | 22.55       | 9.81%        | 21.08       | 15.67%       |
|          |              | secadora       | 22.66       | 9.36%        | 22.72       | 9.11%        | 21.26       | 14.97%       |
|          | 904          | cocina         | 22.76       | 8.95%        | 21.59       | 13.64%       | 20.60       | 17.61%       |
|          |              | tema           | 22.87       | 8.51%        | 21.78       | 12.89%       | 20.78       | 16.87%       |
|          |              | secadora       | 23.08       | 7.69%        | 21.98       | 12.09%       | 20.99       | 16.06%       |
|          | 905          | cocina         | 22.66       | 9.36%        | 22.00       | 11.99%       | 21.10       | 15.59%       |
|          |              | tema           | 22.62       | 9.54%        | 22.02       | 11.91%       | 21.12       | 15.52%       |
|          |              | secadora       | 22.89       | 8.45%        | 22.29       | 10.85%       | 21.39       | 14.45%       |

**Tabla 107***Resumen de presiones finales calculadas y caída de presión en porcentaje (4)*

| Edificio | Departamento | Gasodomésticos | TOPOLOGÍA 1 |              | TOPOLOGÍA 2 |              | TOPOLOGÍA 3 |              |
|----------|--------------|----------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|
|          |              |                | $P_{FINAL}$ | $\Delta P\%$ | $P_{FINAL}$ | $\Delta P\%$ | $P_{FINAL}$ | $\Delta P\%$ |
| 10°Piso  | 1001         | cocina         | 22.91       | 8.37%        | 22.33       | 10.67%       | 21.24       | 15.03%       |
|          |              | tema           | 22.95       | 8.20%        | 22.59       | 9.64%        | 21.50       | 14.00%       |
|          |              | secadora       | 23.15       | 7.39%        | 22.80       | 8.79%        | 21.71       | 13.15%       |
|          | 1002         | cocina         | 22.54       | 9.83%        | 22.53       | 9.87%        | 21.89       | 12.43%       |
|          |              | tema           | 22.69       | 9.26%        | 22.76       | 8.96%        | 22.12       | 11.52%       |
|          |              | secadora       | 22.88       | 8.49%        | 22.95       | 8.19%        | 22.31       | 10.76%       |
|          | 1003         | cocina         | 22.51       | 9.97%        | 22.48       | 10.06%       | 21.23       | 15.06%       |
|          |              | tema           | 22.48       | 10.10%       | 22.61       | 9.55%        | 21.36       | 14.55%       |
|          |              | secadora       | 22.66       | 9.36%        | 22.79       | 8.85%        | 21.54       | 13.85%       |
|          | 1004         | cocina         | 22.76       | 8.95%        | 21.60       | 13.61%       | 20.83       | 16.68%       |
|          |              | tema           | 22.87       | 8.51%        | 21.78       | 12.87%       | 21.02       | 15.94%       |
|          |              | secadora       | 23.08       | 7.69%        | 21.99       | 12.06%       | 21.22       | 15.13%       |
|          | 1005         | cocina         | 22.66       | 9.36%        | 22.09       | 11.65%       | 21.37       | 14.51%       |
|          |              | tema           | 22.62       | 9.54%        | 22.11       | 11.57%       | 21.39       | 14.44%       |
|          |              | secadora       | 22.89       | 8.45%        | 22.37       | 10.50%       | 21.66       | 13.37%       |
| 11°Piso  | 1101         | cocina         | 22.91       | 8.37%        | 22.37       | 10.53%       | 21.23       | 15.08%       |
|          |              | tema           | 22.95       | 8.20%        | 22.63       | 9.49%        | 21.49       | 14.05%       |
|          |              | secadora       | 23.15       | 7.39%        | 22.84       | 8.64%        | 21.70       | 13.20%       |
|          | 1102         | cocina         | 22.54       | 9.83%        | 22.56       | 9.76%        | 22.10       | 11.61%       |
|          |              | tema           | 22.69       | 9.26%        | 22.79       | 8.85%        | 22.32       | 10.70%       |
|          |              | secadora       | 22.88       | 8.49%        | 22.98       | 8.09%        | 22.51       | 9.94%        |
|          | 1103         | cocina         | 22.51       | 9.97%        | 22.52       | 9.91%        | 21.50       | 13.98%       |
|          |              | tema           | 22.48       | 10.10%       | 22.65       | 9.39%        | 21.63       | 13.47%       |
|          |              | secadora       | 22.66       | 9.36%        | 22.83       | 8.69%        | 21.81       | 12.77%       |
|          | 1104         | cocina         | 22.76       | 8.95%        | 21.65       | 13.40%       | 21.10       | 15.60%       |
|          |              | tema           | 22.87       | 8.51%        | 21.84       | 12.65%       | 21.29       | 14.85%       |
|          |              | secadora       | 23.08       | 7.69%        | 22.04       | 11.84%       | 21.49       | 14.04%       |
|          | 1105         | cocina         | 22.66       | 9.36%        | 22.13       | 11.50%       | 21.67       | 13.31%       |
|          |              | tema           | 22.62       | 9.54%        | 22.15       | 11.42%       | 21.69       | 13.23%       |
|          |              | secadora       | 22.89       | 8.45%        | 22.41       | 10.35%       | 21.96       | 12.17%       |
| 12°Piso  | 1201         | cocina         | 22.91       | 8.37%        | 22.40       | 10.42%       | 21.73       | 13.09%       |
|          |              | tema           | 22.95       | 8.20%        | 22.65       | 9.38%        | 21.99       | 12.06%       |
|          |              | secadora       | 23.15       | 7.39%        | 22.87       | 8.53%        | 22.20       | 11.21%       |
|          | 1202         | cocina         | 22.54       | 9.83%        | 22.59       | 9.65%        | 22.24       | 11.02%       |
|          |              | tema           | 22.69       | 9.26%        | 22.82       | 8.74%        | 22.47       | 10.11%       |
|          |              | secadora       | 22.88       | 8.49%        | 23.01       | 7.98%        | 22.66       | 9.35%        |
|          | 1203         | cocina         | 22.51       | 9.97%        | 22.59       | 9.64%        | 21.69       | 13.23%       |
|          |              | tema           | 22.48       | 10.10%       | 22.72       | 9.12%        | 21.82       | 12.72%       |
|          |              | secadora       | 22.66       | 9.36%        | 22.90       | 8.42%        | 22.00       | 12.02%       |
|          | 1204         | cocina         | 22.76       | 8.95%        | 21.71       | 13.18%       | 21.28       | 14.86%       |
|          |              | tema           | 22.87       | 8.51%        | 21.89       | 12.43%       | 21.47       | 14.11%       |
|          |              | secadora       | 23.08       | 7.69%        | 22.09       | 11.62%       | 21.67       | 13.30%       |
|          | 1205         | cocina         | 22.66       | 9.36%        | 22.16       | 11.37%       | 21.89       | 12.44%       |
|          |              | tema           | 22.62       | 9.54%        | 22.18       | 11.29%       | 21.91       | 12.36%       |
|          |              | secadora       | 22.89       | 8.45%        | 22.44       | 10.23%       | 22.18       | 11.29%       |

**Tabla 108***Resumen de presiones finales calculadas y caída de presión en porcentaje (5)*

| Edificio | Departamento | Gasodomésticos | TOPOLOGÍA 1 |              | TOPOLOGÍA 2 |              | TOPOLOGÍA 3 |              |
|----------|--------------|----------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|
|          |              |                | $P_{FINAL}$ | $\Delta P\%$ | $P_{FINAL}$ | $\Delta P\%$ | $P_{FINAL}$ | $\Delta P\%$ |
| 13°Piso  | 1301         | cocina         | 22.91       | 8.37%        | 22.43       | 10.27%       | 21.95       | 12.18%       |
|          |              | tema           | 22.95       | 8.20%        | 22.69       | 9.24%        | 22.21       | 11.15%       |
|          |              | secadora       | 23.15       | 7.39%        | 22.90       | 8.39%        | 22.43       | 10.30%       |
|          | 1302         | cocina         | 22.54       | 9.83%        | 22.61       | 9.55%        | 22.42       | 10.32%       |
|          |              | Tema           | 22.69       | 9.26%        | 22.84       | 8.64%        | 22.65       | 9.41%        |
|          |              | secadora       | 22.88       | 8.49%        | 23.03       | 7.88%        | 22.84       | 8.65%        |
|          | 1303         | cocina         | 22.51       | 9.97%        | 22.65       | 9.42%        | 21.92       | 12.30%       |
|          |              | tema           | 22.48       | 10.10%       | 22.77       | 8.90%        | 22.05       | 11.79%       |
|          |              | secadora       | 22.66       | 9.36%        | 22.95       | 8.20%        | 22.23       | 11.09%       |
|          | 1304         | cocina         | 22.76       | 8.95%        | 21.75       | 12.99%       | 21.52       | 13.92%       |
|          |              | tema           | 22.87       | 8.51%        | 21.94       | 12.24%       | 21.71       | 13.17%       |
|          |              | secadora       | 23.08       | 7.69%        | 22.14       | 11.43%       | 21.91       | 12.36%       |
|          | 1305         | cocina         | 22.66       | 9.36%        | 22.20       | 11.22%       | 22.15       | 11.41%       |
|          |              | tema           | 22.62       | 9.54%        | 22.21       | 11.14%       | 22.17       | 11.33%       |
|          |              | secadora       | 22.89       | 8.45%        | 22.48       | 10.08%       | 22.43       | 10.27%       |
| 14°Piso  | 1401         | cocina         | 22.91       | 8.37%        | 22.47       | 10.13%       | 22.18       | 11.29%       |
|          |              | tema           | 22.95       | 8.20%        | 22.73       | 9.09%        | 22.44       | 10.26%       |
|          |              | secadora       | 23.15       | 7.39%        | 22.94       | 8.24%        | 22.65       | 9.41%        |
|          | 1402         | cocina         | 22.54       | 9.83%        | 22.59       | 9.64%        | 22.59       | 9.62%        |
|          |              | tema           | 22.69       | 9.26%        | 22.82       | 8.73%        | 22.82       | 8.71%        |
|          |              | secadora       | 22.88       | 8.49%        | 23.01       | 7.96%        | 23.01       | 7.95%        |
|          | 1403         | cocina         | 22.51       | 9.97%        | 22.69       | 9.24%        | 22.16       | 11.37%       |
|          |              | tema           | 22.48       | 10.10%       | 22.82       | 8.72%        | 22.29       | 10.86%       |
|          |              | secadora       | 22.66       | 9.36%        | 23.00       | 8.02%        | 22.46       | 10.16%       |
|          | 1404         | cocina         | 22.76       | 8.95%        | 21.82       | 12.70%       | 21.75       | 12.99%       |
|          |              | tema           | 22.87       | 8.51%        | 22.01       | 11.96%       | 21.94       | 12.24%       |
|          |              | secadora       | 23.08       | 7.69%        | 22.21       | 11.15%       | 22.14       | 11.43%       |
|          | 1405         | cocina         | 22.66       | 9.36%        | 22.23       | 11.07%       | 22.46       | 10.14%       |
|          |              | tema           | 22.62       | 9.54%        | 22.25       | 10.99%       | 22.48       | 10.07%       |
|          |              | secadora       | 22.89       | 8.45%        | 22.52       | 9.93%        | 22.75       | 9.00%        |

### 3.3.2. Resultados de Velocidades

81 e presentan los valores de velocidades finales ( $V_{final}$ ) obtenidos en el cálculo de velocidad de circulación del gas, los datos se obtuvieron para cada departamento y topología del proyecto del edificio multifamiliar, desde el gabinete de 2° etapa hasta llegar a cada gasodoméstico para luego ser analizado; estos datos independientes de velocidades finales están siendo comparados a su vez por cada propuesta de solución (topología) estudiada en esta investigación. Tomando como base 100 a 40 m/s. Véase las **Tabla 109**, **Tabla 110**, **Tabla 111**, **Tabla 112** y **Tabla 113**.

**Tabla 109**

Resumen de velocidades finales calculadas y su porcentaje (1)

| Edificio | Departamento | Gasodomésticos | TOPOLOGIA 1 |       | TOPOLOGIA 2 |       | TOPOLOGIA 3 |       |
|----------|--------------|----------------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|
|          |              |                | $V_{FINAL}$ | V%    | $V_{FINAL}$ | V%    | $V_{FINAL}$ | V%    |
| 1°Piso   | 101          | cocina         | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% |
|          |              | tema           | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% |
|          |              | secadora       | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% |
|          | 102          | cocina         | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% |
|          |              | tema           | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% |
|          |              | secadora       | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% |
|          | 103          | cocina         | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% |
|          |              | tema           | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% |
|          |              | secadora       | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% |
| 2°Piso   | 201          | cocina         | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% |
|          |              | tema           | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% |
|          |              | secadora       | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% |
|          | 202          | cocina         | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% |
|          |              | tema           | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% |
|          |              | secadora       | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% |
|          | 203          | cocina         | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% |
|          |              | tema           | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% |
|          |              | secadora       | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% |
| 204      | cocina       | 2.00           | 5.00%       | 2.00  | 5.00%       | 2.00  | 5.00%       |       |
|          | tema         | 1.83           | 4.58%       | 1.83  | 4.58%       | 1.83  | 4.58%       |       |
|          | secadora     | 0.83           | 2.08%       | 0.83  | 2.08%       | 0.83  | 2.08%       |       |

**Tabla 110***Resumen de velocidades finales calculadas y su porcentaje (2)*

| Edificio | Departamento | Gasodomésticos | TOPOLOGIA 1 |       | TOPOLOGIA 2 |       | TOPOLOGIA 3 |       |
|----------|--------------|----------------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|
|          |              |                | $V_{FINAL}$ | V%    | $V_{FINAL}$ | V%    | $V_{FINAL}$ | V%    |
| 3°Piso   | 301          | cocina         | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% |
|          |              | tema           | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% |
|          |              | secadora       | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% |
|          | 302          | cocina         | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% |
|          |              | tema           | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% |
|          |              | secadora       | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% |
|          | 303          | cocina         | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% |
|          |              | tema           | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% |
|          |              | secadora       | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% |
|          | 304          | cocina         | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% |
|          |              | tema           | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% |
|          |              | secadora       | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% |
| 4°Piso   | 401          | cocina         | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% |
|          |              | tema           | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% |
|          |              | secadora       | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% |
|          | 402          | cocina         | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% |
|          |              | tema           | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% |
|          |              | secadora       | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% |
|          | 403          | cocina         | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% |
|          |              | tema           | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% |
|          |              | secadora       | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% |
|          | 404          | cocina         | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% |
|          |              | tema           | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% |
|          |              | secadora       | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% |
| 405      | cocina       | 2.00           | 5.00%       | 2.00  | 5.00%       | 2.00  | 5.00%       |       |
|          | tema         | 1.83           | 4.58%       | 1.83  | 4.58%       | 1.83  | 4.58%       |       |
|          | secadora     | 0.83           | 2.08%       | 0.83  | 2.08%       | 0.83  | 2.08%       |       |
| 5°Piso   | 501          | cocina         | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% |
|          |              | tema           | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% |
|          |              | secadora       | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% |
|          | 502          | cocina         | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% |
|          |              | tema           | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% |
|          |              | secadora       | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% |
|          | 503          | cocina         | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% |
|          |              | tema           | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% |
|          |              | secadora       | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% |
|          | 504          | cocina         | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% |
|          |              | tema           | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% |
|          |              | secadora       | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% |
| 505      | cocina       | 2.00           | 5.00%       | 2.00  | 5.00%       | 2.00  | 5.00%       |       |
|          | tema         | 1.83           | 4.58%       | 1.83  | 4.58%       | 1.83  | 4.58%       |       |
|          | secadora     | 0.83           | 2.08%       | 0.83  | 2.08%       | 0.83  | 2.08%       |       |



**Tabla 111***Resumen de velocidades finales calculadas y su porcentaje (3)*

| Edificio | Departamento | Gasodomésticos | TOPOLOGIA 1 |       | TOPOLOGIA 2 |       | TOPOLOGIA 3 |       |
|----------|--------------|----------------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|
|          |              |                | $V_{FINAL}$ | V%    | $V_{FINAL}$ | V%    | $V_{FINAL}$ | V%    |
| 6°Piso   | 601          | cocina         | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% |
|          |              | tema           | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% |
|          |              | secadora       | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% |
|          | 602          | cocina         | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% |
|          |              | tema           | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% |
|          |              | secadora       | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% |
|          | 603          | cocina         | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% |
|          |              | tema           | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% |
|          |              | secadora       | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% |
|          | 604          | cocina         | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% |
|          |              | tema           | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% |
|          |              | secadora       | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% |
|          | 605          | cocina         | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% |
|          |              | tema           | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% |
|          |              | secadora       | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% |
| 7°Piso   | 701          | cocina         | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% |
|          |              | tema           | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% |
|          |              | secadora       | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% |
|          | 702          | cocina         | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% |
|          |              | tema           | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% |
|          |              | secadora       | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% |
|          | 703          | cocina         | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% |
|          |              | tema           | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% |
|          |              | secadora       | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% |
|          | 704          | cocina         | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% |
|          |              | tema           | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% |
|          |              | secadora       | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% |
|          | 705          | cocina         | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% |
|          |              | tema           | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% |
|          |              | secadora       | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% |
| 8°Piso   | 801          | cocina         | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% |
|          |              | tema           | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% |
|          |              | secadora       | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% |
|          | 802          | cocina         | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% |
|          |              | tema           | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% |
|          |              | secadora       | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% |
|          | 803          | cocina         | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% |
|          |              | tema           | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% |
|          |              | secadora       | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% |
|          | 804          | cocina         | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% |
|          |              | tema           | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% |
|          |              | secadora       | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% |
|          | 805          | cocina         | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% |
|          |              | tema           | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% |
|          |              | secadora       | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% |

**Tabla 112***Resumen de velocidades finales calculadas y su porcentaje (4)*

| Edificio | Departamento | Gasodomésticos | TOPOLOGIA 1 |       | TOPOLOGIA 2 |       | TOPOLOGIA 3 |       |
|----------|--------------|----------------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|
|          |              |                | $V_{FINAL}$ | V%    | $V_{FINAL}$ | V%    | $V_{FINAL}$ | V%    |
| 9°Piso   | 901          | cocina         | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% |
|          |              | tema           | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% |
|          |              | secadora       | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% |
|          | 902          | cocina         | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% |
|          |              | tema           | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% |
|          |              | secadora       | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% |
|          | 903          | cocina         | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% |
|          |              | tema           | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% |
|          |              | secadora       | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% |
|          | 904          | cocina         | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% |
|          |              | tema           | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% |
|          |              | secadora       | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% |
|          | 905          | cocina         | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% |
|          |              | tema           | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% |
|          |              | secadora       | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% |
| 10°Piso  | 1001         | cocina         | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% |
|          |              | tema           | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% |
|          |              | secadora       | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% |
|          | 1002         | cocina         | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% |
|          |              | tema           | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% |
|          |              | secadora       | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% |
|          | 1003         | cocina         | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% |
|          |              | tema           | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% |
|          |              | secadora       | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% |
|          | 1004         | cocina         | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% |
|          |              | tema           | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% |
|          |              | secadora       | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% |
|          | 1005         | cocina         | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% |
|          |              | tema           | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% |
|          |              | secadora       | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% |
| 11°Piso  | 1101         | cocina         | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% |
|          |              | tema           | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% |
|          |              | secadora       | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% |
|          | 1102         | cocina         | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% |
|          |              | tema           | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% |
|          |              | secadora       | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% |
|          | 1103         | cocina         | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% |
|          |              | tema           | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% |
|          |              | secadora       | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% |
|          | 1104         | cocina         | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% |
|          |              | tema           | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% |
|          |              | secadora       | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% |
|          | 1105         | cocina         | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% |
|          |              | tema           | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% |
|          |              | secadora       | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% |

**Tabla 113***Resumen de velocidades finales calculadas y su porcentaje (5)*

| Edificio | Departamento | Gasodomésticos | TOPOLOGIA 1 |       | TOPOLOGIA 2 |       | TOPOLOGIA 3 |       |
|----------|--------------|----------------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|
|          |              |                | $V_{FINAL}$ | V%    | $V_{FINAL}$ | V%    | $V_{FINAL}$ | V%    |
| 12°Piso  | 1201         | cocina         | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% |
|          |              | tema           | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% |
|          |              | secadora       | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% |
|          | 1202         | cocina         | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% |
|          |              | tema           | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% |
|          |              | secadora       | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% |
|          | 1203         | cocina         | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% |
|          |              | tema           | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% |
|          |              | secadora       | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% |
|          | 1204         | cocina         | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% |
|          |              | tema           | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% |
|          |              | secadora       | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% |
|          | 1205         | cocina         | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% |
|          |              | tema           | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% |
|          |              | secadora       | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% |
| 13°Piso  | 1301         | cocina         | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% |
|          |              | tema           | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% |
|          |              | secadora       | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% |
|          | 1302         | cocina         | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% |
|          |              | tema           | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% |
|          |              | secadora       | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% |
|          | 1303         | cocina         | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% |
|          |              | tema           | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% |
|          |              | secadora       | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% |
|          | 1304         | cocina         | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% |
|          |              | tema           | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% |
|          |              | secadora       | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% |
|          | 1305         | cocina         | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% |
|          |              | tema           | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% |
|          |              | secadora       | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% |
| 14°Piso  | 1401         | cocina         | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% |
|          |              | tema           | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% |
|          |              | secadora       | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% |
|          | 1402         | cocina         | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% |
|          |              | tema           | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% |
|          |              | secadora       | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% |
|          | 1403         | cocina         | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% |
|          |              | tema           | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% |
|          |              | secadora       | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% |
|          | 1404         | cocina         | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% |
|          |              | tema           | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% |
|          |              | secadora       | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% |
|          | 1405         | cocina         | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% | 2.00        | 5.00% |
|          |              | tema           | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% | 1.83        | 4.58% |
|          |              | secadora       | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% | 0.83        | 2.08% |

### 3.3.3. Resultados de los Costos Directos

Para la evaluación total de los costos se tiene que considerar los costos directos de la montante y los costos directos de las líneas individuales interiores, los costos de las montantes ya han sido calculadas, véase **Tabla 34, Tabla 70 y Tabla 99**. A continuación se detallan los cálculos para las líneas individuales interiores, véase **Tabla 114, Tabla 115, Tabla 116, Tabla 117 y Tabla 118**. Los datos han sido evaluados para cada departamento del proyecto del edificio multifamiliar, agrupados por piso; y comparadas por cada topología.

**Tabla 114**

*Resumen de costos directos de líneas individuales interiores (1)*

| Edif.  | Dptos. | TOPOLOGIA 1 |             | TOPOLOGIA 2 |              | TOPOLOGIA 3 |              |
|--------|--------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|--------------|
|        |        | Por Dpto.   | Por Piso    | Por Dpto.   | Por Piso     | Por Dpto.   | Por Piso     |
| 1°Piso | 101    | S/ 1,048.47 |             | S/ 1,889.22 |              | S/ 2,952.97 |              |
|        | 102    | S/ 1,186.23 | S/ 3,511.56 | S/ 2,958.50 | S/ 7,252.93  | S/ 3,593.95 | S/ 9,758.90  |
|        | 103    | S/ 1,276.86 |             | S/ 2,405.21 |              | S/ 3,211.98 |              |
| 2°Piso | 201    | S/ 1,380.04 |             | S/ 2,006.74 |              | S/ 3,373.80 |              |
|        | 202    | S/ 1,665.15 | S/ 5,655.30 | S/ 2,115.46 | S/ 9,785.72  | S/ 3,097.05 | S/ 13,019.80 |
|        | 203    | S/ 1,186.23 |             | S/ 3,086.99 |              | S/ 3,465.46 |              |
|        | 204    | S/ 1,423.88 |             | S/ 2,576.53 |              | S/ 3,083.49 |              |
| 3°Piso | 301    | S/ 1,380.04 |             | S/ 2,138.73 |              | S/ 3,202.48 |              |
|        | 302    | S/ 1,665.15 | S/ 5,655.30 | S/ 2,243.95 | S/ 10,303.18 | S/ 2,968.56 | S/ 12,505.84 |
|        | 303    | S/ 1,186.23 |             | S/ 3,172.65 |              | S/ 3,379.80 |              |
|        | 304    | S/ 1,423.88 |             | S/ 2,747.85 |              | S/ 2,955.00 |              |
| 4°Piso | 401    | S/ 1,048.47 |             | S/ 2,274.69 |              | S/ 2,610.33 |              |
|        | 402    | S/ 1,049.94 |             | S/ 1,924.58 |              | S/ 2,699.49 |              |
|        | 403    | S/ 1,665.15 | S/ 6,373.67 | S/ 2,329.61 | S/ 12,706.36 | S/ 2,882.90 | S/ 14,270.54 |
|        | 404    | S/ 1,186.23 |             | S/ 3,301.14 |              | S/ 3,251.31 |              |
|        | 405    | S/ 1,423.88 |             | S/ 2,876.34 |              | S/ 2,826.51 |              |
| 5°Piso | 501    | S/ 1,048.47 |             | S/ 2,403.18 |              | S/ 2,481.84 |              |
|        | 502    | S/ 1,049.94 |             | S/ 2,053.07 |              | S/ 2,571.00 |              |
|        | 503    | S/ 1,665.15 | S/ 6,373.67 | S/ 2,458.10 | S/ 13,305.98 | S/ 2,754.41 | S/ 13,628.09 |
|        | 504    | S/ 1,186.23 |             | S/ 3,386.80 |              | S/ 3,122.82 |              |
|        | 505    | S/ 1,423.88 |             | S/ 3,004.83 |              | S/ 2,698.02 |              |

**Tabla 115***Resumen de costos directos de líneas individuales interiores (2)*

| Edif.   | Dptos. | TOPOLOGIA 1 |             | TOPOLOGIA 2 |              | TOPOLOGIA 3 |              |
|---------|--------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|--------------|
|         |        | Por Dpto.   | Por Piso    | Por Dpto.   | Por Piso     | Por Dpto.   | Por Piso     |
| 6°Piso  | 601    | S/ 1,048.47 |             | S/ 2,531.67 |              | S/ 2,396.18 |              |
|         | 602    | S/ 1,049.94 |             | S/ 2,224.39 |              | S/ 2,442.51 |              |
|         | 603    | S/ 1,665.15 | S/ 6,373.67 | S/ 2,629.42 | S/ 14,034.09 | S/ 2,668.75 | S/ 13,114.13 |
|         | 604    | S/ 1,186.23 |             | S/ 3,515.29 |              | S/ 3,037.16 |              |
|         | 605    | S/ 1,423.88 |             | S/ 3,133.32 |              | S/ 2,569.53 |              |
| 7°Piso  | 701    | S/ 1,048.47 |             | S/ 2,574.50 |              | S/ 2,267.69 |              |
|         | 702    | S/ 1,049.94 |             | S/ 2,352.88 |              | S/ 2,271.19 |              |
|         | 703    | S/ 1,665.15 | S/ 6,373.67 | S/ 2,757.91 | S/ 14,590.88 | S/ 2,540.26 | S/ 12,300.36 |
|         | 704    | S/ 1,186.23 |             | S/ 3,643.78 |              | S/ 2,823.01 |              |
|         | 705    | S/ 1,423.88 |             | S/ 3,261.81 |              | S/ 2,398.21 |              |
| 8°Piso  | 801    | S/ 1,048.47 |             | S/ 2,702.99 |              | S/ 2,182.03 |              |
|         | 802    | S/ 1,049.94 |             | S/ 2,481.37 |              | S/ 2,142.70 |              |
|         | 803    | S/ 1,665.15 | S/ 6,373.67 | S/ 2,886.40 | S/ 15,190.50 | S/ 2,454.60 | S/ 11,743.57 |
|         | 804    | S/ 1,186.23 |             | S/ 3,729.44 |              | S/ 2,694.52 |              |
|         | 805    | S/ 1,423.88 |             | S/ 3,390.30 |              | S/ 2,269.72 |              |
| 9°Piso  | 901    | S/ 1,048.47 |             | S/ 2,831.48 |              | S/ 2,053.54 |              |
|         | 902    | S/ 1,049.94 |             | S/ 2,652.69 |              | S/ 2,014.21 |              |
|         | 903    | S/ 1,665.15 | S/ 6,373.67 | S/ 2,972.06 | S/ 15,832.95 | S/ 2,326.11 | S/ 11,143.95 |
|         | 904    | S/ 1,186.23 |             | S/ 3,857.93 |              | S/ 2,608.86 |              |
|         | 905    | S/ 1,423.88 |             | S/ 3,518.79 |              | S/ 2,141.23 |              |
| 10°Piso | 1001   | S/ 1,048.47 |             | S/ 2,959.97 |              | S/ 1,967.88 |              |
|         | 1002   | S/ 1,049.94 |             | S/ 2,781.18 |              | S/ 1,885.72 |              |
|         | 1003   | S/ 1,665.15 | S/ 6,373.67 | S/ 3,100.55 | S/ 16,432.57 | S/ 2,111.96 | S/ 10,458.67 |
|         | 1004   | S/ 1,186.23 |             | S/ 4,029.25 |              | S/ 2,480.37 |              |
|         | 1005   | S/ 1,423.88 |             | S/ 3,561.62 |              | S/ 2,012.74 |              |
| 11°Piso | 1101   | S/ 1,048.47 |             | S/ 3,088.46 |              | S/ 1,967.88 |              |
|         | 1102   | S/ 1,049.94 |             | S/ 2,909.67 |              | S/ 1,842.89 |              |
|         | 1103   | S/ 1,665.15 | S/ 6,373.67 | S/ 3,186.21 | S/ 17,032.19 | S/ 1,983.47 | S/ 9,987.54  |
|         | 1104   | S/ 1,186.23 |             | S/ 4,157.74 |              | S/ 2,351.88 |              |
|         | 1105   | S/ 1,423.88 |             | S/ 3,690.11 |              | S/ 1,841.42 |              |

**Tabla 116***Resumen de costos directos de líneas individuales interiores (3)*

| Edif.       | Dptos. | TOPOLOGIA 1 |             | TOPOLOGIA 2 |              | TOPOLOGIA 3 |             |
|-------------|--------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|
|             |        | Por Dpto.   | Por Piso    | Por Dpto.   | Por Piso     | Por Dpto.   | Por Piso    |
|             | 1201   | S/ 1,048.47 |             | S/ 3,259.78 |              | S/ 1,668.07 |             |
| 12°<br>Piso | 1202   | S/ 1,049.94 | S/ 6,373.67 | S/ 3,038.16 | S/ 17,717.47 | S/ 1,714.40 | S/ 9,302.26 |
|             | 1203   | S/ 1,665.15 |             | S/ 3,314.70 |              | S/ 1,897.81 |             |
|             | 1204   | S/ 1,186.23 |             | S/ 4,286.23 |              | S/ 2,266.22 |             |
|             | 1205   | S/ 1,423.88 |             | S/ 3,818.60 |              | S/ 1,755.76 |             |
|             | 1301   | S/ 1,048.47 |             | S/ 3,388.27 |              | S/ 1,582.41 |             |
| 13°<br>Piso | 1302   | S/ 1,049.94 |             | S/ 3,209.48 |              | S/ 1,585.91 |             |
|             | 1303   | S/ 1,665.15 | S/ 6,373.67 | S/ 3,443.19 | S/ 18,359.92 | S/ 1,812.15 | S/ 8,745.47 |
|             | 1304   | S/ 1,186.23 |             | S/ 4,371.89 |              | S/ 2,180.56 |             |
|             | 1305   | S/ 1,423.88 |             | S/ 3,947.09 |              | S/ 1,584.44 |             |
|             | 1401   | S/ 1,048.47 |             | S/ 3,516.76 |              | S/ 1,453.92 |             |
| 14°<br>Piso | 1402   | S/ 1,049.94 |             | S/ 3,380.80 |              | S/ 1,457.42 |             |
|             | 1403   | S/ 1,665.15 | S/ 6,373.67 | S/ 3,571.68 | S/ 19,045.20 | S/ 1,683.66 | S/ 8,017.36 |
|             | 1404   | S/ 1,186.23 |             | S/ 4,500.38 |              | S/ 2,052.07 |             |
|             | 1405   | S/ 1,423.88 |             | S/ 4,075.58 |              | S/ 1,370.29 |             |

**Tabla 117***Resumen de costos directos totales de montantes por topologías*

|            | TOPOLOGÍA 1  | TOPOLOGÍA 2  | TOPOLOGÍA 3  |
|------------|--------------|--------------|--------------|
| SUBTOTAL 1 | S/ 27,347.31 | S/ 18,982.87 | S/ 26,060.25 |

**Tabla 118***Resumen de costos directos totales de líneas individuales interiores por topología*

|            | TOPOLOGÍA 1  | TOPOLOGÍA 2   | TOPOLOGÍA 3   |
|------------|--------------|---------------|---------------|
| SUBTOTAL 2 | S/ 84,932.53 | S/ 201,589.94 | S/ 157,996.48 |

### 3.3.4. Resultados de la Validación de los Proyectos de Inversión

En la **Figura 80** se presentan los cálculos para la validación de los proyectos de inversión mediante el análisis de los criterios de selección para inversiones para cada una de las Topologías estudiadas en esta tesis.

**Figura 80**

*Comparación del resultado del cálculo de VAN y TIR*

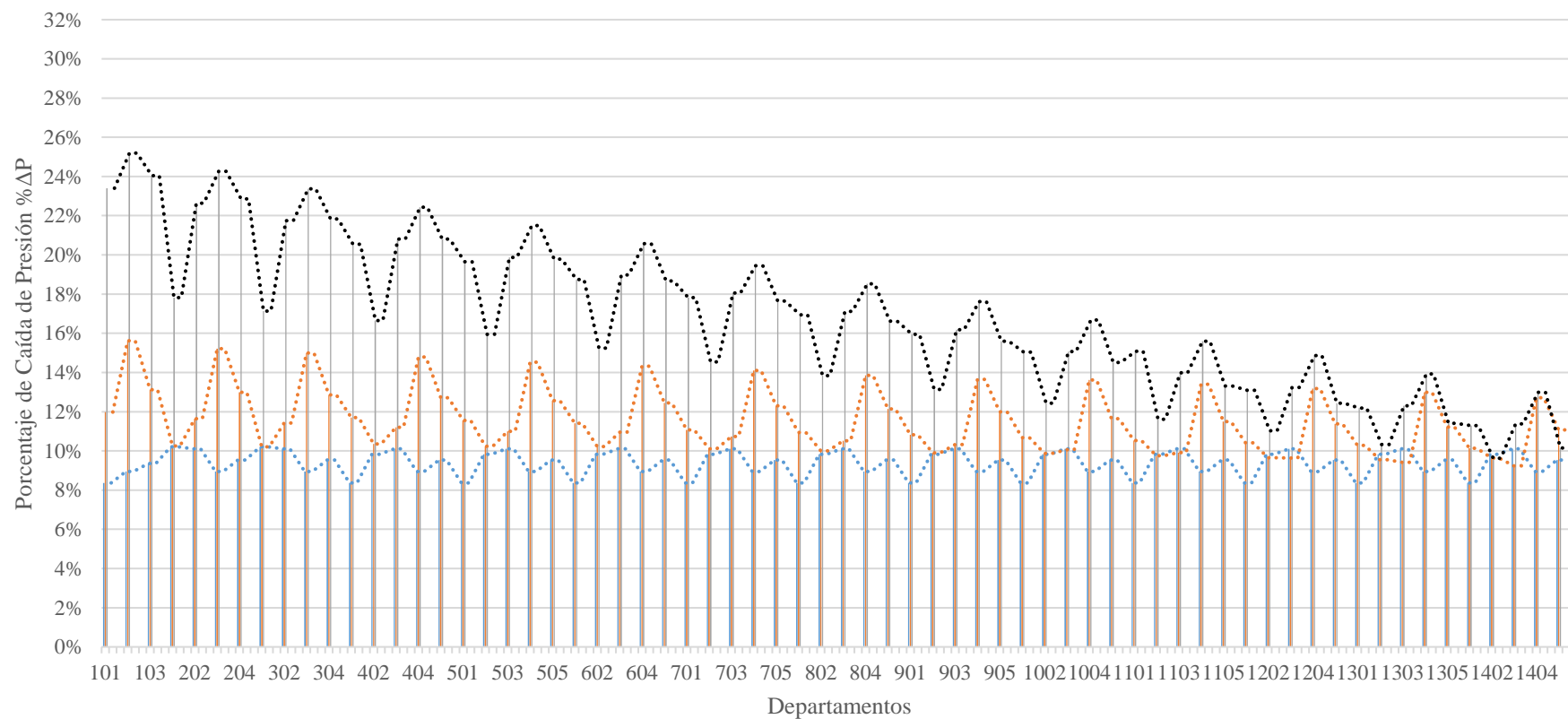
| Proyectos             |               |  |               |              |               |              |               |              |               |              |               |  |
|-----------------------|---------------|--|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--|
| Topología 1           | T1            | Se tiene una inversión inicial de S/ 50,000.00 que se debe renovar bimestralmente con S/ 16,600.00 esperando un retorno mensual de S/25,000.00 |               |              |               |              |               |              |               |              |               |  |
| Topología 2           | T2            | Se tiene una inversión inicial de S/ 50,000.00 que se debe renovar bimestralmente con S/ 42,200.00 esperando un retorno mensual de S/25,000.00 |               |              |               |              |               |              |               |              |               |  |
| Topología 3           | T3            | Se tiene una inversión inicial de S/ 50,000.00 que se debe renovar bimestralmente con S/ 33,600.00 esperando un retorno mensual de S/25,000.00 |               |              |               |              |               |              |               |              |               |  |
| Antecedentes          |               |  |               |              |               |              |               |              |               |              |               |  |
|                       |               | Tasa de interés:   | 10%           |              |               |              |               |              |               |              |               |  |
|                       |               | Duración (meses):  | 10            |              |               |              |               |              |               |              |               |  |
| Cuadro de Inversiones |               |  |               |              |               |              |               |              |               |              |               |  |
| Proyecto              | Inicial       | 1 meses  | 2 meses       | 3 meses      | 4 meses       | 5 meses      | 6 meses       | 7 meses      | 8 meses       | 9 meses      | 10 meses      |  |
| Topología 1           | S/ 50,000.00  |  | S/ 16,600.00  |              | S/ 16,600.00  |              | S/ 16,600.00  |              | S/ 16,600.00  |              | S/ 16,600.00  |  |
| Topología 2           | S/ 50,000.00  |  | S/ 42,200.00  |              | S/ 42,200.00  |              | S/ 42,200.00  |              | S/ 42,200.00  |              | S/ 42,200.00  |  |
| Topología 3           | S/ 50,000.00  |  | S/ 33,600.00  |              | S/ 33,600.00  |              | S/ 33,600.00  |              | S/ 33,600.00  |              | S/ 33,600.00  |  |
| Cuadro de Retornos    |               |  |               |              |               |              |               |              |               |              |               |  |
| Proyecto              | Inicial       | 1 meses  | 2 meses       | 3 meses      | 4 meses       | 5 meses      | 6 meses       | 7 meses      | 8 meses       | 9 meses      | 10 meses      |  |
| Topología 1           | S/ 50,000.00  | S/ 25,000.00   | S/ 25,000.00  | S/ 25,000.00 | S/ 25,000.00  | S/ 25,000.00 | S/ 25,000.00  | S/ 25,000.00 | S/ 25,000.00  | S/ 25,000.00 | S/ 25,000.00  |  |
| Topología 2           | S/ 50,000.00  | S/ 25,000.00   | S/ 25,000.00  | S/ 25,000.00 | S/ 25,000.00  | S/ 25,000.00 | S/ 25,000.00  | S/ 25,000.00 | S/ 25,000.00  | S/ 25,000.00 | S/ 25,000.00  |  |
| Topología 3           | S/ 50,000.00  | S/ 25,000.00   | S/ 25,000.00  | S/ 25,000.00 | S/ 25,000.00  | S/ 25,000.00 | S/ 25,000.00  | S/ 25,000.00 | S/ 25,000.00  | S/ 25,000.00 | S/ 25,000.00  |  |
| Flujo de Caja Neto    |               |  |               |              |               |              |               |              |               |              |               |  |
| Proyecto              | Inicial       | 1 meses  | 2 meses       | 3 meses      | 4 meses       | 5 meses      | 6 meses       | 7 meses      | 8 meses       | 9 meses      | 10 meses      |  |
| Topología 1           | -S/ 50,000.00 | S/ 25,000.00   | S/ 8,400.00   | S/ 25,000.00 | S/ 8,400.00   | S/ 25,000.00 | S/ 8,400.00   | S/ 25,000.00 | S/ 8,400.00   | S/ 25,000.00 | S/ 8,400.00   |  |
| Topología 2           | -S/ 50,000.00 | S/ 25,000.00   | -S/ 17,200.00 | S/ 25,000.00 | -S/ 17,200.00 | S/ 25,000.00 | -S/ 17,200.00 | S/ 25,000.00 | -S/ 17,200.00 | S/ 25,000.00 | -S/ 17,200.00 |  |
| Topología 3           | -S/ 50,000.00 | S/ 25,000.00   | -S/ 8,600.00  | S/ 25,000.00 | -S/ 8,600.00  | S/ 25,000.00 | -S/ 8,600.00  | S/ 25,000.00 | -S/ 8,600.00  | S/ 25,000.00 | -S/ 8,600.00  |  |
| Herramientas          |               |  |               |              |               |              |               |              |               |              |               |  |
| Proyecto              | TIR           | VAN  |               |              |               |              |               |              |               |              |               |  |
| Topología 1           | ✓ 34%         | ✓ S/ 55,042.84   |               |              |               |              |               |              |               |              |               |  |
| Topología 2           | ✗ -9%         | ✗ -S/ 19,862.36  |               |              |               |              |               |              |               |              |               |  |
| Topología 3           | ⚠ 13%         | ⚠ S/ 5,301.10  |               |              |               |              |               |              |               |              |               |  |

#### IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La **Figura 81** muestra la relación de la caída de presión acumulada de cada departamento respecto a Topología 1, 2 y 3.

**Figura 81**

*Análisis de porcentajes de caídas de presiones en las tres topologías de investigación*



● Topología 1: CRM ubicado por piso ● Topología 2: CRM centralizado en 1er Piso ● Topología 3: CRM centralizado en techo



En la **Figura 77** se proyectan los valores obtenidos de las tres topologías estudiadas en esta investigación, en referencia al porcentaje de caída de presión calculada en cada uno de los 66 departamentos del edificio multifamiliar. El valor máximo permitido para la caída de presión ( $\Delta P$ ) se representa con el 32% y el mínimo con 0%, estos valores se obtienen del rango máximo de presión con los que trabajan los gasodomésticos, es decir, de 25-17 mbar; donde el caso ideal es cuando los artefactos operan con 25 mbar (lo máximo permitido por la NTP 111.011:2014), esto sería 0% de caída de presión o el 100% de la presión de ingreso de gas natural. Y el peor escenario es cuando los artefactos funcionan con 17 mbar (lo mínimo permitido por la NTP 111.011:2014), esto sería 32% de caída de presión o 68% de la presión de ingreso de gas natural. Podemos resumir que el 32% de caída de presión máximo es la representación de los 8 mbar de diferencia máxima que puede existir entre los límites máximo y mínimo de presiones de operación en gasodomésticos contemplada en la NTP 111.011:2014.

Los resultados obtenidos han sido agrupados de tal manera que en la **Figura 77** es posible apreciar y comparar la tendencia de valores de caída de presiones que se obtienen en cada topología estudiada (cada topología posee un color característico) en referencia a cada departamento del edificio multifamiliar de manera ascendente, empezando por los departamentos del piso 1 hasta los del piso 14.

Para la topología 1: CRM ubicado por piso, se evidencia que al proyectar un trazo para unir los resultados obtenidos se forman unas ondas las cuales tienden a ser casi uniformes con una leve variación de amplitud que oscila entre un 8% a 10% de caída de presión aproximadamente; la tendencia se mantiene desde el primer departamento ubicado en el primer piso hasta el departamento 66 ubicado en el piso 14.

Para la topología 2: CRM centralizado en primer piso, se evidencia que al proyectar un trazo para unir los resultados obtenidos se forman unas ondas las cuales tienden a ser un poco uniformes, con una mayor variación de amplitud que la topología 1, oscilando entre los primeros departamentos de los primeros pisos de un 16% a 10% de caída de presión aproximadamente; podemos decir también que la tendencia no se mantiene desde el primer departamento ubicado en el primer piso hasta el departamento 66 ubicado en el piso 14; sino que existe un comportamiento de onda que tiende a un valor promedio de caída de presión, esto es que en los primeros departamentos de los primeros pisos del edificio multifamiliar la brecha entre los límites máximos y mínimo registros de caída de presión son mayores, y que mientras el número de departamentos y pisos aumentan dicha brecha existente de caída de

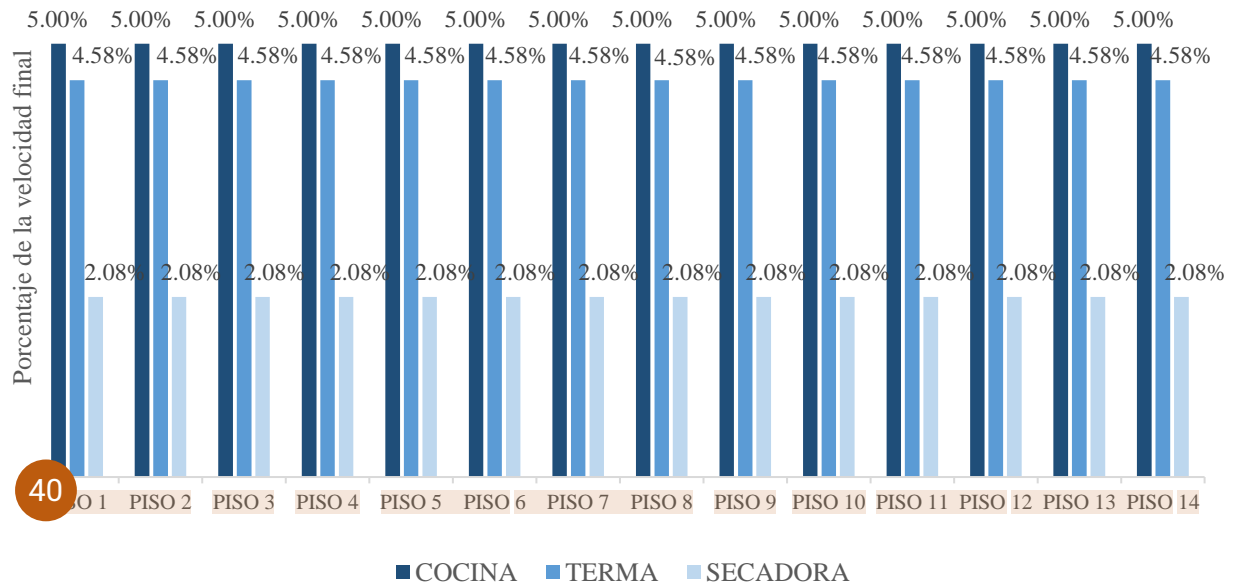
presión entre los niveles máximos y mínimos se acortan, es decir que para los últimos departamentos en los últimos pisos del edificio multifamiliar existe una amplitud variante de entre 9% a 13% aproximadamente.

Para la topología 3: CRM centralizado en techo, se evidencia que al proyectar un trazo para unir los resultados obtenidos se forman unas ondas las cuales no tienden a ser uniformes, con una mayor variación de amplitud que la topología 1 y topología 2, oscilando entre los primeros departamentos de los primeros pisos con valores muy altos de caídas de presión de un 25% aproximadamente; podemos decir también que la tendencia no se mantiene desde el primer departamento ubicado en el primer piso hasta el departamento 66 ubicado en el piso 14; sino que existe un comportamiento de onda con un valor descendente del porcentaje de caída de presión, esto es que en los primeros departamentos de los primeros pisos del edificio multifamiliar se registran muy altos valores de caída de presión, y que mientras el número de departamentos y pisos aumentan se registran menores valores del porcentaje de caída de presión, es decir que para este diseño de topología los valores de las caídas de presiones van a ir disminuyendo mientras se va avanzando hacia los últimos departamentos en los últimos pisos del edificio multifamiliar.

Por otro lado, en las **Figura 82**, **Figura 83** y **Figura 84** se muestra la relación de los porcentajes de la velocidad final de circulación del gas natural seco, considerando 40 m/s como la base 100. La velocidad de llegada del gas natural seco para un mismo gasodoméstico, por departamento, en los cálculos resulta ser la misma para todos los departamentos que comparten el mismo piso perteneciente a una misma topología. Por ello en el estudio se analizan las velocidades por pisos y no por cada departamento como en el caso de las caídas de presiones del gas natural seco.

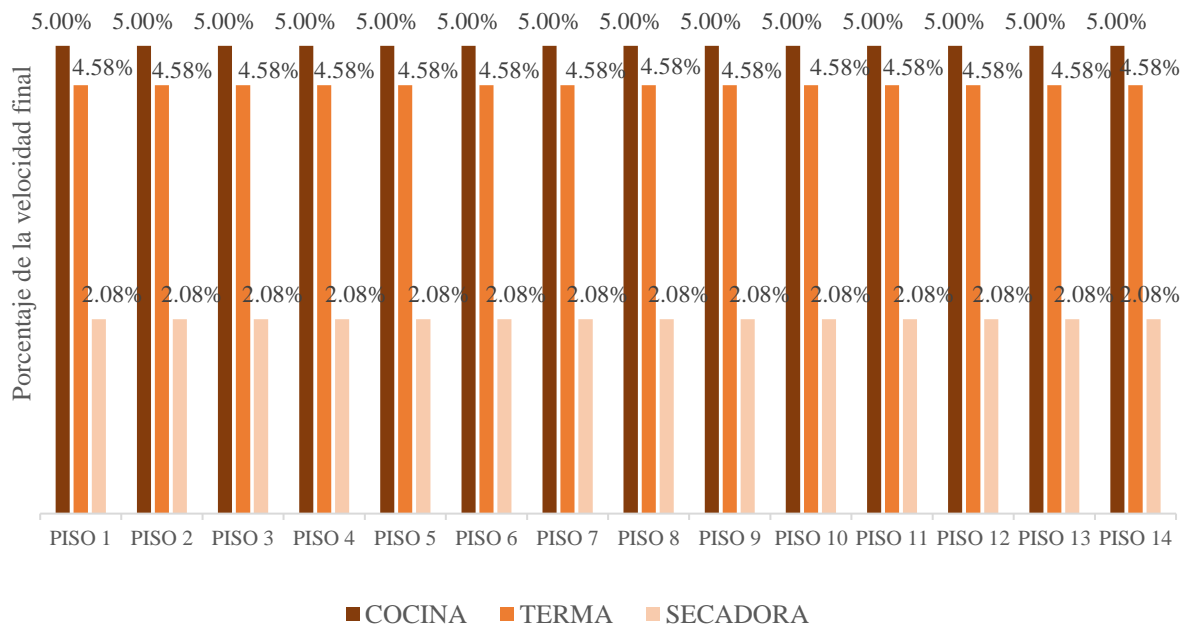
**Figura 82**

*Velocidad final de circulación del gas por artefacto – Topología 1 “CRM ubicado por piso”*



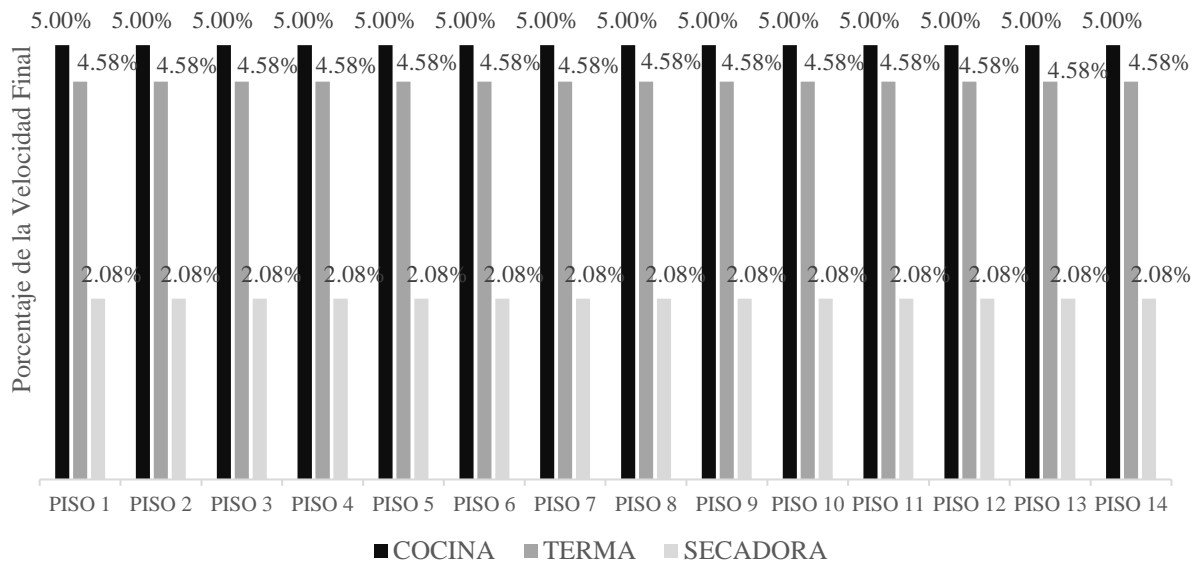
**Figura 83**

*Velocidad final de circulación del gas por artefacto – Topología 2 “CRM centralizado en primer piso”*



**Figura 84**

*Velocidad final de circulación del gas por artefacto – Topología 3 “CRM centralizado en techo”*



En las **Figuras 82, Figura 83 y Figura 84**, se proyectan los valores obtenidos de las tres topologías estudiadas en esta investigación, en referencia a la velocidad final de circulación calculadas del gas natural seco hacia los gasodomésticos, en cada uno de los 14 pisos del edificio multifamiliar.

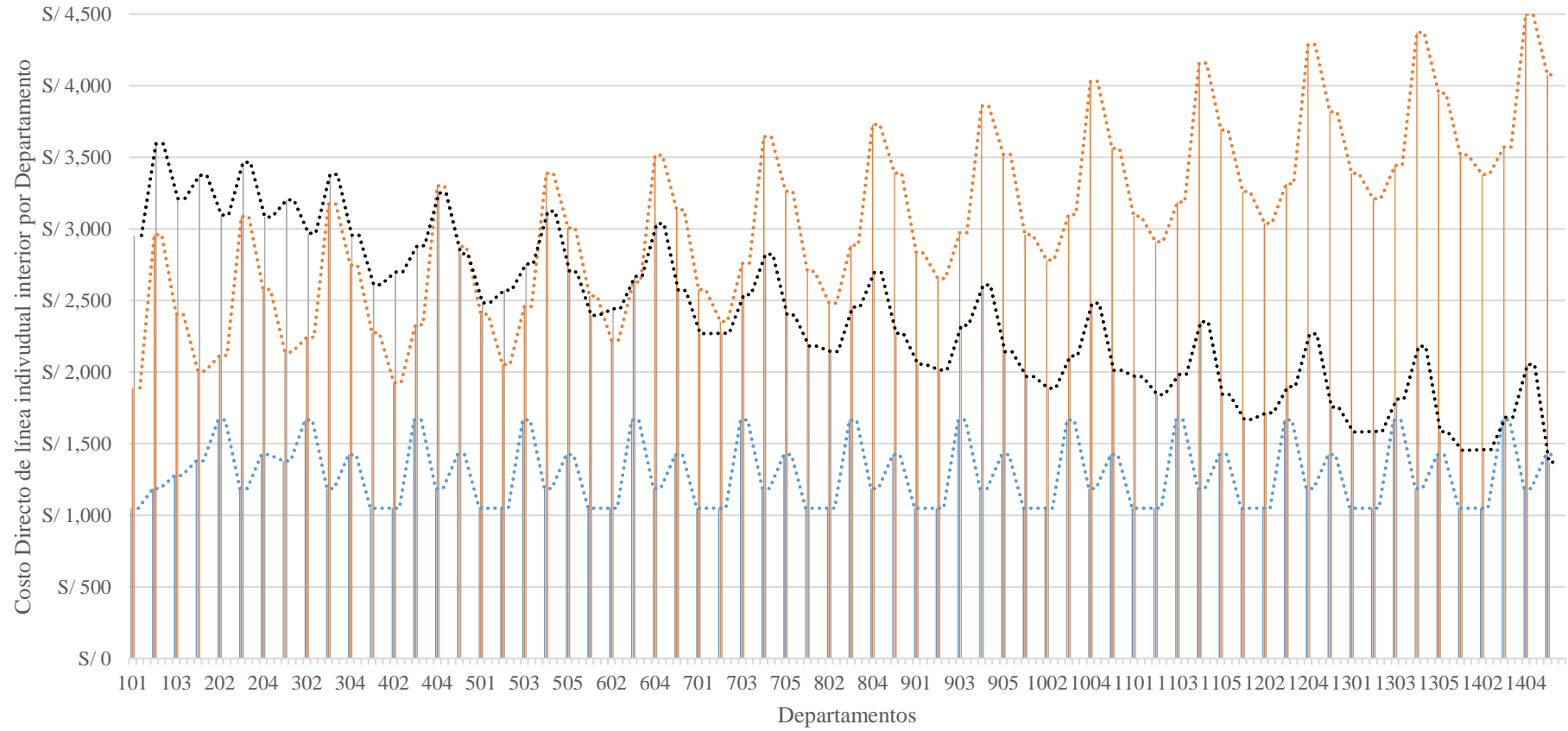
Para la topología 1: CRM ubicado por piso, **Figura 82**, se evidencia que los resultados obtenidos forman barras homogéneas para los porcentajes de las caídas de velocidades finales de circulación hacia los gasodomésticos; estos resultados prácticamente homogéneos obtenidos son consecuencia del cálculo redondeado a dos decimales (centésimas) y también al diámetro de tubería conservador que ha sido calculado en cada tramo del diseño realizado; los resultados prácticamente homogéneos se reflejan por tipo de gasodoméstico independientemente del piso en el que se encuentren, tanto para los primeros departamentos ubicados en los primeros pisos del edificio multifamiliar como para los últimos departamentos de los pisos finales del edificio multifamiliar.

Para la topología 2: CRM centralizado en primer piso, **Figura 83** y la topología 3: CRM centralizado en techo, **Figura 84**; se caracterizan por lo mismo antes mencionado para la topología 1: CRM ubicado por piso.

La **Figura 85** muestra la relación de los costos directos de líneas individuales interiores, por departamento respecto a cada topología.

**Figura 85**

*Análisis de costos directos de líneas individuales interiores por departamento en las tres topologías de investigación*



● Topología 1: CRM ubicado por piso ● Topología 2: CRM centralizado en 1er Piso ● Topología 3: CRM centralizado en techo

En la **Figura 85** se proyectan los valores obtenidos de las tres topologías estudiadas en esta investigación, en referencia a los costos directos de las líneas individuales interiores calculados en cada uno de los 66 departamentos del edificio multifamiliar.

Los resultados obtenidos han sido agrupados de tal manera que en la **Figura 85** es posible apreciar y comparar la tendencia de valores de los costos directos de las líneas individuales interiores que se obtienen en cada topología estudiada (cada topología posee un color característico) en referencia a cada departamento del edificio multifamiliar de manera ascendente, empezando por los departamentos del piso 1 hasta los del piso 14.

Para la topología 1: CRM ubicado por piso, se evidencia que al proyectar un trazo para unir los resultados obtenidos se forman unas ondas las cuales poseen una tendencia uniforme, con esto se interpreta que el costo directo independiente de cada departamento tienden a ser casi uniformes indiferentemente si el departamento está ubicado en los primeros pisos o últimos pisos del edificio multifamiliar, los resultados presentan una leve variación de amplitud que oscila entre un costo directo de entre s/1,000 y s/1,600 soles por departamento aproximadamente; la tendencia se mantiene desde el primer departamento ubicado en el primer piso hasta el departamento 66 ubicado en el piso 14. En resumen, el costo de los departamentos en los primeros pisos se mantienen similar al costo de los departamentos de los últimos pisos del edificio multifamiliar.

Para la topología 2: CRM centralizado en primer piso, se evidencia que al proyectar un trazo para unir los resultados obtenidos se forman unas ondas las cuales no tienden a ser uniformes, ya que muestran una tendencia al ascenso de los costos directos en comparación con la topología 1, presentando para los primeros departamentos costos directos medios que oscilan entre s/2,000 y s/3,000 soles aproximadamente; podemos decir también que la tendencia no se mantiene desde el primer departamento ubicado en el primer piso hasta el departamento 66 ubicado en el piso 14; sino que existe un comportamiento de onda que tiende a seguir en aumento de costos, mientras el número de departamentos y pisos aumentan, es decir que para los últimos departamentos en los últimos pisos del edificio multifamiliar presenta los costos más elevados de las tres topologías presentadas en esta investigación, con valores picos de en promedio s/4,500 soles por departamento. En resumen, el costo de los departamentos en los primeros pisos es bajo pero el costo de los departamentos de los últimos pisos del edificio multifamiliar es muy elevado.

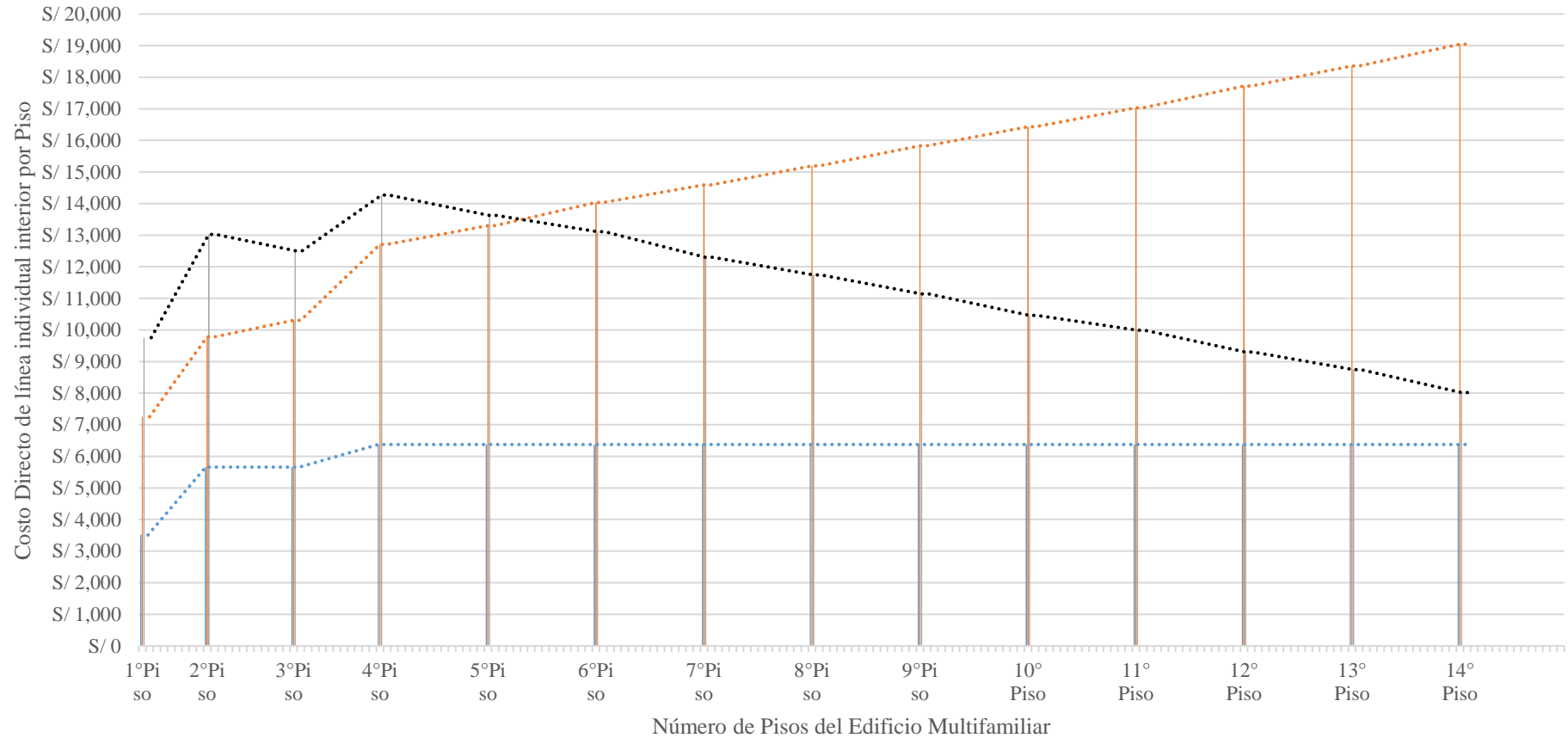
Para la topología 3: CRM centralizado techo, se evidencia que al proyectar un trazo para unir los resultados obtenidos se forman unas ondas las cuales no tienden a ser uniformes,

ya que muestran una tendencia al descenso de los costos directos en comparación con la topología 1 y la topología 2, presentando para los primeros departamentos costos directos medios que oscilan entre s/3,000 y s/3,500 soles aproximadamente; podemos decir también que la tendencia no se mantiene desde el primer departamento ubicado en el primer piso hasta el departamento 66 ubicado en el piso 14; sino que existe un comportamiento de onda que tiende a disminuir el costo, mientras el número de departamentos y pisos aumentan, es decir que para los últimos departamentos en los últimos pisos del edificio multifamiliar presenta costos directos bajos, con valores de en promedio s/1,500 a s/2,000 soles por departamento. En resumen, el costo de los departamentos en los primeros pisos es alto pero el costo de los departamentos de los últimos pisos del edificio multifamiliar es bajo.

La **Figura 86** muestra la relación de los costos directos de líneas individuales interiores, por pisos respecto a topología 1, 2 y 3.

**Figura 86**

*Análisis de costos directos de líneas individuales interiores por piso en las tres topologías de investigación*



● Topología 1: CRM ubicado por piso ● Topología 2: CRM centralizado en 1er Piso ● Topología 3: CRM centralizado en techo



En la **Figura 86** se proyectan los valores obtenidos de las tres topologías estudiadas en esta investigación, en referencia a los costos directos de las líneas individuales interiores calculados en cada uno de los 14 pisos del edificio multifamiliar.

Los resultados obtenidos han sido agrupados de tal manera que en la **Figura 86** es posible apreciar y comparar la tendencia de valores de los costos directos de las líneas individuales interiores que se obtienen en cada topología estudiada (cada topología posee un color característico) en referencia a cada piso del edificio multifamiliar de manera ascendente, empezando por el piso 1 hasta el piso 14.

Para la topología 1: CRM ubicado por piso, se evidencia que al proyectar un trazo para unir los resultados obtenidos se forman unas ondas las cuales poseen una tendencia uniforme; la tendencia va en aumento hasta el cuarto piso, pero de este piso en adelante se mantiene prácticamente constante para los demás pisos del edificio multifamiliar. En resumen, el costo directo de los primeros pisos se mantienen similar al costo directo de los últimos pisos del edificio multifamiliar.

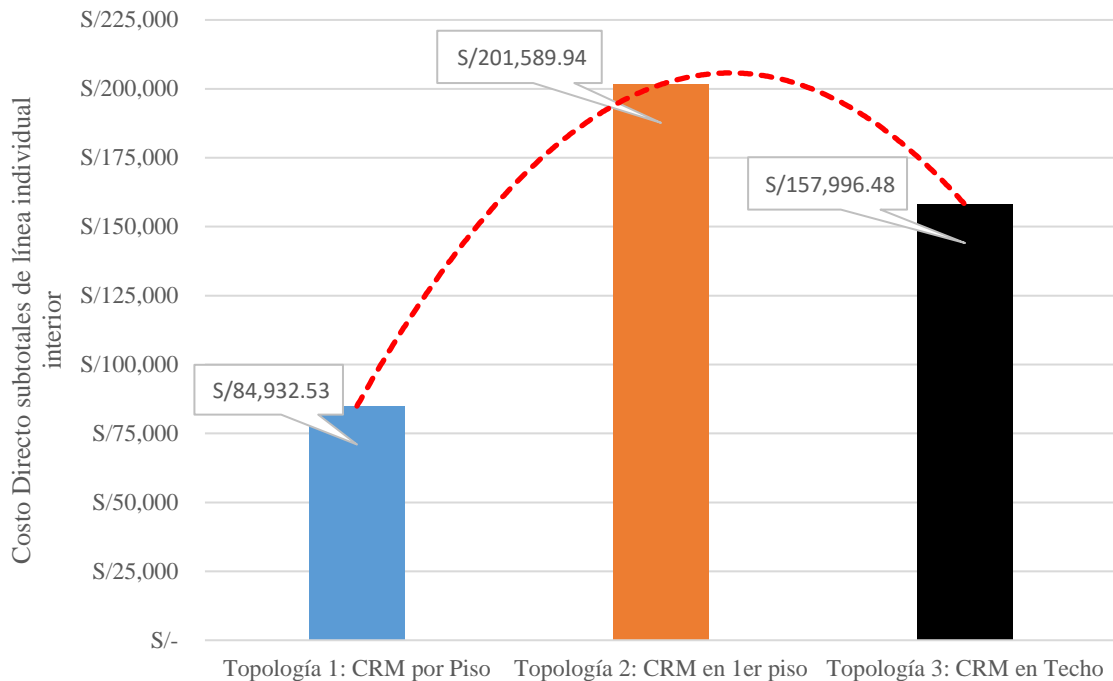
Para la topología 2: CRM centralizado en primer piso, se evidencia que al proyectar un trazo para unir los resultados obtenidos se forman unas ondas las cuales no tienden a ser uniformes, la tendencia va en aumento hasta el último piso del edificio multifamiliar. En resumen, el costo directo de los primeros pisos es relativamente bajo y los costos directos de los últimos pisos del edificio multifamiliar son muy elevados.

Para la topología 3: CRM centralizado techo, se evidencia que al proyectar un trazo para unir los resultados obtenidos se forman unas ondas las cuales no tienden a ser uniformes, la tendencia va en aumento hasta el cuarto piso, pero de este piso en adelante aparece una tendencia a la reducción de los costos directos hasta el último piso del edificio multifamiliar. En resumen, el costo directo de los primeros pisos es relativamente bajo y en ascenso hasta el cuarto piso pero los costos directos de los últimos pisos del edificio multifamiliar tienden a la baja de costos y terminan siendo relativamente bajos.

Por otra parte, la **Figura 87** y **Figura 88** muestran la comparación de los dos costos directos subtotales de todo el edificio multifamiliar en las tres topologías estudiadas, es decir, costos directos para las líneas individuales interiores como subtotal 1 y los costos directos para las líneas montantes como subtotal 2.

## Figura 87

### Análisis de costo directo subtotal para líneas individuales interiores

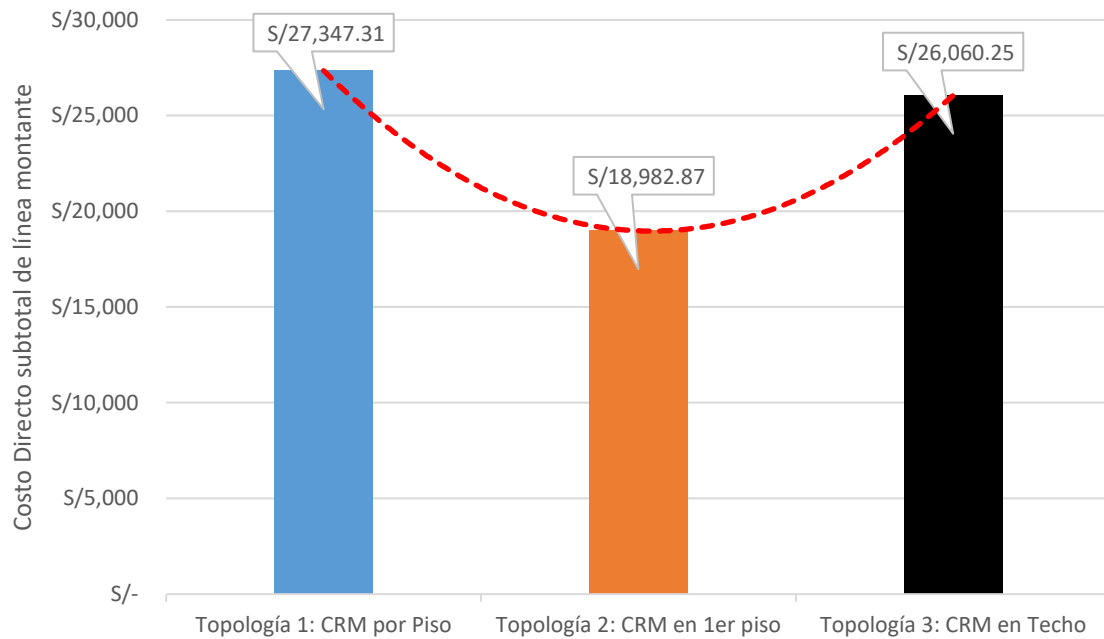


En la **Figura 87**, se comparan los subtotales que se generan de los costos directos de las líneas individuales interiores de cada topología, identificada por un color característico cada una, de donde los resultados indican que la topología que genera un menor costo de línea individuales interiores es la topología 1: CRM ubicado por piso con un costo directo de s/84,932.53 soles; la topología que genera un costo intermedio de línea individuales interiores es la topología 3: CRM centralizado en techo con un costo directo de s/157,996.48 soles; y finalmente, la topología que genera un mayor costo de línea individuales interiores es la topología 2: CRM centralizado en primer piso con un costo directo de s/201,589.94 soles.

Si solo se analiza el subtotal generado por las línea individuales interiores según los resultados presentados resultaría conveniente hacer uso de un diseño que contemple la topología 1: CRM ubicado por pisos.

## Figura 88

### Análisis de costo directo subtotal para líneas montantes



En la **Figura 88**, se comparan los subtotales que se generan de los costos directos de las líneas montantes de cada topología, identificada por un color característico cada una, de donde los resultados indican que la topología que genera un menor costo de línea montante es la topología 2: CRM centralizado en primer piso con un costo directo de s/18,982.87 soles; la topología que genera un costo intermedio de línea montante es la topología 3: CRM centralizado en techo con un costo directo de s/26,060.25 soles; y finalmente, la topología que genera un mayor costo de línea individuales interiores es la topología 1: CRM ubicado por piso con un costo directo de s/27,347.31 soles.

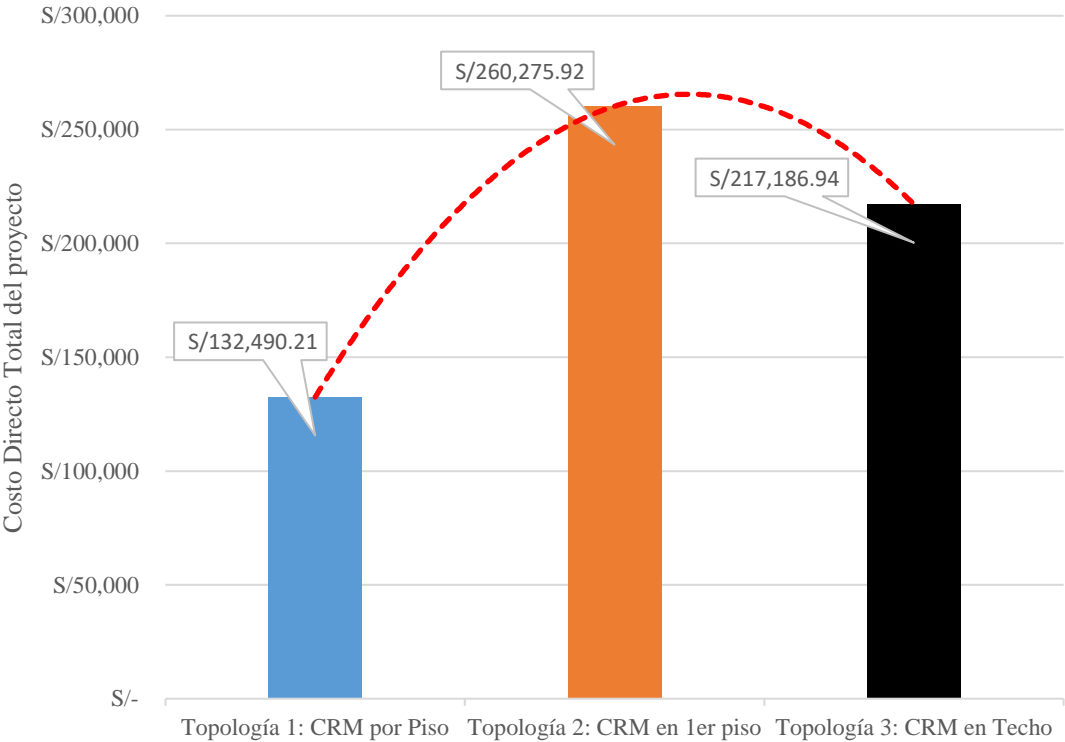
Si solo se analiza el subtotal generado por la línea montante según los resultados presentados resultaría conveniente hacer uso de un diseño que contemple la topología 2: CRM centralizado en primer piso.

Ahora bien, si solo tomamos en cuenta los resultados obtenidos de los subtotales, tanto de líneas montantes y de líneas individuales interiores, de manera independiente; no se realizaría una toma de decisión objetiva.

Es por ello que la **Figura 89** representa al costo directo total del proyecto, incluyendo el IGV y está compuesto por la unión del costo directo subtotal para líneas montantes y el costo directo subtotal para líneas individuales interiores.

**Figura 89**

*Análisis de costo directo total del proyecto, incluye IGV*



En la **Figura 89**, se comparan los costos directos totales que se generan de los costos directos de las líneas montantes y líneas individuales de cada topología, identificadas por un color característico cada una, de donde los resultados indican que la topología que genera un menor costo directo total es la topología 1: CRM ubicado por piso con un costo directo total de s/132,490.21 soles; la topología que genera un costo directo total intermedio es la topología 3: CRM centralizado en techo con un costo directo total de s/217,186.94 soles; y finalmente, la topología que genera un mayor costo directo total es la topología 2: CRM centralizado en primer piso con un costo directo total de s/260,275.92 soles.

Si solo se analiza, en el aspecto económico, los costos directos totales generados según los resultados presentados resultaría conveniente hacer uso de un diseño que contemple como eje central la topología 1: CRM ubicado por piso.

La **Tabla 119** nos muestra la comparación de los resultados obtenidos en referencia a los costos de cada una de las topologías en base a una relación de porcentajes.

**Tabla 119**

*Tabla comparativa de variación de costos entre topologías*

| Topología                        | Costo Total  | Diferencia ( $\Delta$ ) De Costo |               | %         | Conclusión                      |
|----------------------------------|--------------|----------------------------------|---------------|-----------|---------------------------------|
| Topología 1<br>(T <sub>1</sub> ) | S/132,490.21 | $\Delta T_1-T_2$                 | -S/127,785.71 | 96.45%(-) | T <sub>1</sub> < T <sub>2</sub> |
|                                  |              | $\Delta T_1-T_3$                 | -S/84,696.73  | 63.93%(-) | T <sub>1</sub> < T <sub>3</sub> |
| Topología 2<br>(T <sub>2</sub> ) | S/260,275.92 | $\Delta T_2-T_1$                 | S/127,785.71  | 49.10%(+) | T <sub>2</sub> > T <sub>1</sub> |
|                                  |              | $\Delta T_2-T_3$                 | S/43,088.98   | 16.56%(+) | T <sub>2</sub> > T <sub>3</sub> |
| Topología 3<br>(T <sub>3</sub> ) | S/217,186.94 | $\Delta T_3-T_1$                 | S/84,696.73   | 39.00%(+) | T <sub>3</sub> > T <sub>1</sub> |
|                                  |              | $\Delta T_3-T_2$                 | -S/43,088.98  | 19.84%(-) | T <sub>3</sub> < T <sub>2</sub> |

*Nota.* % (-): Representa ahorro “menor costo” de la 1era topología en relación a la 2da, y % (+): Representa gasto adicional “mayor costo” de la 1era topología en relación a la 2da

En la **Tabla 119**, se vinculan los resultados obtenidos de los costos directos totales calculados para cada una de las tres topologías estudiadas en esta investigación con respecto a las otras dos restantes, en cada caso se realiza la variación de costos que existen entre dos topologías, es decir, por ejemplo para  $\Delta T_1-T_2 = \text{Costo topología } 1 - \text{Costo topología } 2$ , en este como Costo T<sub>1</sub> < Costo T<sub>2</sub> la diferencia o variación que se espera como resultado ( $\Delta$ ) será negativa. Para determinar el porcentaje, para el caso anterior 96.45%(-) se toma como base 100 al costo directo total de la topología 1 en relación a la diferencia ( $\Delta$ ) calculada. Y se interpreta de la siguiente manera:

$\Delta T_1-T_2 = -s/127,785.71 [ 96.45\%(-) ] =$  La aplicación del diseño de la topología 1 en lugar de la topología 2 genera un menor costo, la topología 1 es 96.45% más económico que la topología 2.

$\Delta T_1-T_3 = -s/84696.73 [ 63.93\%(-) ] =$  La aplicación del diseño de la topología 1 en lugar de la topología 3 genera un menor costo, la topología 1 es 63.93% más económico que la topología 3.

$\Delta T_2 - T_1 = s/127,785.71 [ 49.10\%(+) ]$  = La aplicación del diseño de la topología 2 en lugar de la topología 1 genera un mayor costo, la topología 2 es 49.10% más costosa que la topología 1.

$\Delta T_2 - T_3 = s/43,088.98 [ 16.56\%(+) ]$  = La aplicación del diseño de la topología 2 en lugar de la topología 3 genera un mayor costo, la topología 2 es 16.56% más costosa que la topología 3.

$\Delta T_3 - T_1 = s/84,696.73 [ 39.00\%(+) ]$  = La aplicación del diseño de la topología 3 en lugar de la topología 1 genera un mayor costo, la topología 3 es 39% más costosa que la topología 1.

$\Delta T_3 - T_2 = -s/43,088.98 [ 19.84\%(-) ]$  = La aplicación del diseño de la topología 3 en lugar de la topología 2 genera un menor costo, la topología 3 es 19.84% más económico que la topología 2.

Recordemos que el objetivo principal de esta investigación es plantear un modelo de proyecto técnica y económicamente viable mediante la selección de la topología más eficiente y rentable a ejecutar en el proyecto “Edificio Multifamiliar Siena”. Finalmente con todos los resultados obtenidos anteriormente se desprende que:

Técnicamente, las tres topologías propuestas para el proyecto “Edificio Multifamiliar Siena” cumplen con todos los requerimientos necesarios contemplados en las normas técnicas vigentes en el Perú, por lo que considerando solo este aspecto no sería objetiva la selección de la propuesta.

Económicamente, se consideraron dos subetapas, la primera dirigida a la evaluación de los costos directos totales generados en cada una de las topologías, de las cuales si las ordenamos ascendentemente en relación a sus costos directos totales obtenemos: en primer lugar, con el menor costo directo, a la Topología 1; segundo a la Topología 3 y en tercer lugar la Topología 2. La segunda subetapa, es la validación del proyecto como una inversión utilizando criterios de selección de inversiones para cada una de las tres topologías estudiadas en esta tesis. La **Figura 90** muestra los valores de TIR y VAN obtenidos para la validación de la correcta toma de decisiones en los proyectos de inversión.

## Figura 90

Valores calculados de TIR y VAN para cada topología

| Proyecto    | TIR   | VAN             | Antecedentes | Tasa de interés:  | 10% |
|-------------|-------|-----------------|--------------|-------------------|-----|
| Topología 1 | ✓ 34% | ✓ S/ 55,042.84  |              | Duración (meses): | 10  |
| Topología 2 | ✗ -9% | ✗ -S/ 19,862.36 |              |                   |     |
| Topología 3 | ⚠ 13% | ⚠ S/ 5,301.10   |              |                   |     |

Para la Topología 1:

Podemos notar una diferencia muy clara entre la Tasa Interna de Retorno “TIR” y la tasa de interés o descuento “k” que nos ofrece el mercado, podemos ver que el TIR de 34% ( $TIR > 0$ ) es mucho mayor que el 10% que ofrece el mercado, la diferencia es de 24% y en consecuencia esto se refleja en una ganancia actual de S/ 55,042.84 ( $VAN > 0$ ) de invertirse el capital inicial en este proyecto. El proyecto debería aceptarse.

Para la Topología 2:

Podemos notar una diferencia muy clara entre la Tasa Interna de Retorno “TIR” y la tasa de interés o descuento “k” que nos ofrece el mercado, podemos ver que el TIR de -9% ( $TIR < 0$ ) es mucho menor que el 10% que ofrece el mercado, la diferencia es de -19% y en consecuencia esto se refleja en una pérdida actual de S/ 19,862.36 ( $VAN < 0$ ) de invertirse el capital inicial en este proyecto. El proyecto debería rechazarse.

Para la Topología 3:

Podemos notar una pequeña diferencia entre la Tasa Interna de Retorno “TIR” y la tasa de interés o descuento “k” que nos ofrece el mercado, podemos ver que el TIR de 13% ( $TIR > 0$ ) es un poco mayor que el 10% que ofrece el mercado, la diferencia es de 3% y en consecuencia esto se refleja en una pequeña ganancia actual de S/ 5,301.10 ( $VAN > 0$ ) de invertirse el capital inicial en este proyecto. El proyecto podría aceptarse o no, va a depender del margen de rentabilidad que se desea obtener y otros factores.

## V. CONCLUSIONES

Habiéndose realizado el estudio de investigación se ha logrado definir los procedimientos para realizar el diseño de un sistema de tuberías de cobre de doble etapa de regulación bajo norma NTP 111.011:2014 para edificios multifamiliares.

Se logró determinar el análisis técnico del diseño del sistema de tuberías para gas natural seco de las tres topologías cumpliendo con la norma NTP 111.011:2014, donde el menor valor de porcentaje en caída de presión se interpreta como el mejor diseño ya que el gasodoméstico opera con un valor de presión dentro del rango de sus presiones de trabajo bajo norma. En nuestro análisis resultó que el diseño de la “Topología 1: CRM ubicados por piso” sobresalió en comparación de los porcentajes de caídas de presión con un valor de entre 8% a 10%, en segundo lugar la “Topología 2: CRM centralizado en primer Piso” con un promedio de entre 10% a 16%, y la “Topología 3: CRM centralizado en Techos” en tercer lugar con un promedio de entre 10% a 25% de caída de presión. Se concluye del análisis técnico que las tres Topologías están dentro del rango de caída de presión permitidas, y que dentro de estas la Topología 1 es la de mejor resultado.

Se logró determinar los valores de las velocidades de circulación del gas natural en el sistema de tuberías de cobre para cada topología, estos valores no tienden a ser distintos entre sí, para una misma topología las velocidades finales analizadas para cada artefacto resultan ser las mismas independientemente del piso en el que se ubican, en el caso de la “Topología 1: CRM ubicado por Piso”, el valor porcentual de la velocidad final respecto a la velocidad máxima permitida por norma (40 m/s) en la cocina resultó ser de 5%, en la terma 4.58% y en la secadora 2.08%, considerando los valores con dos puntos decimales se concluye que los valores porcentuales de la velocidad final resultan ser las mismas para las tres topologías y que la velocidad final de circulación del gas no es un factor determinante para considerar en el análisis técnico y económico, por tener el mismo comportamiento en las tres topologías.

Se logró determinar los costos directos totales del proyecto Edificio Multifamiliar Siena que implica el diseño de cada topología desarrollada en esta investigación, los costos directos totales para la “Topología 1: CRM ubicado por piso” fue S/132,490.21, para la “Topología 2: CRM centralizado en primer Piso” fue S/260,275.92 y para la “Topología 3:



CRM centralizado en Techo” resultó S/217,186.94 concluyendo que la Topología 1 es la que menores costos directos genera en relación a la topología 2 (96.45% más costosa) y la topología 3 (63.93% más costosa) por lo tanto los costos directos totales sí resulta ser un factor decisivo para la toma de decisiones.

Se logró realizar la validación de los proyectos de inversión mediante los valores de TIR y VAN calculados para cada proyecto propuesto en base a su respectiva topología de diseño, la respuesta final es identificar al proyecto que más rentabilidad genere, se observó y comparó los valores obtenidos de TIR y VAN para cada topología, de esta forma se concluyó que el proyecto que genera mayor rentabilidad es el proyecto 1 (topología 1) porque retorna una mayor ganancia actual neta de S/55,042.84 con una tasa interna de retorno de 34%. De los resultados también se desprende que el proyecto 3 (Topología 3) resulta también obtener valores positivos para el VAN y TIR, S/5,301.10 y 13% respectivamente, es decir que genera rentabilidad pero en menor proporción. Por último, el proyecto el cual tiene valores negativos de VAN y TIR, -S/19,862.36 y -9% respectivamente, es el proyecto 2 (Topología 2) por ende este proyecto generaría pérdidas y debería rechazarse como inversión.

Finalmente, luego de sintetizar los datos obtenidos en el análisis técnico y económico, siguiendo la metodología planteada en esta tesis mediante el diagrama de flujos, se determinó que la Topología 1: centro de regulación y medición ubicado por piso, es la Topología que cumple simultáneamente la menor caída de presión entre 17mbar a 25 mbar, velocidad de circulación menor al máximo permitido (40 m/s) que la norma exige, menores costos directos totales (S/132,490.21) y es el proyecto con mayor rentabilidad respecto a las otras dos topologías comparadas, en la validación de estos proyectos de inversión con valores VAN de S/55,042.84 y TIR de 34% se validó la selección de la topología 1 como la correcta toma de decisión de inversión del proyecto Edificio Multifamiliar Siena.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ancajima Taboada, C. (2022). Diseño de la red de gas natural para abastecer a los usuarios de la torre 03 de la Mz G del condominio Torres del Campo, ciudad de Collique, urbanización El Retablo, distrito de Comas, Lima, 2022. *Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote*. <https://hdl.handle.net/20.500.13032/31611>.
- Aprende Institute. (2023). Guía de soldadura por capilaridad. *Aprende Institute*.
- Cálidda. (2021). Guía de diseño de proyectos de gas natural. *Cálidda*.
- Cálidda. (2023). Gas natural. Que es el gas natural. <https://www.calidda.com.pe/gas-natural/que-es-gas-natural/>
- Cámara Peruana de la Construcción. (2020). El mercado de edificaciones urbanas en Lima Metropolitana 2020. <https://acortar.link/W3GduN>.
- Cámara Peruana de la Construcción. (2023). Informe económico de la construcción. N° 70. Octubre 2023. *CAPECO Publicaciones*. <https://iec.capeco.org/>.
- Camisea. (2022). Informe de sostenibilidad 2022. *Camisea*. <https://camiseaesenergia.pe/wp-content/uploads/2023/11/Informe-de-Sostenibilidad-Camisea-2022.pdf>.
- Caro Reyes, M. (2019). El gas de Camisea su historia, su realidad y las perspectivas para el Sur Andino. *Grupo Propuesta Ciudadana*. <https://propuestaciudadana.org.pe/wp-content/uploads/2019/11/El-gas-de-camisea.-Su-historia-su-realidad-y-las-perspectivas-para-el-Sur-Andino.pdf?fbclid=IwAR1BCr8WGO-DAGr1CzRIT3QcLXSb0zODel6kCE6qIcKRgEgTRuQkEewhyL0>
- Carrera Galán, P. (2022). Estudio de mejora del sistema de generación de agua caliente y calefacción en un bloque de viviendas. *Departamento de Ingeniería Química y Ambiental, Universidad de Sevilla, España*. <https://hdl.handle.net/11441/134080>.

- Delgado Martínez, K. (2021). Propuesta de programación de un proyecto de Instalación de Gas en viviendas multifamiliares usando la filosofía Lean Construction. *Pontificia Universidad Católica del Perú*. <https://orcid.org/0000-0002-0174-0241>.
- Departamento de Normalización. (2018). Reglamento Nacional de Edificaciones G.030: Derechos y responsabilidades.
- Departamento de Normalización. (2018). Reglamento Nacional de Edificaciones EM.040: Instalaciones de gas.
- Departamento de Normalización. (2020). Reglamento Nacional de Edificaciones EM.030: Instalaciones de ventilación.
- Departamento de Normalización. (2021). Reglamento Nacional de Edificaciones A.010: Condiciones generales de diseño.
- Departamento de Normalización. (2021). Reglamento Nacional de Edificaciones A.020: Vivienda.
- Dincorsa. (2023). Características de las tuberías de cobre. Dincorsa.
- Dirección General de Gas Natural y Petroquímicos. (2015). Gas Natural. *Secretaría de la Energía*. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/12459/Documento\\_Gas\\_Natural\\_2015.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/12459/Documento_Gas_Natural_2015.pdf)
- Dirección General de Hidrocarburos, DGH. (2020). Dirección General de Hidrocarburos 2020, Anuario Estadístico. *1era edición. Ministerio de Energía y Minas*. <https://www.minem.gob.pe/publicacion.php?idSector=5&idPublicacion=636>.
- División de Supervisión de Gas Natural. (2023). Boletín estadístico: Procesamiento, producción y transporte de gas natural. *2do trimestre 2023. Osinerming*. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/5104924/Bolet%C3%ADn%20Estad%C3%ADstico%20de%20Gas%20Natural%20-Trimestre%202023-II.pdf?v=1694192365>.

- Eberhardt. (2015). Ficha Técnica para producto tubo de cobre rígido.
- Espinoza, A. & Fort, R. (2020). Mapeo y tipología de la expansión urbana en el Perú. Lima: Grupo de análisis para el desarrollo GRADE y Asociación de Desarrollos Inmobiliarios ADI. <https://www.grade.org.pe/publicaciones/mapeo-y-tipologia-de-la-expansion-urbana-en-el-peru/>.
- Garrido Núñez, M. & Mendoza López, Y. (2021). El gas natural como fuente de energía, desarrollo e industrialización a nivel mundial; un área de oportunidad para México. *Universidad Nacional de México, México*. <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/handle/RepoFi/17655>.
- Girón Milián, E. (2012). La tasa interna de retorno y el valor actual neto como herramientas de evaluación financiera, en proyectos para plantaciones de madera teca. *Universidad de San Carlos de Guatemala*. [http://www.biblioteca.usac.edu.gt/tesis/03/03\\_4056.pdf](http://www.biblioteca.usac.edu.gt/tesis/03/03_4056.pdf)
- Gómez García, U. (2022). Implementación de un sistema alternativo en una red de tuberías de gas natural para reducir costos de un condominio en el distrito de San Juan de Lurigancho. *Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía de la Universidad Nacional del Callao*. <https://hdl.handle.net/20.500.12952/7170>.
- Gómez García, U. (2022). Implementación de un sistema alternativo en una red de tuberías de gas natural para reducir los costos de un condominio en el distrito de San Juan de Lurigancho, 2022. *Universidad Nacional del Callao*. <https://repositorio.unac.edu.pe/handle/20.500.12952/7170>
- Gómez Pocomucha, J. (s.f.). Operación de Plantas de procesamiento de gas natural. *Osinermining*. [http://gasnatural.osinerg.gob.pe/contenidos/uploads/GFGN/Operacion\\_Plantas\\_Procesamiento\\_de\\_Gas\\_Natural.pdf](http://gasnatural.osinerg.gob.pe/contenidos/uploads/GFGN/Operacion_Plantas_Procesamiento_de_Gas_Natural.pdf).
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2023). Microdatos, Base de Datos. <https://proyectos.inei.gob.pe/microdatos/>.

- López Moreno, F. (2014). Aspectos generales de la industria del gas natural y supervisión de ductos de transporte de gas natural y líquidos de gas natural. *Supervisión de la Gerencia de Fiscalización de gas natural. Osinerming*. <https://acortar.link/naSj2j>.
- María de los Llanos Matea. (2023). Evolución de la demanda de gas natural en 2022-2023, Boletín Económico. Banco de España. <https://doi.org/10.53479/30829>.
- Ministerio de Energía y Minas. (2006). Código Nacional de Electricidad.
- Mora Fernández, M. (2019). Ingeniería básica de una instalación de aprovechamiento de gas natural tipo industrial con base a Normas Oficiales Mexicanas y Códigos Internacionales. *Universidad Nacional de México, México*. <https://hdl.handle.net/20.500.14330/TES01000789675>.
- Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y minería . (2012). Masificación del gas natural en el Perú. *Gerencia adjunta de Regulación Tarifaria División de Gas Natural*.
- Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y minería, Osinerming. (2014). Norma Técnica Peruana 111.011:2014. *Lima, El Peruano*.
- Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y minería, Osinerming. (2008). Norma Técnica Peruana 111.023:2008. *Lima, El Peruano*.
- Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y minería, Osinerming. (2008). Norma Técnica Peruana 111.022:2008. *Lima, El Peruano*.
- Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y minería. (2014). La industria del gas natural en el Perú. A diez años del Proyecto Camisea. *Osinerming. 3era edición*. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1382451/Libro%3A%20La%20industria%20del%20Gas%20Natural%20en%20el%20Per%C3%BA.%20A%20diez%20a%C3%B1os%20del%20Proyecto%20Camisea..pdf?v=1603234438>.

- Organización de las Naciones Unidas. (2022). Perspectivas de la población mundial: revisión 2022. Naciones Unidas, Departamento de Asuntos Económicos y Sociales, División de Población (2022). [población.un.org/wpp](http://población.un.org/wpp).
- Parra Iglesias, E. (2003). Petróleo y gas natural: industria, mercados y precios. Ediciones Akal. [https://www.google.com.pe/books/edition/Petr%C3%B3leo\\_y\\_gas\\_natural/XHwqSWKseOoC?hl=es&gbpv=1](https://www.google.com.pe/books/edition/Petr%C3%B3leo_y_gas_natural/XHwqSWKseOoC?hl=es&gbpv=1).
- Pineda Malagon, S. & Pirachican Pulido, H. (2016). Diseños e instalaciones H&S INGENIEROS SAS. Facultad de Ingeniería civil, Universidad la Gran Colombia. <https://repository.ugc.edu.co/handle/11396/5288>.
- Rocabert, J. (2007). Los criterios valor actual neto y tasa interna de rendimiento. Facultad de Ciencias Económicas. Universidad Autónoma de Barcelona. España. [https://www.researchgate.net/publication/28239645\\_Los\\_criterios\\_Valor\\_Actual\\_Neto\\_y\\_Tasa\\_Interna\\_de\\_Rendimiento](https://www.researchgate.net/publication/28239645_Los_criterios_Valor_Actual_Neto_y_Tasa_Interna_de_Rendimiento).
- Simisterra Quiñonez, E., Rosa Monserrate, R. y Suárez López, S. (2018). La viabilidad de un proyecto, el valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR). *Pro-Sciences: Revista de producción, ciencias e investigación*, E-ISSN: 2588-1000, Vol. 2, N 17. <https://pdfs.semanticscholar.org/e5c7/514a716672daaec48fc3d538be07becfd910.pdf>.
- Tahara Fukuhara. (2009). Manual de instalaciones internas residenciales y comerciales. 1era edición. Cálidda.
- Tecnoweld. (2023). Guía de soldadura de cobre fosforoso, soldadura de plata y soldadura de estaño. Tecnoweld.
- Transportadora de Gas del Perú, TGP. (2023). Sistema de transporte por ductos. TGP. <https://www.tgp.com.pe/operacion-del-sistema/>.

## VII. ANEXOS

| MATRIZ DE CONSISTENCIA  |   |   |  |  |  |
|---|---|---|--|--|--|
| Título: "Análisis Técnico y Económico para la Instalación de Gas Natural en un Edificio Multifamiliar con Topologías de Sistemas de Tuberías de Cobre de doble Regulación según la NTP1110.11:2014"   |   |   |  |  |  |
| PROBLEMAS   | OBJETIVOS   | VARIABLES   | DIMENSIONES  | INDICADORES  | MÉTODOLÓGÍA  |
| <p><b>Problema General:</b><br/>¿Cómo se comparan los tres modelos de las topologías de la NTP 111.011 para el diseño de instalaciones de gas natural en edificios multifamiliares con regulación de dos etapas en términos técnicos económicos?</p> <p><b>Problema Específico 1:</b><br/>¿En qué medida la caída de presión del gas natural en el sistema de tuberías influye en la comparación de los 3 modelos de las topologías de la NTP 111.011 para el diseño de instalaciones de gas natural en edificios multifamiliares?</p> <p><b>Problema Específico 2:</b><br/>¿En qué medida la velocidad del gas natural dentro del sistema de tuberías influye en la comparación de los 3 modelos de las topologías de la NTP 111.011 para el diseño de instalaciones de gas natural en edificios multifamiliares?</p> <p><b>Problema Específico 3:</b><br/>¿Cómo la comparación de los 3 modelos de las topologías de la NTP 111.011 para el diseño de instalaciones de gas natural en edificios multifamiliares influye en el metrado y costos directos de los materiales del sistema de tuberías para gas natural?</p> | <p><b>Objetivo General:</b><br/>Describir el estudio de la aplicación de los tres modelos de las topologías de la NTP 111.011 para el diseño de instalaciones de gas natural en edificios multifamiliares con regulación de dos etapas en términos técnicos económicos.</p> <p><b>Objetivo Específico 1:</b><br/>Determinar la caída de presión del gas natural en el sistema de tuberías para la comparación de los 3 modelos de las topologías de la NTP 111.011 en el diseño de instalaciones de gas natural en edificios multifamiliares.</p> <p><b>Objetivo Específico 2:</b><br/>Determinar la velocidad del gas natural en el sistema de tuberías para la comparación de los 3 modelos de las topologías de la NTP 111.011 en el diseño de instalaciones de gas natural en edificios multifamiliares.</p> <p><b>Objetivo específico 3:</b><br/>Determinar el metrado y costos directos de materiales en el sistema de tuberías para la comparación de los 3 modelos de las topologías de la NTP 111.011 en el diseño de instalaciones de gas natural en edificios multifamiliares.</p> | <p><b>Variable Independiente:</b><br/>Comparación Técnico Económico de Topologías según NTP111.011</p> <p><b>Variable Dependiente:</b><br/>Instalaciones de Gas Natural en Edificaciones Multifamiliares de regulación de dos etapas.</p> | <p><b>Dimensiones de la Variable Independiente:</b><br/>1. Pérdidas de Presión.<br/>2. Pérdidas de velocidad.<br/>3. Costos Directos de materiales.</p> <p><b>Dimensiones de la Variable Dependiente:</b><br/>1. Diámetro de tubería.<br/>2. Caudal del fluido.<br/>3. Potencia instalada (Consumo).</p> | <p><b>Indicadores de la Variable Independiente:</b><br/>1. Variación entre la presión final e inicial en cada tramo de tubería.<br/>2. Variación entre la velocidad final e inicial en cada tramo de la tubería.<br/>3. Análisis de la comparación técnico económico entre los tres modelos de topologías.</p> <p><b>Indicadores de la Variable Dependiente:</b><br/>1. Sección interior útil de la tubería.<br/>2. Poder Calorífico superior.<br/>3. Cantidad de artefactos (gasodomésticos).</p> | <p><b>Tipo de Investigación:</b><br/>Básico</p> <p><b>Nivel de Investigación:</b><br/>Descriptivo</p> <p><b>Diseño de Investigación:</b><br/>No Experimental</p> <p><b>Enfoque de Investigación:</b><br/>Cualitativo</p> |

## 7.1. Anexo 2. Glosario de Términos

Accesibilidad grado 1: dispositivo tiene accesibilidad grado uno (1) cuando su manipulación puede realizarse sin abrir cerraduras, y el acceso o manipulación, sin disponer de escaleras o medios mecánicos especiales.

Accesibilidad grado 2: dispositivo tiene accesibilidad grado dos (2) cuando está protegido por un armario, registro practicable o puerta, provistos de cerraduras con llave normalizada. Su manipulación debe poder realizarse sin disponer de escaleras o medios especiales

Acometida: instalaciones que permiten el suministro de gas natural seco desde las redes de distribución hasta las instalaciones internas. La acometida puede tener entre otros componentes: los equipos de regulación, el medidor, la caja o celda de protección, accesorios, filtros y las válvulas de protección.

Artefactos a Gas (gasodoméstico): Es aquel que convierte el gas natural seco en energía e incluye a todos sus componentes; puede ser una cocina, una terma, un calefactor, entre otros.

Caja de Protección: recinto con dimensiones suficientes y ventilaciones adecuadas para la instalación, mantenimiento y protección del sistema de regulación de presión y medición, con el propósito de controlar el suministro del servicio de gas natural seco para uno o varios usuarios. La caja de protección puede ser un gabinete, un armario, una caseta, un nicho o un local.

Conector: Tubería flexible con accesorios en los extremos para conectar la salida del sistema de tuberías con la entrada de gas al artefacto. Estas pueden ser conectores metálicos o conectores flexibles de elastómero.

Equipo de Consumo: Un artefacto para convertir gas natural seco en energía e incluye a todos sus componentes. Puede ser una caldera, un horno industrial, quemadores en general, etc.

MAPO: Presión máxima admisible de operación. Es la presión de operación máxima que puede alcanzar la instalación en condiciones de máxima demanda.

Medidor: instrumento utilizado para cuantificar el volumen de gas natural seco que fluirá a través de un sistema de tuberías.

Presión de Diseño: Es la presión máxima que puede alcanzar la instalación, valor con el que debe dimensionarse la misma y seleccionarse los materiales.



Regulador de presión: Aparato que reduce la presión del fluido que recibe y la mantiene constante independientemente de los caudales que permite pasar y de la variación de la presión aguas arriba del mismo, dentro de los rangos admisibles. La regulación puede efectuarse en una o varias etapas

Tubería de conexión: Instalación que permite el suministro de gas natural seco desde las redes de distribución y tiene como componentes principales el tubo de conexión y los accesorios necesarios y termina en la válvula de servicio en la entrada del gabinete.

Tubería empotrada: tubería incrustada en una edificación cuyo acceso solo puede lograrse mediante remoción de parte de los muros o pisos del inmueble.

## **7.2. Anexo 3. Normas Técnicas Peruanas vinculadas al gas natural**

|                   |   |
|-------------------|---|
| NTP 111.001:2002  | GAS NATURAL SECO. Terminología Básica.  |
| NTP-ISO 6976:2003 | GAS NATURAL SECO. Cálculo del poder calorífico, densidad, densidad relativa e índice de Wobbe a partir de la composición.             |
| NTP 111.002:2003  | GAS NATURAL SECO. Calidad.  |
| NTP 111.003:2003  | GAS NATURAL SECO. Directrices para la toma de muestras.   |
| NTP 111.004:2003  | GAS NATURAL SECO. Odorización.  |
| NTP 111.005:2003  | GAS NATURAL SECO. Análisis de gas natural seco por cromatografía de gases.  |
| NTP 111.006:2003  | GAS NATURAL SECO. Determinación del contenido de vapor de agua.   |
| NTP 111.008:2003  | GAS NATURAL SECO. Determinación del sulfuro de hidrógeno por el método de la longitud de mancha en el tubo detector.                  |
| NTP 111.009:2003  | GAS NATURAL SECO. Determinación del contenido de mercaptanos por el método de la longitud de mancha en el tubo detector.              |
| NTP 111.010:2003  | GAS NATURAL SECO. Sistemas de tuberías para instalaciones internas industriales.  |
| NTP 111.011:2014  | GAS NATURAL SECO. Sistemas de tuberías para instalaciones internas residenciales y comerciales  |
| NTP 111.012:2004  | GAS NATURAL SECO. Terminología del gas natural para uso vehicular (GNV).  |
| NTP 111.013:2004  | GAS NATURAL SECO. Cilindros de alta presión para almacenamiento de gas natural utilizado como combustible para vehículos automotores. |
| NTP 111.014:2004  | GAS NATURAL SECO. Componentes del equipo de conversión para vehículos que funcionan con gas natural vehicular (GNV).                  |
| NTP 111.015:2004  | GAS NATURAL SECO. Montaje de equipos completos en vehículos con gas natural vehicular (GNV).  |
| NTP 111.016:2004  | GAS NATURAL SECO. Dispositivos de sujeción para cilindros en vehículos con gas natural vehicular (GNV).                               |

- NTP 111.017:2004 GAS NATURAL SECO. Revisión periódica de cilindros tipo I para gas natural vehicular (GNV).
- NTP 111.018:2004 GAS NATURAL SECO. Taller de montaje y reparación de equipos completos para gas natural vehicular (GNV).
- NTP 111.019:2004 GAS NATURAL SECO. Estación de servicio para venta al público de gas natural vehicular (GNV).
- NTP 111.020:2004 GAS NATURAL SECO. Requisitos de instalación, operación y mantenimiento de compresoras para estaciones de servicio de gas natural vehicular (GNV).
- NTP 111.022:2008 GAS NATURAL SECO. Requisitos y métodos para ventilación de recintos interiores donde se instalan artefactos a gas para uso residencial y comercial.
- NTP 111.023:2008 GAS NATURAL SECO. Evacuación de los productos de la combustión generados por los artefactos a gas natural.

## 7.3. Anexo 4. Fichas Técnicas

SECADORA DE ROPA SOLE A GAS 20 KG

# sole

### SECADORA DE ROPA SOLE A GAS 20 KG

#### CARACTERÍSTICAS

|                         |                                  |
|-------------------------|----------------------------------|
| Nombre                  | Secadora de ropa SOLE a gas 20Kg |
| Marca                   | Sole                             |
| Código SAP - GN         | 3121SOLSEC003C                   |
| Código EAN - GN         | 7756514010150                    |
| Código SAP - GLP        | 3121SOLSEC003GLPC                |
| Código EAN - GLP        | 7756514010440                    |
| Capacidad               | 20 Kg.                           |
| Potencia calorífica     | 4.68 kW.                         |
| Modelo                  | SOLSEC003C                       |
| Entrada de punto de gas | por abajo                        |
| Ingreso de gas          | 1/2"                             |
| Color                   | Blanco                           |
| Combustible             | Gas natural / GLP                |
| Inyectores              | 1                                |
| Quemadores              | 1                                |
| Encendido               | Eléctrico (220 V)                |
| Origen                  | China                            |

#### Funciones destacadas

- Múltiples ciclos de secado  
Normal, delicado, casual, toalla, sanitizado, etc.
- Bloqueo de seguridad para niños  
Bloquea los controles para evitar el uso involuntario durante su funcionamiento.
- Status de ciclo de secado  
Indicadores luminosos que te muestran el proceso y tiempo de tu ciclo.
- Función antiarrugas  
Función especial que brinda un acabado sin arrugas a tus prendas
- Función de ciclo favorito  
Que permite memorizar dos ciclos de lavado frecuente
- Temporizador  
Puede retrasar de cualquier ciclo hasta 24 horas
- Alarma de fin de ciclo  
La secadora emitirá un aviso sonoro al culminar el ciclo de secado

#### Dimensiones (cm)

|                  |                   |
|------------------|-------------------|
| Alto/ancho/fondo | 112 x 68.6 x 73.6 |
| Ducto (diámetro) | 4" (10.2 cm)      |

|                         |         |
|-------------------------|---------|
| Consumo de Gas (aprox.) | m3 / hr |
| GN                      | 0.4     |

|                              |      |
|------------------------------|------|
| Consumo eléctrico máximo     |      |
| Sistema de encendido y motor | 700W |

|                |            |
|----------------|------------|
| Presión de Gas |            |
| GN             | 17-25 mbar |
| GLP            | 28-32 mbar |

|          |  |
|----------|--|
| Garantía |  |
| 1 año    |  |

|                                      |               |
|--------------------------------------|---------------|
| Incluye                              |               |
| Panel Touch                          | SI            |
| Display                              | SI            |
| Tambor de secado en acero inoxidable | SI            |
| Puerta reversible                    | SI            |
| Filtro de pelusas                    | SI            |
| Perilla de función digital           | SI            |
| Sensor de Humedad y temperatura      | SI            |
| Ducto de evacuación de vapores       | SI (3 metros) |
| Abrazadera para ducto                | SI (2 unid.)  |

#### IMPORTANTE

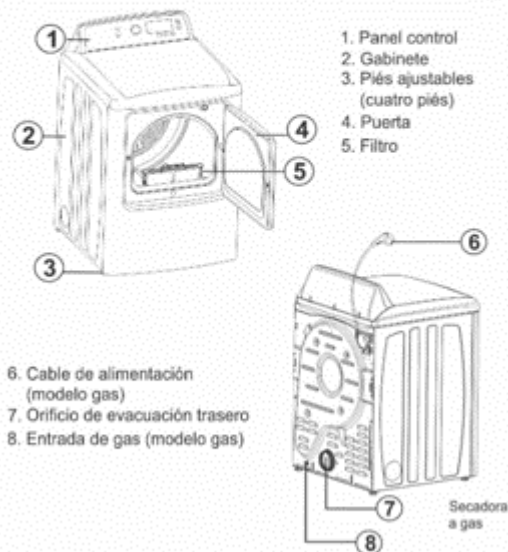
- Este producto debe de estar conectado a un ducto de evacuación de vapores hacia el exterior del domicilio.



#### RECOMENDACIONES Y/O PRECAUCIONES

- La instalación de la secadora debe ser realizada por un técnico especializado SOLE.
- Utilice este aparato solo para los fines previstos, tal como se indica en el manual de usuario.
- No seque artículos que hayan sido previamente limpiados, lavados, empapados o manchados con gasolina, disolventes de limpieza en seco, otras sustancias inflamables o explosivas, ya que emiten vapores que podrían encenderse o explotar.
- Asegúrese de que los bolsillos estén libres de pequeños objetos duros de forma irregular y material extraño, es decir, monedas, cuchillos, clavijas, etc. Estos objetos podrían dañar su secadora.
- El sistema de evacuación de vapores debe ser limpiado mensualmente para mantener un rendimiento óptimo.
- Para el sistema de evacuación de vapores se recomienda utilizar un ducto de 4" (10,2cm) de diámetro de aluminio flexible o de acero galvanizado rígido.
- No utilice un ducto de diámetro menor de lo especificado.
- Se recomienda limpiar el filtro de pelusa después de cada ciclo de secado.

#### DIAGRAMA DE INSTALACIÓN



# sole

## TERMA SOLE GAS PASO CONTINUO 5.5 L

### CARACTERISTICAS

|                               |                   |
|-------------------------------|-------------------|
| Nombre                        | Terma a Gas       |
| Marca                         | Sole              |
| Código SAP (GN)               | 3121SOLEGASN05C   |
| Código EAN                    | 7756514016718     |
| Capacidad                     | 5.5 L x minuto    |
| Potencia                      | 11 Kw             |
| Modelo                        | paso continuo     |
| Tipo                          | A                 |
| Entrada de los puntos de agua | por abajo         |
| Ingreso y salida de agua      | 1/2"              |
| Color                         | Blanco            |
| Combustible                   | GN                |
| Inyectores                    | 6                 |
| Quemadores                    | 6                 |
| Encendido                     | Eléctrico a pilas |
| Origen                        | China             |

### Dispositivos de Seguridad

1. Termocupla  
Corta el flujo de gas en caso la llama se apague repentinamente
2. ODS (Sistema Detector de Oxígeno)  
Corta el flujo de gas en caso el nivel de oxígeno disminuya al 18%
3. Sensor contra recalentamiento del agua (75°C)  
Corta el flujo de gas en caso la presión del agua disminuye
4. Válvula de desfogue por exceso de presión
5. Sistema contra congelamiento

### Dimensiones (cm)

|                  |              |
|------------------|--------------|
| alto/ancho/fondo | 53 x 29 x 14 |
|------------------|--------------|

### Consumo de Gas (aprox.)

|    |         |      |
|----|---------|------|
| GN | Kg / hr | 0,83 |
|----|---------|------|

### Presión de Agua

|                     |            |
|---------------------|------------|
| Dinámica / Estática | 6 / 20 PSI |
| Máxima resistencia  | 70 PSI     |

### Presión de Gas

|    |              |
|----|--------------|
| GN | 17 / 25 mbar |
|----|--------------|

### Garantía

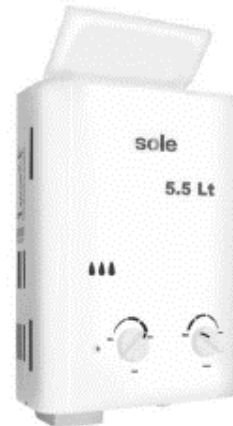
2 años

### Incluye

|  |    |
|--|----|
| Perilla de control de gas                        | SI |
| Perilla de control de caudal de agua             | SI |
| Pilas  | SI |
| Interruptor de seguridad de encendido automático | SI |
| Visor de llama                                   | SI |
| Kit de instalación                               | SI |
| Instalación gratuita                             | SI |

### OTROS

- Los calentadores Sole Gas Paso Continuo son de encendido automático controlado por el flujo de agua al abrir la perilla.
- La protección de auto-corte se activará de manera inmediata frente a un desperfecto en la combustión, cortando el flujo de gas (termocupla / descontrol de flama).



### RECOMENDACIONES Y/O PRECAUCIONES

1. No use el calentador de agua en una habitación cerrada o un lugar con poca circulación de aire. PROHIBIDO INSTALAR DENTRO DEL BAÑO.
2. Durante el funcionamiento, si se percata de alguna fuga de gas, debe cerrar la válvula de gas inmediatamente. Si la habitación estuviese llena de gas, no debe encender el calentador con el fin de evitar una explosión. Es necesario que la causa de la fuga sea revisada y reparada.
3. Antes de salir de casa o ir a dormir, asegúrese de cortar el flujo de gas.
4. No obstruya la entrada de aire con el fin de evitar envenenamiento originado por la combustión incompleta.
5. Durante el funcionamiento, ponga atención a la situación de la combustión. Si existiera una combustión anormal, deberá cerrar la válvula de gas inmediatamente y contactar al servicio técnico o la compañía de gas para el mantenimiento correspondiente.
6. Cambie las pilas cada cierto tiempo para que el calentador funcione correctamente.
7. Si no se usa el calentador por tiempos prolongados, retire las pilas para evitar que se sulfaten.

### DIAGRAMA DE INSTALACIÓN



# sole

## COCINA DE PIE DUBAI

### DATOS GENERALES

|                  |                     |
|------------------|---------------------|
| Nombre           | Cocina de pie a gas |
| Modelo           | Dubai 76 cm         |
| Marca            | Sole                |
| Código SAP (GLP) | 3121COSOL018C       |
| Código EAN       | 7756514010822       |
| Código SAP (GN)  | 3121COSOL018GNC     |
| Código EAN       | 7756514010839       |
| Origen           | Perú                |

### CARACTERÍSTICAS

|                                    |                       |
|------------------------------------|-----------------------|
| Mesa de cocción                    | Acero inoxidable      |
| Quemadores superiores              | 5                     |
| • 1 pequeño                        | 1.0 kW                |
| • 1 mediano                        | 1.75 kW               |
| • 2 grandes                        | 2.5 kW                |
| • 1 triple flama                   | 3.3 kW                |
| Quemador de grill                  | 1.6 kW                |
| Quemador de horno                  | 2.7 kW                |
| Capacidad del horno                | 103 L                 |
| Parrillas                          | Hierro fundido        |
| Perillas                           | Plásticas             |
| Calienta platos                    | Si                    |
| Sistemas de seguridad              | 2                     |
| • Traba de seguridad               | En todas las perillas |
| • Protección contra fuga eléctrica | Punto a tierra        |

### DATOS TÉCNICOS

|                      |             |
|----------------------|-------------|
| Encendido            | Eléctrico   |
| Tensión y frecuencia | 220V - 60Hz |
| Cable de conexión    | 100 cm      |
| Tipo de enchufe      | Schuko      |
| Tipo de gas          | GLP o GN    |
| Conexión de gas      | G 1/2"      |

### DIMENSIONAMIENTO

|                              |                    |
|------------------------------|--------------------|
| Ancho / profundidad / altura | 760 x 570 x 910 mm |
| Peso                         | 44.6 Kg            |

### GARANTÍA

|                |       |
|----------------|-------|
| Todo el equipo | 1 año |
|----------------|-------|

### INCLUYE

|  |    |
|--|----|
| • Manual   | Si |
| • Kit de inyectores GN (solo modelo GLP)                 | Si |
| • Parrilla cromada                                       | Si |
| • Bandeja aporcelanada                                   | Si |
| • Conector para manguera flexible 3/8" (solo modelo GLP) | Si |
| • Espiedo + pinzas de rosticero                          | Si |

### FUNCIONAMIENTO

1. Enchufe la encimera y abra la válvula del suministro de gas.
2. Pulsar el botón de encendido eléctrico.
3. Presione la perilla y gire 90° en sentido contrario al reloj, luego suelte la perilla.
4. Si al soltar se apaga el quemador, repetir el paso 3.
5. Para apagar vuelva a colocar la perilla en su posición original.

### RECOMENDACIONES

- No baje la tapa de vidrio templado, cuando los quemadores de la mesa de acero inoxidable se encuentren encendidos.
- Después de usar los quemadores, no baje la tapa de vidrio.
- No instale su cocina sobre una base inclinada o irregular, siempre sobre una base horizontal.
- Verifique periódicamente el estado de la instalación a gas.
- Antes de sacar los alimentos dentro del horno, abra la puerta y espere 2 minutos o más para que salga el calor.
- Use guantes térmicos al abrir la puerta del horno y también para retirar los alimentos del horno.
- Mantenga la habitación de la cocina ventilada cuando esté utilizándola.
- No coloque sus manos en el horno cuando esté caliente.
- Mantenga a los niños, personas discapacitadas y mascotas alejados cuando la cocina esté encendida.
- No jale ni cargue la cocina agarrando de la tapa de vidrio templado ni del asa de la puerta del horno.



### RECOMENDACIONES PARA LA LIMPIEZA

Antes de realizar la limpieza a la cocina de pie asegúrese de que esté desconectada, que todos los quemadores estén apagados y que la válvula de gas esté hacia abajo.

Para limpiar la cocina de pie con mesa de acero inoxidable:

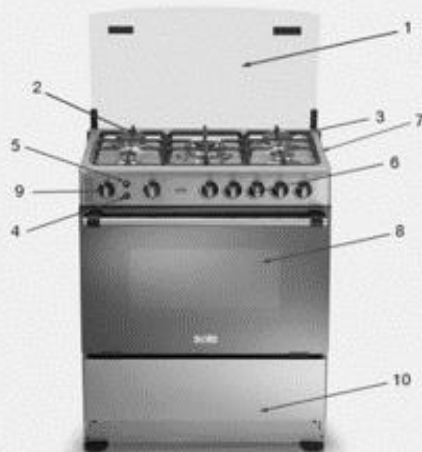
- No usar líquidos abrasivos.
- Limpiar con un paño o esponja suave humedecidos en agua y jabón neutro (lava vajilla líquido).
- No se recomienda usar mallas o escobillas metálicas ya que deterioran y rayan la superficie de acero inoxidable.

Quando se ha culminado con la limpieza:

- Seque bien los quemadores.
- Coloquelos de tal manera que encajen correctamente y así evitar daños de estos.

### DIAGRAMA DE COMPONENTES

- |  |                              |
|--|------------------------------|
| 1. Tapa de vidrio templado.            | 6. Perillas.                 |
| 2. Quemadores.                         | 7. Mesa de acero inoxidable. |
| 3. Parrillas                           | 8. Horno.                    |
| 4. Botón de encendido eléctrico.       | 9. Timer.                    |
| 5. Botón de luz del horno y rosticero. | 10. Calienta platos.         |





# MEDIDOR G2,5 M26x1,5



REF. 610112



## UNIDAD DE EMPAQUE Y GARANTÍA



Medidor empaquetado en  
caja de 8 unidades.



Garantía de 3 años.

**Características:**  
Sistema de medición integrado a la carcasa principal, elimina sensibilidad a la dislocación y desajustes por impactos externos.  
Mayor robustez y tamaño debido a su volumen cíclico y espesor de aluminio.

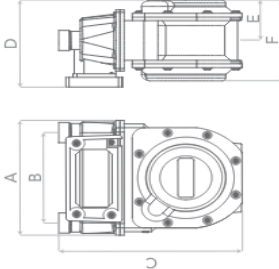
Tornillos de acero inoxidable y cabeza de seguridad.

Exactitud a través del tiempo : mayor volumen cíclico, menos desgaste mecánico, mejor repetibilidad. Mayor vida útil.

Protección a la exposición: pintura electrostática en polvo color gris alta adherencia - resistente a la corrosión.

## DIMENSIONES EN mm

|       |     |     |     |    |     |
|-------|-----|-----|-----|----|-----|
| A     | B   | C   | D   | E  | F   |
| 168,5 | 130 | 227 | 121 | 54 | 108 |



GAS SOLUTIONS

|                                  |   |                                  |  |
|----------------------------------|---|----------------------------------|--|
| <b>Gas de Operación:</b>         | Gas Natural, GLP o gases no corrosivos.   | <b>Placa:</b>                    | Marca - Modelo - Designación<br>Flujo máximo y mínimo<br>Volumen cíclico<br>Presión máxima<br>N° de serie - Código de barras |
| <b>Mec. de medición:</b>         | Válvula rotatoria   | <b>Mec. antirretorno:</b>        | Troquete - retenedor   |
| <b>Presión Máxima Operación:</b> | 50 kPa (0,5 bar)  | <b>Ubicación conexiones:</b>     | Parte superior (Vertical)  |
| <b>Odómetro:</b>                 | Análogo. 5 tambores para números enteros y 3 para decimales, colores negro y rojo.              | <b>Dispositivos de control:</b>  | Precinto tipo rotor y sellos de seguridad  |
| <b>Tipo de lectura:</b>          | Metros cúbicos (m³)   | <b>Tipo de rosca:</b>            | M26x1,5  |
| <b>Materiales:</b>               | Cuerpo: Aluminio<br>Tapas: Aluminio<br>Diafragmas: Caucho y nitrilo<br>Válvula y asiento: Fenol | <b>Temperatura de operación:</b> | -10 °C - (+55°C)   |
| <b>Sentido de flujo:</b>         | Izquierda derecha   | <b>Pérdida de presión total:</b> | ≤ 200 Pa   |
| <b>Peso neto:</b>                | 1,72 kg   | <b>Precisión:</b>                | Grado B  |
|                                  |   | <b>Error básico:</b>             | Q <sub>min.</sub> ≤ Q < 0,1 Q <sub>máx.</sub> ± 3,0%<br>0,1 Q <sub>máx.</sub> ≤ Q ≤ 0,1 Q <sub>máx.</sub> ± 1,5%             |

## ESPECIFICACIONES

|                        |               |
|------------------------|---------------|
| <b>Medidor tipo</b>    | G2,5          |
| <b>Uso</b>             | Comercial     |
| <b>Flujo máximo</b>    | 4 m³/h (Aire) |
| <b>Flujo mínimo</b>    | 0,025 m³/h    |
| <b>Volumen cíclico</b> | 0,9 dm³/Rev.  |

El medidor funciona bajo NTC 2728 / Norma de referencia OIML R137 - 2012

**HUMCAR**  
STORE

INSTALACIONES | CONDUCCIÓN ACCESORIOS | MEDIDORES VOLUMÉTRICOS



# TW-496

(ASTM B32-08 Sn96)

## Descripción

- Soldadura blanda de estaño con 4% de plata para instalaciones hospitalarias.

## Usos:

- Para trabajos en aceros inoxidables, cobre, bronce y latón.
- Ideal para equipos en la industria alimenticia, refrigeración, aire acondicionado, fabricación de instrumentos, joyería, trabajos eléctricos donde se requiera mayor conductividad eléctrica.
- Especial para la unión de tubos de cobre y accesorios en las instalaciones hidrosanitarias para agua fría y agua caliente que van a estar en contacto con los alimentos.
- También se usan para la unión de tubos de cobre y accesorios en instalaciones domiciliarias para gas a baja presión.

## Características:

|                           |                                    |
|---------------------------|------------------------------------|
| Temperatura de trabajo    | 220°C                              |
| Métodos de calentamiento  | Soplete, horno, inducción          |
| Resistencia a la tracción | 10 kg/mm <sup>2</sup> (14,200 psi) |
| Elongación en 2°          | 45%                                |
| Composición química       | Ag 4%, Sn 96%                      |

## Procedimiento:

1. Limpie el área a soldar eliminando el óxido o grasa. Con soplete use llama neutral.
2. Adicione el fundente en el área a soldar, calentar hasta que actúe el fundente, luego adicionar la soldadura la cual fluirá rápidamente.
3. Dejar enfriar lentamente y quitar todo residuo del fundente.

## Presentación:

|                  |               |
|------------------|---------------|
| Carretes x 500g. | 1/8" (3.2 mm) |
|------------------|---------------|



**TECNOWELD**

Av. Guillermo Dansey 2050, Lima 01, Perú.  
 T: (51-1) 336-8601 / (51-1) 336-8602. F: (51-1) 336-7141.  
 ventas@tecnoweld.com.pe | www.tecnoweld.com.pe



# TW-15P

(AWS BCuP-5)

## Descripción

- Soldadura de cobre fosforoso con 15% de plata para soldar cobre y sus aleaciones.

## Usos:

- Soldadura de temperatura intermedia, diseñada para ser usada en uniones de cobre, bronce y latón; el alto contenido de plata le da una gran capacidad de absorber esfuerzos ocasionados por altas presiones, vibraciones y fatiga térmica.
- Su amplio rango de fusión le da facilidades de uso en tuberías de cobre con poco ajuste. Es la soldadura recomendada en instalaciones de tuberías de cobre para gases, para controles de instrumentación, sistemas de refrigeración, reparación de contactores, arrancadores eléctricos y bobinas de inducción.
- No es recomendable usar en aceros y aleaciones de níquel porque puede formar uniones quebradizas.

## Características:

|                           |                                    |
|---------------------------|------------------------------------|
| Rango de fusión           | Sólido 643°C / Líquido 802°C       |
| Temperatura de trabajo    | 705 - 815°C                        |
| Métodos de calentamiento  | Soplete, horno, inducción          |
| Resistencia a la tracción | 27 kg/mm <sup>2</sup> (38,700 psi) |
| Elongación en 2°          | 20 - 25%                           |
| Composición química       | Cu 80%, P 5%, Ag 15%               |

## Procedimiento:

1. Limpie el área a soldar eliminando el óxido o grasa. Con soplete use llama neutral.
2. Para unir cobre con cobre no se necesita fundente.
3. Caliente bien hasta que el cobre llegue a un color rojo oscuro y aplique una gota de aleación haciéndolo fluir, siga aplicando la aleación calentando la zona de la unión para que esta fluya por toda la junta por capilaridad.
4. Para unir cobre con bronce o latón cubra el área de la unión con fundente y caliente con soplete hasta que el fundente se licúe, luego aplique la aleación.
5. Es muy importante que la junta esté bien cerrada, especialmente en uniones traslapadas de tuberías de cobre para garantizar uniones sin fugas.
6. Quite los residuos del fundente después que se enfríe la pieza o unión soldada.

## Presentación:

|                         |  |
|-------------------------|--|
| Varillas redondas de Øs | 1/16" (1.6mm), 3/32" (2.4mm), 1/8" (3.2mm) |
| Platina                 | 0.05" x 1/8" (1.3x3.2mm)                   |
| Longitudes              | 18" (457mm), 20" (508mm) y 500mm           |



**TECNOWELD**

Av. Guillermo Dansey 2050, Lima 01, Perú.  
T: (51-1) 336-8601 / (51-1) 336-8602. F: (51-1) 336-7141.  
ventas@tecnoweld.com.pe | www.tecnoweld.com.pe

## 7.4. Anexo 5: Cálculos justificativos

### Anexo 5.1: Cálculo de línea montante con tubería de 1"

Diámetro de tubería no aprobado, no cumple con la presión final mínima de 272mbar según NTP 111.011:2014.

**CALCULOS DE LA LINEA MONTANTE DE GNS**  
(RENOUARD CUADRÁTICA: 100mbar < Presión < 4bar)

| GABINETE                | Tramo    | # Inst. Dpt. | Factor Simul | Factor Diseño | Potencia (Kw) | Q <sub>60</sub> (m <sup>3</sup> /h.) | Lreal (m) | Codo 45° | Codo 90° | Tee 90° | Tee 180° | Lequiv. (m) | Ltotal (m) | D. nominal (pulg.) | D. interior (mm.) | P. inicial (mbar) | P. final (mbar) | Flujo del tramo | l vertical (m) | Aph (mbar) | Ap (mbar) | 4p      | Condiciones de validez: NTP 111.011 |           |                   |
|-------------------------|----------|--------------|--------------|---------------|---------------|--------------------------------------|-----------|----------|----------|---------|----------|-------------|------------|--------------------|-------------------|-------------------|-----------------|-----------------|----------------|------------|-----------|---------|-------------------------------------|-----------|-------------------|
|                         |          |              |              |               |               |                                      |           |          |          |         |          |             |            |                    |                   |                   |                 |                 |                |            |           |         | Reynolds < 2*10 <sup>6</sup>        | V ≤ 40m/s | P final ≥ 272mbar |
| MONTANTE HASTA 14° PISO | R6G1-T1  | 66           | 0.35         | 1.15          | 677.41        | 61.30                                | 0.83      | 0        | 1        | 0       | 0        | 0.76        | 1.59       | 1" Cu              | 26.04             | 340.00            | 335.305         | ascendente      | 0.00           | 0.000      | 4.695     | 2.354   | 52499.07                            | 23.97     |                   |
|                         | T1-T2    | 66           | 0.35         | 1.15          | 677.41        | 61.30                                | 28.79     | 0        | 8        | 0       | 1        | 6.60        | 35.39      | 1" Cu              | 26.04             | 335.31            | 126.244         | ascendente      | 0.65           | 0.033      | #####     | 2.354   | 52499.07                            | 26.08     |                   |
|                         | T2-T3    | 63           | 0.35         | 1.15          | 646.62        | 58.52                                | 2.85      | 0        | 0        | 0       | 1        | 0.52        | 3.37       | 1" Cu              | 26.04             | 226.24            | 216.382         | ascendente      | 2.85           | 0.144      | 10.005    | 2.247   | 50112.75                            | 25.10     |                   |
|                         | T3-T4    | 59           | 0.35         | 1.15          | 605.56        | 54.80                                | 2.85      | 0        | 0        | 0       | 1        | 0.52        | 3.37       | 1" Cu              | 26.04             | 216.38            | 207.579         | ascendente      | 2.85           | 0.144      | 8.947     | 2.105   | 46930.99                            | 23.67     |                   |
|                         | T4-T5    | 55           | 0.35         | 1.15          | 564.51        | 51.09                                | 2.85      | 0        | 0        | 0       | 1        | 0.52        | 3.37       | 1" Cu              | 26.04             | 207.58            | 199.507         | descendente     | 2.85           | -0.144     | 7.928     | 1.962   | 43749.22                            | 22.21     |                   |
|                         | T5-T6    | 50           | 0.35         | 1.15          | 513.19        | 46.44                                | 2.85      | 0        | 0        | 0       | 1        | 0.52        | 3.37       | 1" Cu              | 26.04             | 199.51            | 192.945         | ascendente      | 2.85           | 0.144      | 6.706     | 1.783   | 39772.02                            | 20.30     |                   |
|                         | T6-T7    | 45           | 0.40         | 1.15          | 527.85        | 47.77                                | 2.85      | 0        | 0        | 0       | 1        | 0.52        | 3.37       | 1" Cu              | 26.04             | 192.94            | 185.990         | ascendente      | 2.85           | 0.144      | 7.099     | 1.834   | 40908.37                            | 21.01     |                   |
|                         | T7-T8    | 40           | 0.40         | 1.15          | 469.2         | 42.46                                | 2.85      | 0        | 0        | 0       | 1        | 0.52        | 3.37       | 1" Cu              | 26.04             | 185.99            | 180.374         | ascendente      | 2.85           | 0.144      | 5.759     | 1.631   | 36362.99                            | 18.76     |                   |
|                         | T8-T9    | 35           | 0.40         | 1.15          | 410.55        | 37.15                                | 2.85      | 0        | 0        | 0       | 1        | 0.52        | 3.37       | 1" Cu              | 26.04             | 180.37            | 175.983         | ascendente      | 2.85           | 0.144      | 4.536     | 1.427   | 31817.62                            | 16.47     |                   |
|                         | T9-T10   | 30           | 0.40         | 1.15          | 351.9         | 31.85                                | 2.85      | 0        | 0        | 0       | 1        | 0.52        | 3.37       | 1" Cu              | 26.04             | 175.98            | 172.689         | ascendente      | 2.85           | 0.144      | 3.437     | 1.223   | 27272.24                            | 14.16     |                   |
|                         | T10-T11  | 25           | 0.40         | 1.15          | 293.25        | 26.54                                | 2.85      | 0        | 0        | 0       | 1        | 0.52        | 3.37       | 1" Cu              | 26.04             | 172.69            | 170.360         | ascendente      | 2.85           | 0.144      | 2.472     | 1.019   | 22726.87                            | 11.82     |                   |
|                         | T11-T12  | 20           | 0.40         | 1.15          | 234.6         | 21.23                                | 2.85      | 0        | 0        | 0       | 1        | 0.52        | 3.37       | 1" Cu              | 26.04             | 170.36            | 168.854         | ascendente      | 2.85           | 0.144      | 1.650     | 0.815   | 18181.50                            | 9.47      |                   |
|                         | T12-T13  | 15           | 0.40         | 1.15          | 175.95        | 15.92                                | 2.85      | 0        | 0        | 0       | 1        | 0.52        | 3.37       | 1" Cu              | 26.04             | 168.85            | 168.020         | ascendente      | 2.85           | 0.144      | 0.978     | 0.611   | 13636.12                            | 7.11      |                   |
|                         | T13-T14  | 10           | 0.45         | 1.15          | 131.96        | 11.94                                | 2.85      | 0        | 0        | 0       | 1        | 0.43        | 3.28       | 3/4" Cu            | 19.95             | 168.02            | 166.124         | ascendente      | 2.85           | 0.144      | 2.039     | 0.599   | 13349.05                            | 9.10      |                   |
| T14-CMx5                | 5        | 0.50         | 1.15         | 73.313        | 6.63          | 3.05                                 | 0         | 2        | 0        | 1       | 1.65     | 4.70        | 3/4" Cu    | 19.95              | 166.12            | 165.269           | ascendente      | 2.95            | 0.149          | 1.004      | 0.333     | 7416.14 | 5.06                                |           |                   |
| 13° PISO                | T14-CMx5 | 5            | 0.5          | 1.15          | 73.313        | 6.63                                 | 0.20      | 0        | 1        | 1       | 0        | 1.83        | 2.03       | 3/4" Cu            | 19.95             | 166.12            | 165.70          | ascendente      | 0.10           | 0.005      | 0.433     | 0.333   | 7416.14                             | 5.06      | 165.70            |
|                         | T13-CMx5 | 5            | 0.5          | 1.15          | 73.313        | 6.63                                 | 0.20      | 0        | 1        | 1       | 0        | 1.83        | 2.03       | 3/4" Cu            | 19.95             | 168.02            | 167.59          | ascendente      | 0.10           | 0.005      | 0.433     | 0.333   | 7416.14                             | 5.05      | 167.59            |
| 12° PISO                | T12-CMx5 | 5            | 0.5          | 1.15          | 73.313        | 6.63                                 | 0.20      | 0        | 1        | 1       | 0        | 1.83        | 2.03       | 3/4" Cu            | 19.95             | 168.854           | 168.427         | ascendente      | 0.10           | 0.005      | 0.432     | 0.333   | 7416.14                             | 5.04      | 168.43            |
|                         | T11-CMx5 | 5            | 0.5          | 1.15          | 73.313        | 6.63                                 | 0.20      | 0        | 1        | 1       | 0        | 1.83        | 2.03       | 3/4" Cu            | 19.95             | 170.360           | 169.934         | ascendente      | 0.10           | 0.005      | 0.432     | 0.333   | 7416.14                             | 5.04      | 169.93            |
| 10° PISO                | T10-CMx5 | 5            | 0.5          | 1.15          | 73.313        | 6.63                                 | 0.20      | 0        | 1        | 1       | 0        | 1.83        | 2.03       | 3/4" Cu            | 19.95             | 172.689           | 172.263         | ascendente      | 0.10           | 0.005      | 0.431     | 0.333   | 7416.14                             | 5.03      | 172.26            |
|                         | T9-CMx5  | 5            | 0.5          | 1.15          | 73.313        | 6.63                                 | 0.20      | 0        | 1        | 1       | 0        | 1.83        | 2.03       | 3/4" Cu            | 19.95             | 175.983           | 175.558         | ascendente      | 0.10           | 0.005      | 0.430     | 0.333   | 7416.14                             | 5.01      | 175.56            |
| 8° PISO                 | T8-CMx5  | 5            | 0.5          | 1.15          | 73.313        | 6.63                                 | 0.20      | 0        | 1        | 1       | 0        | 1.83        | 2.03       | 3/4" Cu            | 19.95             | 180.374           | 179.951         | ascendente      | 0.10           | 0.005      | 0.428     | 0.333   | 7416.14                             | 5.00      | 179.95            |
|                         | T7-CMx5  | 5            | 0.5          | 1.15          | 73.313        | 6.63                                 | 0.20      | 0        | 1        | 1       | 0        | 1.83        | 2.03       | 3/4" Cu            | 19.95             | 185.990           | 185.569         | ascendente      | 0.10           | 0.005      | 0.426     | 0.333   | 7416.14                             | 4.97      | 185.57            |
| 6° PISO                 | T6-CMx5  | 5            | 0.5          | 1.15          | 73.313        | 6.63                                 | 0.20      | 0        | 1        | 1       | 0        | 1.83        | 2.03       | 3/4" Cu            | 19.95             | 192.945           | 192.526         | ascendente      | 0.10           | 0.005      | 0.424     | 0.333   | 7416.14                             | 4.94      | 192.53            |
|                         | T5-CMx5  | 5            | 0.5          | 1.15          | 73.313        | 6.63                                 | 0.20      | 0        | 1        | 1       | 0        | 1.83        | 2.03       | 3/4" Cu            | 19.95             | 199.507           | 199.091         | ascendente      | 0.10           | 0.005      | 0.422     | 0.333   | 7416.14                             | 4.92      | 199.09            |
| 4° PISO                 | T4-CMx4  | 4            | 0.55         | 1.15          | 64.515        | 5.84                                 | 0.20      | 0        | 1        | 1       | 0        | 1.83        | 2.03       | 3/4" Cu            | 19.95             | 207.579           | 207.252         | ascendente      | 0.10           | 0.005      | 0.332     | 0.293   | 6526.20                             | 4.30      | 207.25            |
|                         | T3-CMx4  | 4            | 0.55         | 1.15          | 64.515        | 5.84                                 | 0.20      | 0        | 1        | 1       | 0        | 1.83        | 2.03       | 3/4" Cu            | 19.95             | 216.382           | 216.058         | ascendente      | 0.10           | 0.005      | 0.329     | 0.293   | 6526.20                             | 4.27      | 216.06            |
| 2° PISO                 | T2-CMx3  | 3            | 0.6          | 1.15          | 52.785        | 4.78                                 | 0.20      | 0        | 1        | 1       | 0        | 1.83        | 2.03       | 3/4" Cu            | 19.95             | 226.244           | 226.022         | ascendente      | 0.10           | 0.005      | 0.227     | 0.239   | 5339.62                             | 3.46      | 226.02            |
|                         | T1-CMx3  | 3            | 0.6          | 1.15          | 52.785        | 4.78                                 | 0.20      | 0        | 1        | 1       | 0        | 1.83        | 2.03       | 3/4" Cu            | 19.95             | 226.244           | 226.022         | ascendente      | 0.10           | 0.005      | 0.227     | 0.239   | 5339.62                             | 3.46      | 226.02            |

## Anexo 5. 2: Cálculo de línea montante con tubería de 1.1/4"

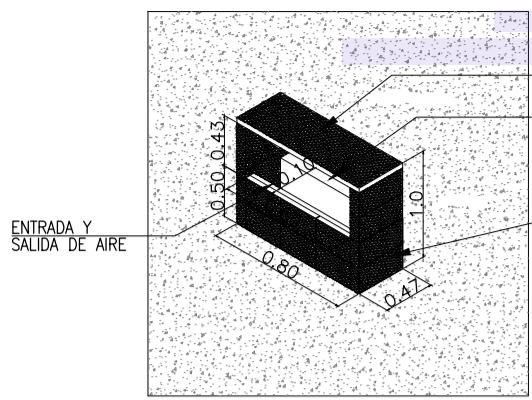
Diámetro de tubería no aprobado, no cumple con la presión final mínima de 272mbar según NTP 111.011:2014.

### CALCULOS DE LA LINEA MONTANTE DE GNS

(RENOUARD CUADRATICA: 100mbar < Presión <= 4bar)

| GABINETE                | Tramo     | # inst. Dpt. | Factor Simul | Factor Diseño | Potencia (kw) | Q <sub>des</sub> (m <sup>3</sup> /h) | Lreal (m) | Codo 45° | Codo 90° | Tee 90° | Tee 180° | Lequiv. (m) | L total | D. nominal (pulg) | D. interior (mm.) | PInicial (mbar) | Pfinal (mbar) | Flujo del tramo | Lvertical (m) | Aph (mbar) | Ap (mbar) | Condiciones de validez "NTP 111.011" |                              |           |
|-------------------------|-----------|--------------|--------------|---------------|---------------|--------------------------------------|-----------|----------|----------|---------|----------|-------------|---------|-------------------|-------------------|-----------------|---------------|-----------------|---------------|------------|-----------|--------------------------------------|------------------------------|-----------|
|                         |           |              |              |               |               |                                      |           |          |          |         |          |             |         |                   |                   |                 |               |                 |               |            |           | Q/D < 150                            | Reynolds < 2*10 <sup>6</sup> | V ≤ 40m/s |
| MONTANTE HASTA 14° PISO | REG1 - T1 | 66           | 0.35         | 1.15          | 677.41        | 61.30                                | 0.83      | 0        | 1        | 0       | 0        | 1.07        | 1.90    | 1.1/4"-Cu         | 32.13             | 340.00          | 337.96        | ascendente      | 0.00          | 0.000      | 2.035     | 1.908                                | 42548.27                     | 15.71     |
|                         | T1 - T2   | 66           | 0.35         | 1.15          | 677.41        | 61.30                                | 28.79     | 0        | 8        | 0       | 0        | 9.26        | 38.05   | 1.1/4"-Cu         | 32.13             | 337.96          | 296.571       | ascendente      | 0.65          | 0.033      | 41.426    | 1.908                                | 42548.27                     | 16.21     |
|                         | T2 - T3   | 63           | 0.35         | 1.15          | 646.62        | 58.52                                | 2.85      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0.52        | 3.37    | 1"-Cu             | 26.04             | 296.57          | 287.251       | ascendente      | 2.85          | 0.144      | 9.464     | 2.247                                | 50112.75                     | 23.73     |
|                         | T3 - T4   | 59           | 0.35         | 1.15          | 605.56        | 54.80                                | 2.85      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0.52        | 3.37    | 1"-Cu             | 26.04             | 287.25          | 278.938       | ascendente      | 2.85          | 0.144      | 8.456     | 2.105                                | 46930.99                     | 22.36     |
|                         | T4 - T5   | 55           | 0.35         | 1.15          | 564.51        | 51.09                                | 2.85      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0.52        | 3.37    | 1"-Cu             | 26.04             | 278.94          | 271.308       | descendente     | 2.85          | -0.144     | 7.487     | 1.962                                | 43749.22                     | 20.97     |
|                         | T5 - T6   | 50           | 0.35         | 1.15          | 513.19        | 46.44                                | 2.85      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0.52        | 3.37    | 1"-Cu             | 26.04             | 271.31          | 265.122       | ascendente      | 2.85          | 0.144      | 6.329     | 1.783                                | 39772.02                     | 19.16     |
|                         | T6 - T7   | 45           | 0.40         | 1.15          | 527.85        | 47.77                                | 2.85      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0.52        | 3.37    | 1"-Cu             | 26.04             | 265.12          | 258.570       | ascendente      | 2.85          | 0.144      | 6.696     | 1.834                                | 40908.37                     | 19.81     |
|                         | T7 - T8   | 40           | 0.40         | 1.15          | 469.2         | 42.46                                | 2.85      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0.52        | 3.37    | 1"-Cu             | 26.04             | 258.57          | 253.285       | ascendente      | 2.85          | 0.144      | 5.429     | 1.631                                | 36362.99                     | 17.68     |
|                         | T8 - T9   | 35           | 0.40         | 1.15          | 410.55        | 37.15                                | 2.85      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0.52        | 3.37    | 1"-Cu             | 26.04             | 253.28          | 249.155       | ascendente      | 2.85          | 0.144      | 4.274     | 1.427                                | 31817.62                     | 15.52     |
|                         | T9 - T10  | 30           | 0.40         | 1.15          | 351.9         | 31.85                                | 2.85      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0.52        | 3.37    | 1"-Cu             | 26.04             | 249.16          | 246.061       | ascendente      | 2.85          | 0.144      | 3.237     | 1.223                                | 27272.24                     | 13.34     |
|                         | T10 - T11 | 25           | 0.40         | 1.15          | 293.25        | 26.54                                | 2.85      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0.52        | 3.37    | 1"-Cu             | 26.04             | 246.06          | 243.877       | ascendente      | 2.85          | 0.144      | 2.328     | 1.019                                | 22726.87                     | 11.13     |
|                         | T11 - T12 | 20           | 0.40         | 1.15          | 234.6         | 21.23                                | 2.85      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0.52        | 3.37    | 1"-Cu             | 26.04             | 243.88          | 242.468       | ascendente      | 2.85          | 0.144      | 1.553     | 0.815                                | 18181.50                     | 8.92      |
|                         | T12 - T13 | 15           | 0.40         | 1.15          | 175.95        | 15.92                                | 2.85      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0.52        | 3.37    | 1"-Cu             | 26.04             | 242.47          | 241.690       | ascendente      | 2.85          | 0.144      | 0.921     | 0.611                                | 13636.12                     | 6.69      |
|                         | T13 - T14 | 10           | 0.45         | 1.15          | 131.96        | 11.94                                | 2.85      | 0        | 0        | 0       | 0        | 0.43        | 3.28    | 3/4"-Cu           | 19.95             | 241.69          | 239.915       | ascendente      | 2.85          | 0.144      | 1.919     | 0.599                                | 13349.05                     | 8.56      |
| T14 - CMx5              | 5         | 0.50         | 1.15         | 73.313        | 6.63          | 3.05                                 | 0         | 2        | 0        | 1       | 1.65     | 4.70        | 3/4"-Cu | 19.95             | 239.91            | 239.119         | ascendente    | 2.95            | 0.149         | 0.945      | 0.333     | 7416.14                              | 4.76                         |           |
|                         |           |              |              |               |               |                                      |           |          |          |         |          |             |         |                   |                   |                 |               |                 |               |            |           |                                      |                              |           |
| 13° PISO                |           |              |              |               |               |                                      |           |          |          |         |          |             |         |                   |                   |                 |               |                 |               |            |           |                                      |                              |           |
|                         |           |              |              |               |               |                                      |           |          |          |         |          |             |         |                   |                   |                 |               |                 |               |            |           |                                      |                              |           |
| 12° PISO                |           |              |              |               |               |                                      |           |          |          |         |          |             |         |                   |                   |                 |               |                 |               |            |           |                                      |                              |           |
|                         |           |              |              |               |               |                                      |           |          |          |         |          |             |         |                   |                   |                 |               |                 |               |            |           |                                      |                              |           |
| 11° PISO                |           |              |              |               |               |                                      |           |          |          |         |          |             |         |                   |                   |                 |               |                 |               |            |           |                                      |                              |           |
|                         |           |              |              |               |               |                                      |           |          |          |         |          |             |         |                   |                   |                 |               |                 |               |            |           |                                      |                              |           |
| 10° PISO                |           |              |              |               |               |                                      |           |          |          |         |          |             |         |                   |                   |                 |               |                 |               |            |           |                                      |                              |           |
|                         |           |              |              |               |               |                                      |           |          |          |         |          |             |         |                   |                   |                 |               |                 |               |            |           |                                      |                              |           |
| 9° PISO                 |           |              |              |               |               |                                      |           |          |          |         |          |             |         |                   |                   |                 |               |                 |               |            |           |                                      |                              |           |
|                         |           |              |              |               |               |                                      |           |          |          |         |          |             |         |                   |                   |                 |               |                 |               |            |           |                                      |                              |           |
| 8° PISO                 |           |              |              |               |               |                                      |           |          |          |         |          |             |         |                   |                   |                 |               |                 |               |            |           |                                      |                              |           |
|                         |           |              |              |               |               |                                      |           |          |          |         |          |             |         |                   |                   |                 |               |                 |               |            |           |                                      |                              |           |
| 7° PISO                 |           |              |              |               |               |                                      |           |          |          |         |          |             |         |                   |                   |                 |               |                 |               |            |           |                                      |                              |           |
|                         |           |              |              |               |               |                                      |           |          |          |         |          |             |         |                   |                   |                 |               |                 |               |            |           |                                      |                              |           |
| 6° PISO                 |           |              |              |               |               |                                      |           |          |          |         |          |             |         |                   |                   |                 |               |                 |               |            |           |                                      |                              |           |
|                         |           |              |              |               |               |                                      |           |          |          |         |          |             |         |                   |                   |                 |               |                 |               |            |           |                                      |                              |           |
| 5° PISO                 |           |              |              |               |               |                                      |           |          |          |         |          |             |         |                   |                   |                 |               |                 |               |            |           |                                      |                              |           |
|                         |           |              |              |               |               |                                      |           |          |          |         |          |             |         |                   |                   |                 |               |                 |               |            |           |                                      |                              |           |
| 4° PISO                 |           |              |              |               |               |                                      |           |          |          |         |          |             |         |                   |                   |                 |               |                 |               |            |           |                                      |                              |           |
|                         |           |              |              |               |               |                                      |           |          |          |         |          |             |         |                   |                   |                 |               |                 |               |            |           |                                      |                              |           |
| 3° PISO                 |           |              |              |               |               |                                      |           |          |          |         |          |             |         |                   |                   |                 |               |                 |               |            |           |                                      |                              |           |
|                         |           |              |              |               |               |                                      |           |          |          |         |          |             |         |                   |                   |                 |               |                 |               |            |           |                                      |                              |           |
| 2° PISO                 |           |              |              |               |               |                                      |           |          |          |         |          |             |         |                   |                   |                 |               |                 |               |            |           |                                      |                              |           |
|                         |           |              |              |               |               |                                      |           |          |          |         |          |             |         |                   |                   |                 |               |                 |               |            |           |                                      |                              |           |
| 1° PISO                 |           |              |              |               |               |                                      |           |          |          |         |          |             |         |                   |                   |                 |               |                 |               |            |           |                                      |                              |           |
|                         |           |              |              |               |               |                                      |           |          |          |         |          |             |         |                   |                   |                 |               |                 |               |            |           |                                      |                              |           |

## **7.5. Anexo 6: Planos**



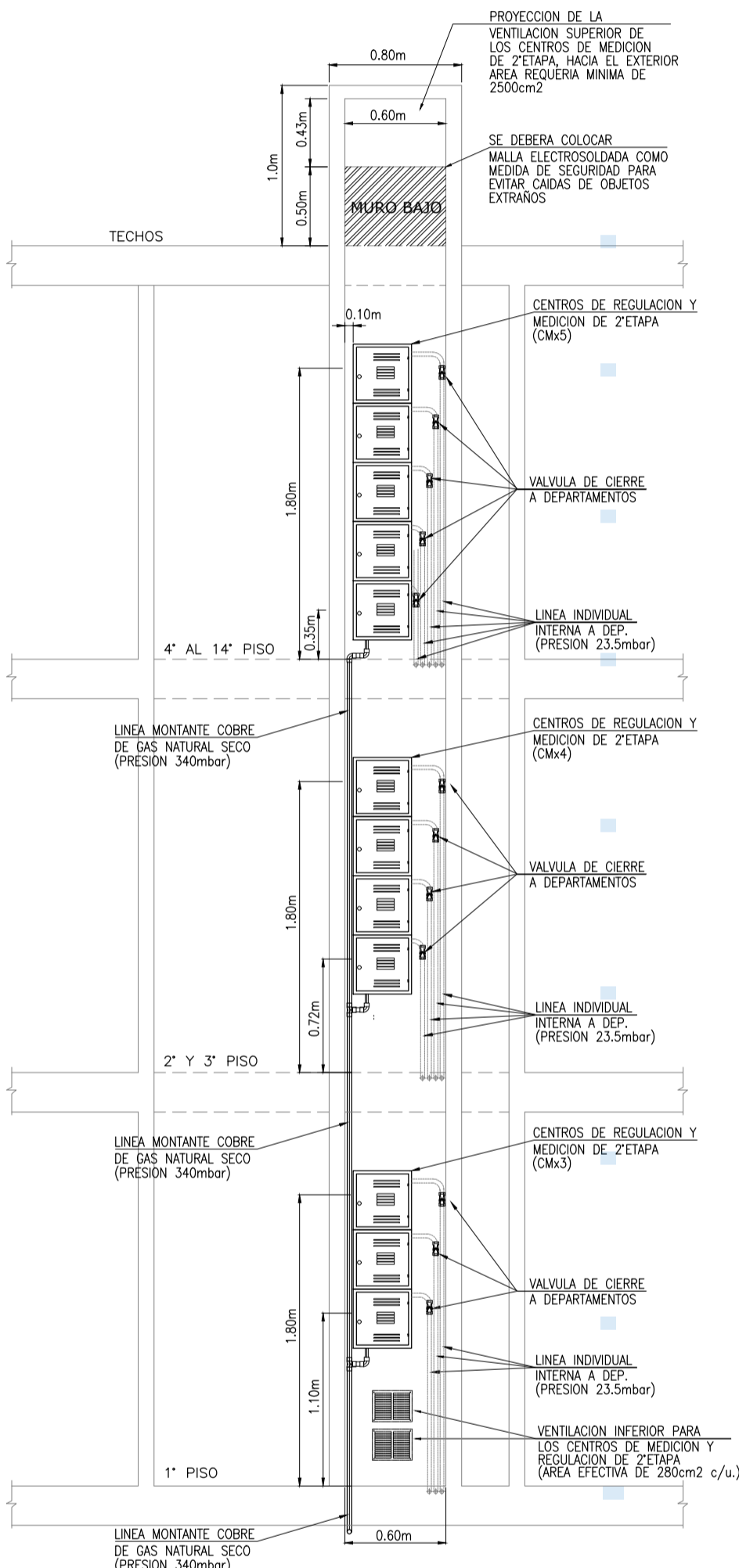
DETALLE CONDUCTO TECNICO EN TECHO DEL EDIFICIO S./E.

**NORMA TECNICA PERUANA NTP 111.011, AÑO 2014**

NORMA TECNICA PERUANA NTP 111.011 34 de 67

16.10 La distancia mínima horizontal entre la acomoda eléctrica y la tubería de gas natural que ingresa a la caja de protección será de 50 cm. La distancia mínima horizontal entre la tubería de gas natural que sale de la caja de protección y acomoda eléctrica así como aquellas instalaciones eléctricas que puedan producir chispas tales como interruptores, tomacorrientes, entre otros será de 15 cm. Las mediciones se realizarán tomando como referencia las superficies externas de las tuberías y/o instalaciones eléctricas. En caso que la caja de protección de gas natural y la caja de medición de electricidad se encuentren en el mismo plano y nivel, se mantendrá una distancia de 15 cm.

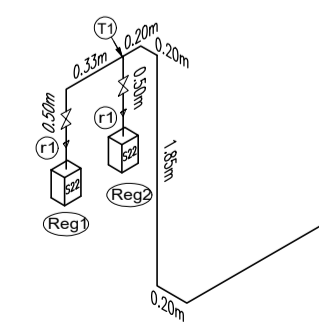
NOTA: LOS DUCTOS TECNICOS, DONDE SE UBICAN LOS CENTROS DE MEDICION DE MEDICION DE 2ª ETAPA, DEBERAN CUMPLIR LOS REQUERIMIENTOS ESTABLECIDOS SEGUN LA NTP 111.011:2014-ANEXO G



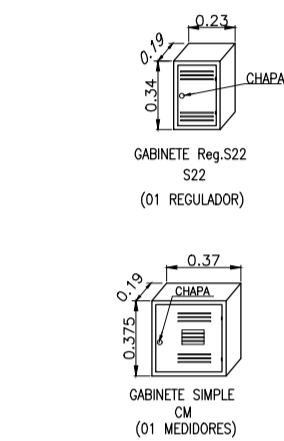
CORTE Z-Z

DETALLE DE DISTRIBUCION DE LOS CENTROS DE REGULACION DE 2ª ETAPA Y MEDICION "CENTRALIZADO POR PISO" ESC.: 1/75

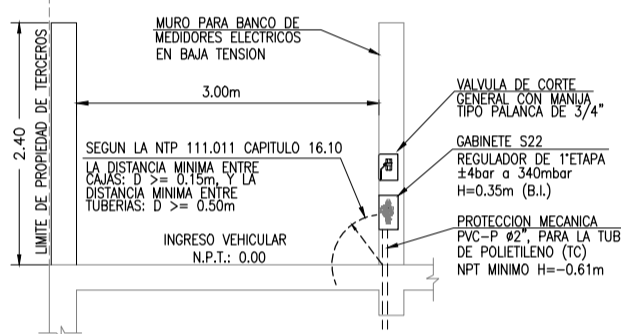
**PRIMER PISO INGRESO ESTACIONAMIENTO**



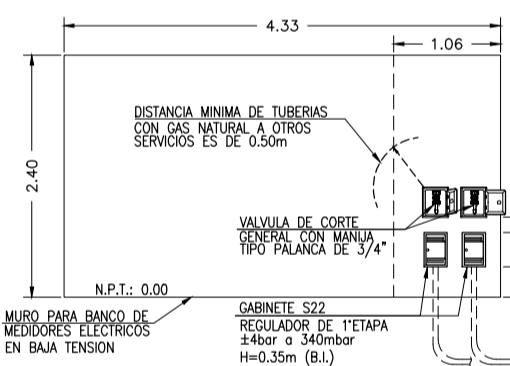
LÍNEA MONTANTE VISTA ISOMETRICA DEL SÓTANO 1, 1º AL 14º PISO S./E.



DETALLE DE GABINETES DE CENTRO DE REGULACION Y MEDICION S./E.

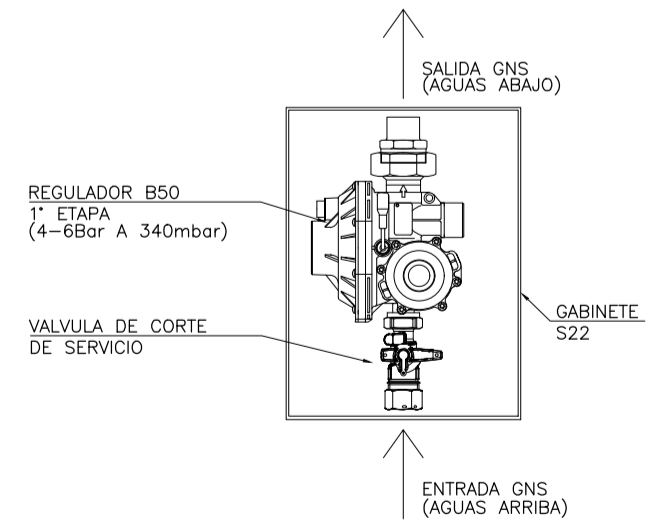
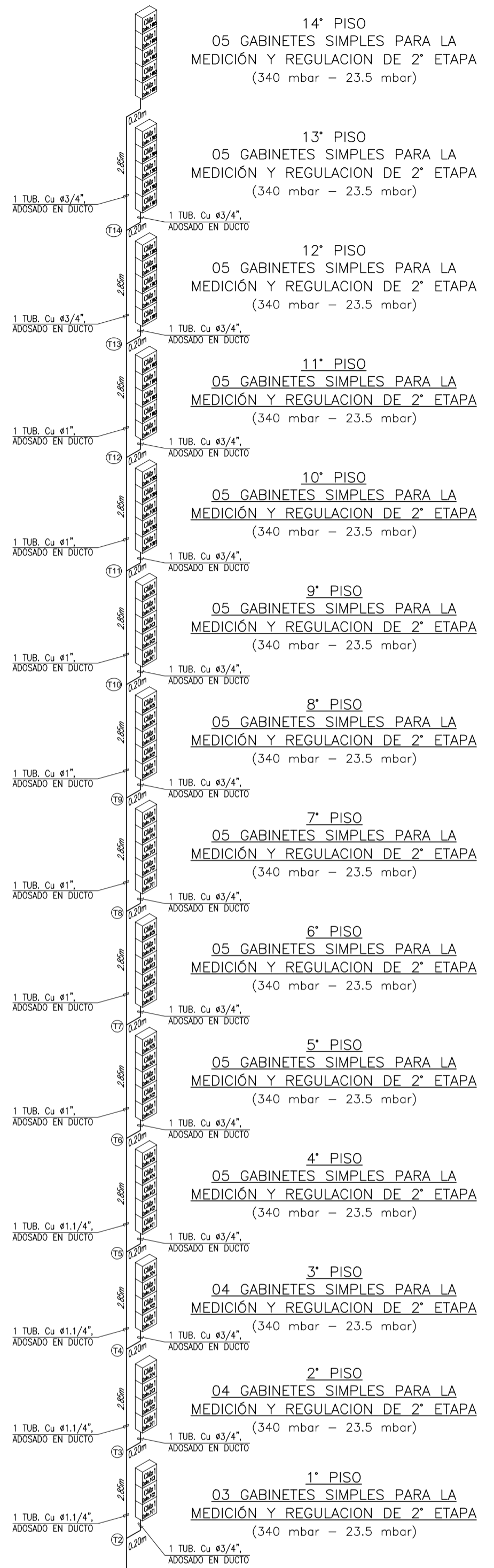


CORTE Y-Y



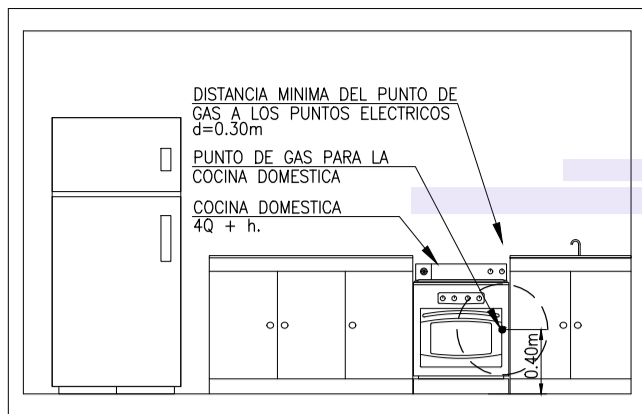
CORTE X-X

UBICACION DE CENTRO DE REGULACION DE 1ª ETAPA ESC.: 1/75

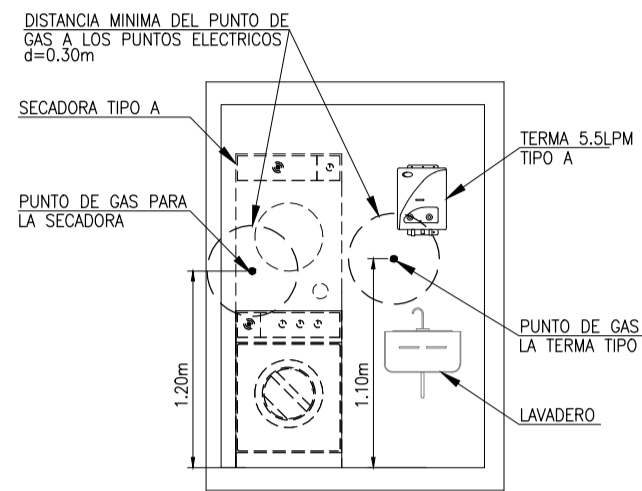


DETALLE REFERENCIAL DE REGULACION DE 1ª ETAPA EN GABINETE S22 S./E.

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
| <p>UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR<br/>FACULTA DE INGENIERÍA Y GESTIÓN<br/>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA</p> |  | LÁMINA   |  |
| <p>PLANO: TOPOLOGÍA 1<br/>VISTA ISOMETRICA DE LA LÍNEA MONTANTE.<br/>CORTES Y DETALLES</p>   |  | <p><b>IG-01</b></p>  |  |
| <p>DESARROLLADO POR:<br/>1. Bach. Rudy Jesus Capa Ilizarbe<br/>2. Bach. José Jean Franco Ramos Rupay</p>   |  | <p>FECHA: Diciembre 2023<br/>ESCALA: 1/75</p>                  |  |
| <p>PROYECTO: EDIFICIO MULTIFAMILIAR SIENA<br/>UBICACION: DISTRITO DE LA VICTORIA - LIMA</p>  |  | <p>DE: 06<br/>ESPECIALIDAD: INSTALACIONES MECANICAS DE GNS</p> |  |

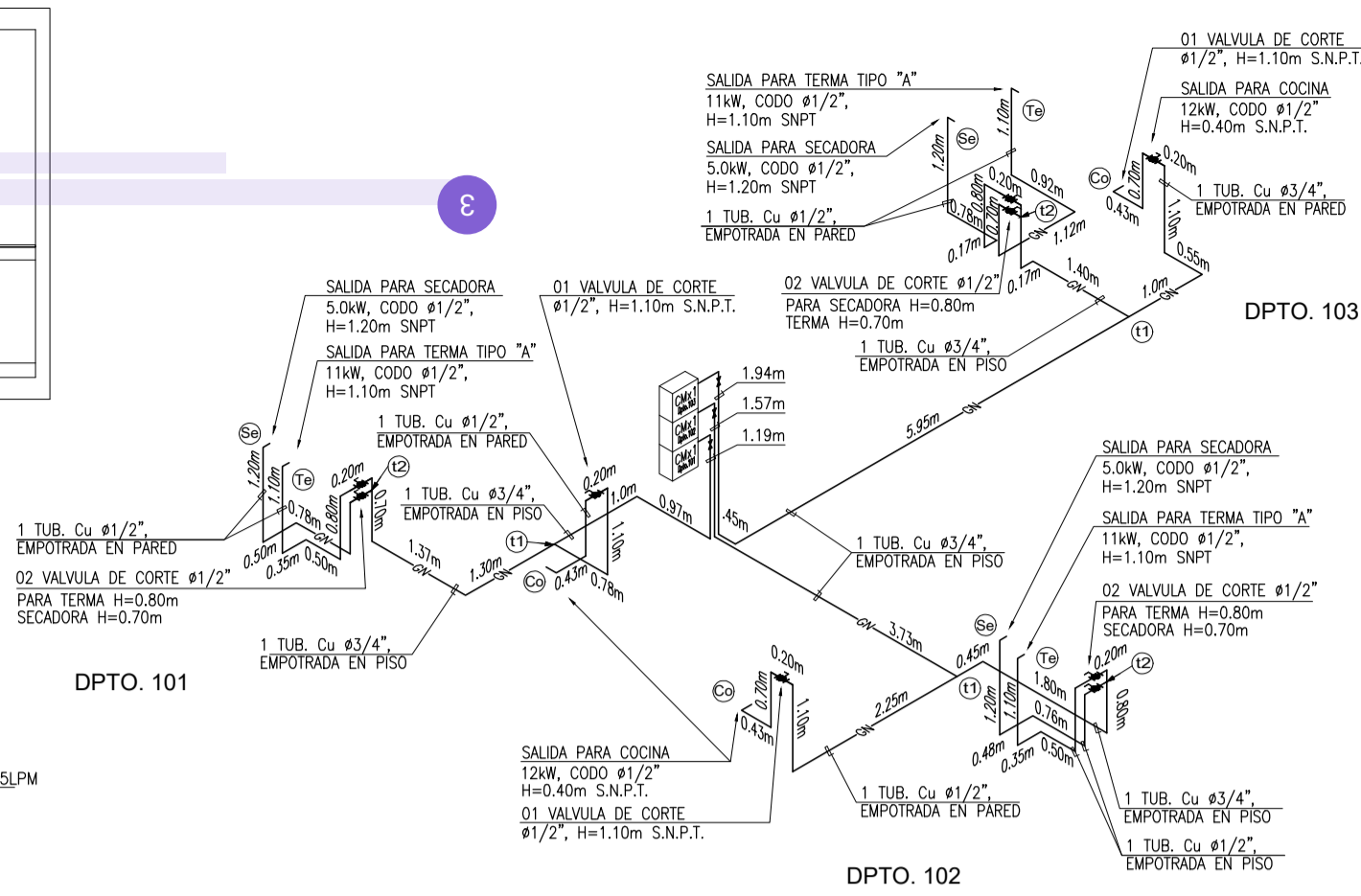


AMBIENTE COCINA

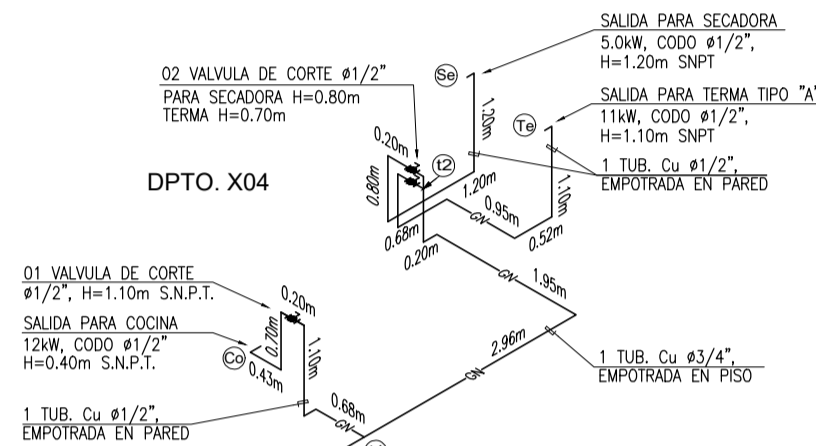


AMBIENTE LAVANDERIA

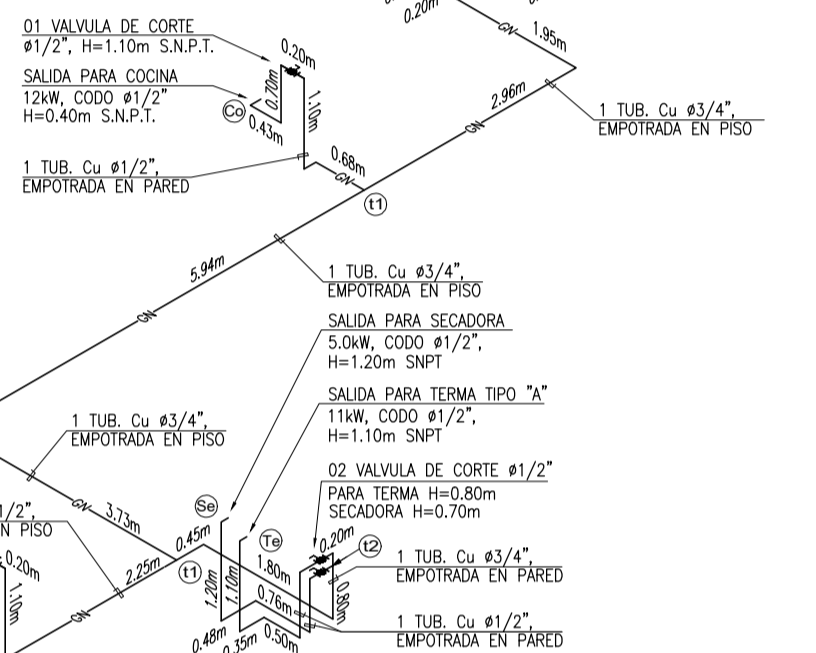
DETALLE REFERENCIAL DE UBICACION DEL PUNTO DE GAS PARA GAS DOMESTICOS TIPO A S./E.



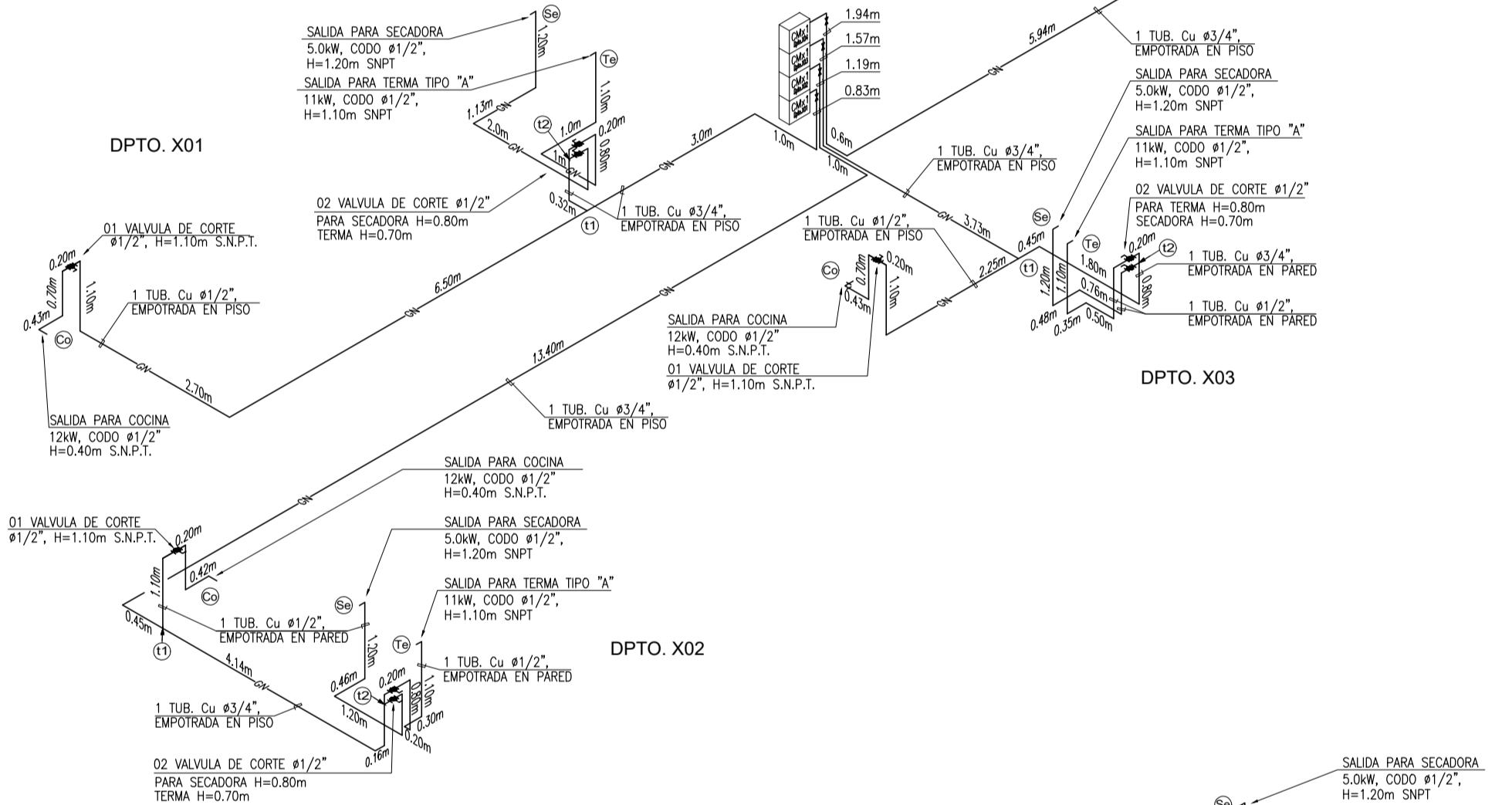
LINEA INDIVIDUAL - VISTA ISOMETRICA PARA LOS DEPARTAMENTOS DEL 1° PISO 101, 102 Y 103 S./E.



DPTO. X04

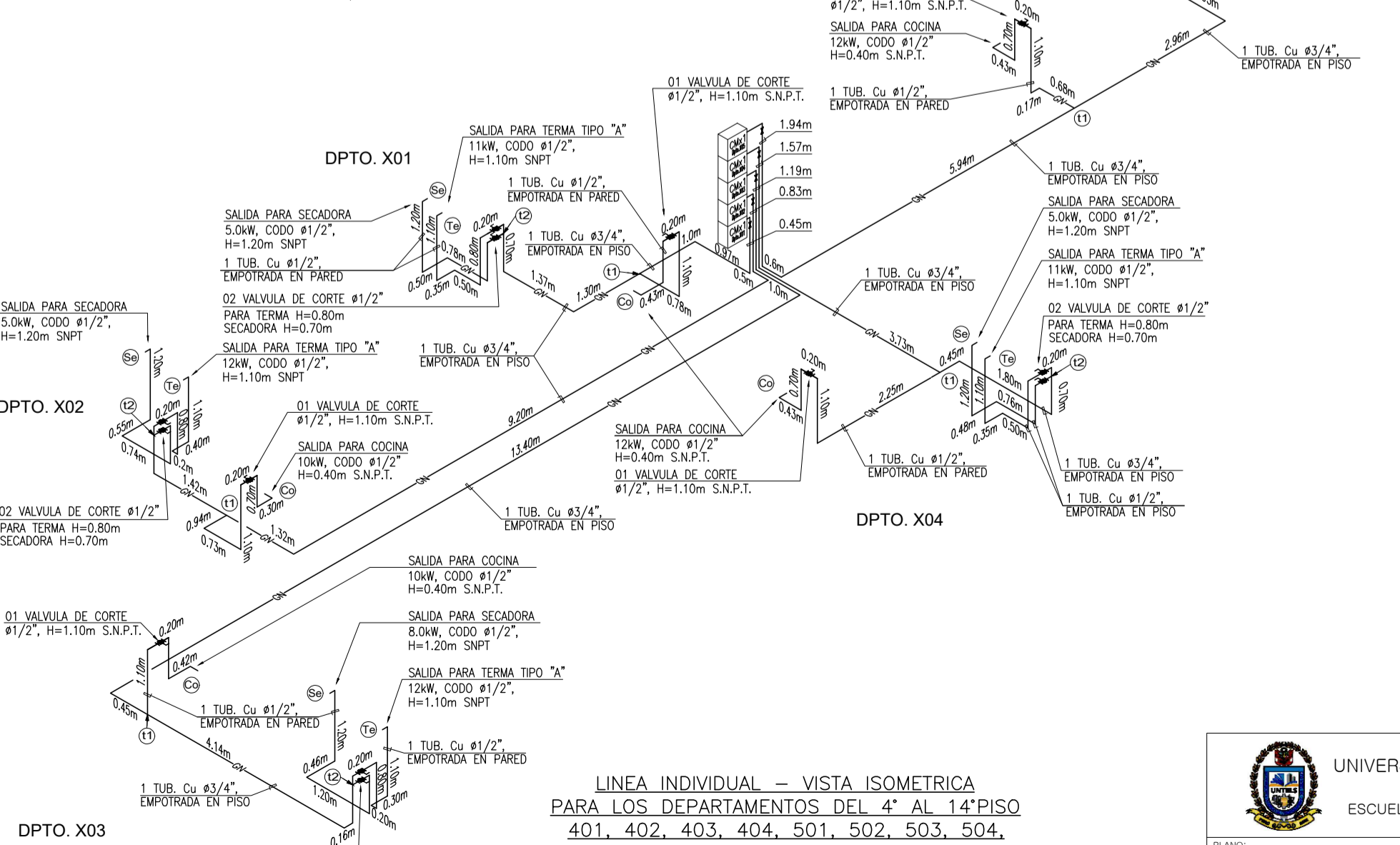


DPTO. X03



DPTO. X01

LINEA INDIVIDUAL - VISTA ISOMETRICA PARA LOS DEPARTAMENTOS DEL 2° Y 3° PISO 201, 202, 203, 204, 301, 302, 303 Y 304 S./E.



DPTO. X04

DPTO. X03

LINEA INDIVIDUAL - VISTA ISOMETRICA PARA LOS DEPARTAMENTOS DEL 4° AL 14° PISO 401, 402, 403, 404, 501, 502, 503, 504, 601, 602, 603, 604, 605, 701, 702, 703, 704, 705, 801, 802, 803, 804, 805, 901, 902, 903, 904, 905, 1001, 1002, 1003, 1004, 1005, 1101, 1102, 1103, 1104, 1105, 1201, 1202, 1203, 1204, 1205, 1301, 1302, 1303, 1304, 1305, 1401, 1402, 1403, 1404 Y 1405. S./E.

ESPECIFICACIONES TECNICAS GAS NATURAL

LA INSTALACION DE LA LINEA MONTANTE SE REALIZO CON TUBERIA DE COBRE TIPO L DE Ø1/2" Y Ø3/4" (SIN COSTURA) Y LA LINEA INTERNA INDIVIDUAL CON TUBERIA COBRE TIPO L DE Ø1/2" Y Ø3/4". LA LINEA MONTANTE SE INSTALO A LA VISTA Y EMPOTRADA POR PISO E PARED, DONDE LOS TRAMOS EMPOTRADOS TENDRAN UNA PROTECCION MECANICA DE PVC. LA LINEA MONTANTE ESTÁ DISEÑADA PARA SUMINISTRAR EL CAUDAL NECESARIO DE GAS PARA EL TOTAL DE DEPARTAMENTOS. LA LINEA INTERNA INDIVIDUAL SE ENCUENTRA RECORRIENDO EMPOTRADA POR PISO Y PARED. SE INSTALAN VENTILACIONES INFERIORES Y SUPERIORES AL EXTERIOR CON UN AREA REQUERIDA MINIMA DE 280 cm<sup>2</sup>. LA LINEA MONTANTE Y LINEA INTERNA INDIVIDUAL ESTÁN INSTALADOS, CUMPLIENDO LAS SIGUIENTES DISTANCIA CON OTROS TIPOS DE TUBERIA:

| TUBERIA DE OTROS SERVICIOS | CURSO PARALELO | CRUCE |
|----------------------------|----------------|-------|
| conducción agua caliente   | 3cm            | 1cm   |
| conducción electrica       | 3cm            | 1cm   |
| conducción de vapor        | 5cm            | 5cm   |
| chimeneas                  | 5cm            | 5cm   |

UNIONES

LA LINEA MONTANTE SE UNIO APLICANDO SOLDADURA FUERTE POR CAPILARIDAD LA LINEA INDIVIDUAL SE UNIO APLICANDO SOLDADURA FUERTE POR CAPILARIDAD

VALVULAS

LAS VALVULAS DE CORTE SON DE CIERRE RAPIDO DE 1/4 DE VUELTA CON TOPE. LAS VALVULAS DE CORTE Y DE SERVICIO TIENEN UNA CLASIFICACION DE RESISTENCIA DE 10bar.

SEGURIDAD

FINALIZADO LA CONSTRUCCION DE TODA LA INSTALACION SE REALIZO LA PRUEBA DE HERMETICIDAD CORRESPONDIENTE A LA LINEA MONTANTE Y LA LINEA INDIVIDUAL INTERNA. LAS SALIDAS SE ENCUENTRAN PROVISTAS DE TAPONES QUE PROPORCIONAN LA HERMETICIDAD. TODA SALIDA DE GAS y/o VALVULA SE ENCUENTRA EN UN RADIO MIN. DE 0.30cm DE CUALQUIER PUNTO ELECTRICO. LA PRUEBA DE HERMETICIDAD PROPORCIONA LOS RESULTADOS SATISFATORIOS DE LA TABLA SIGUIENTE:

| Linea              | Presión de Operación en la tubería                                      | Presión mínima de ensayo       |                               | Tiempo mínimo de ensayo |           |
|--------------------|---|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------|-----------|
|                    |   | COBRE                          | PE-AL-PE                      | COBRE                   | PE-AL-PE  |
| INDIVIDUAL INTERNA | P ≤ 13.8 kPa<br>P ≤ 2 psig<br>P ≤ 136 mbar                              | 55.2 kPa<br>8 psig<br>544 mbar | 82 kPa<br>12 psig<br>827 mbar | 10 minutos              | 5 minutos |
| MONTANTE           | 13.8kPa < P ≤ 34.5kPa<br>2.0psig < P ≤ 5.0psig<br>138mbar < P ≤ 340mbar | 207 kPa<br>30 psig<br>2.1 bar  |                               | 1 hora                  |           |

\* Concluida la prueba de hermeticidad satisfactoriamente se entregará un acta de conformidad.

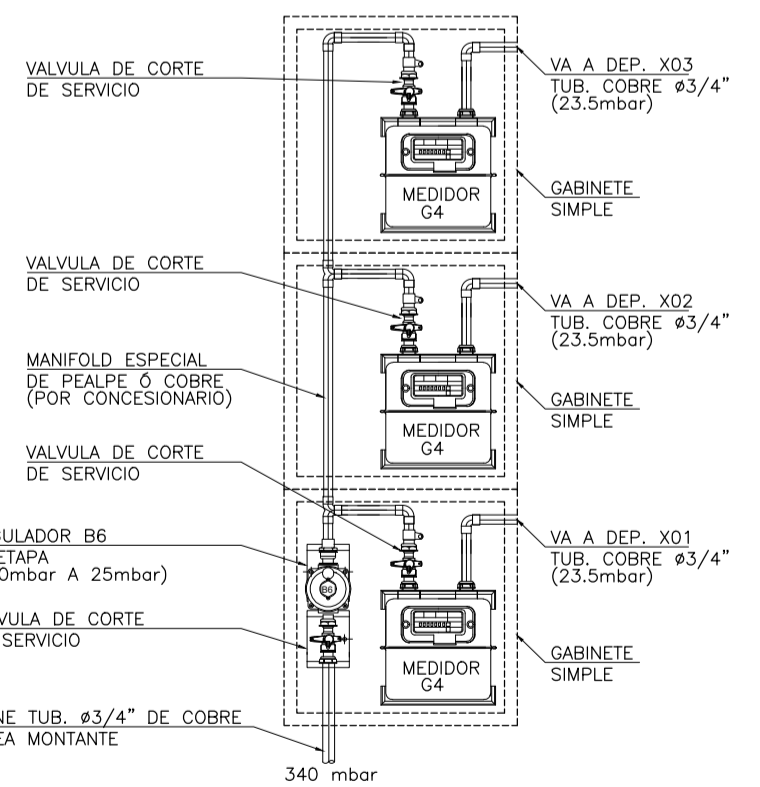
CONSIDERACIONES GENERALES PARA EL DIMENSIONAMIENTO DE TUBERIAS

LA INSTALACION ESTARÁ DIMENSIONADA PARA CONDUCIR EL CAUDAL REQUERIDO POR LOS EQUIPOS DE CONSUMO EN EL MOMENTO DE MÁXIMA DEMANDA (COCINA, TERMA Y SECADORA). LOS ELEMENTOS A SER INSTALADOS DESPUÉS DE LA INSTALACION INTERNA GARANTIZA LAS CONDICIONES DE PRESION Y CAUDAL REQUERIDAS POR LOS ARTEFACTOS A GAS NATURAL. LA PRESION DE USO PARA ARTEFACTOS A GAS NATURAL PARA USO RESIDENCIAL DEBERÁ TENER UNA PRESION MINIMA DE 17 mbar Y UNA PRESION MÁXIMA DE 25 mbar. LAS DIMENSIONES DE LAS TUBERIAS ESTARÁN EN FUNCION DE LOS SIGUIENTES VALORES:

- MÁXIMA CANTIDAD DE GAS NATURAL SECO PROYECTADA POR CADA DEPARTAMENTO PARA LOS EQUIPOS DE CONSUMO Y TODO EL EDIFICIO ES:  
2.31 m<sup>3</sup>/h  
53.31 m<sup>3</sup>/h
- LOS CÁLCULOS Y DIMENSIONAMIENTO DE LA INSTALACION INTERNA GARANTIZA LAS CONDICIONES DE PRESION Y CAUDAL REQUERIDAS POR LOS ARTEFACTOS A GAS NATURAL. LA PRESION DE USO PARA ARTEFACTOS A GAS NATURAL PARA USO RESIDENCIAL DEBERÁ TENER UNA PRESION MINIMA DE 17 mbar Y UNA PRESION MÁXIMA DE 25 mbar.
- VELOCIDAD PERMISIBLE DEL GAS NO SERÁ MAYOR PARA BAJA PRESION Y MEDIA PRESION A, DE 40 m/sq.
- PARA EL DIMENSIONAMIENTO DE LAS TUBERIAS SE UTILIZARAN LAS FORMULAS DE RENOUARD EN BAJA Y MEDIA PRESION RESPECTIVAMENTE.
- PARA EL CÁLCULO DE LA VENTILACION SE HA CONSIDERADO LOS METODOS DE VENTILACION PARA ESPACIOS CONFINADOS SEGUN ENR EN 040:2018 EN EL PUNTO DE COMUNICACION CON EL EXTERIOR A TRAVES DE DOS ABERTURAS. SE UTILIZAN DOS ABERTURAS PERMANENTES, UNA SUPERIOR Y UNA INFERIOR, CADA UNA CON UN AREA LIBRE OBTENIDA DE MULTIPLICAR 6cm<sup>2</sup> POR CADA Kw. DE POTENCIA NOMINAL AGREGADA A CONJUNTA DE LOS ARTEFACTOS A GAS INSTALADOS EN DICHO ESPACIO INTERIOR. POR SEGURIDAD EL AREA LIBRE MINIMA DE CADA ABERTURA SERÁ DE 280 cm<sup>2</sup>.

ESPECIFICACIONES TECNICAS

| N° | DESCRIPCION                        | ESPECIFICACION TECNICA   |
|----|------------------------------------|--|
| 1  | VALVULA DE CORTE                   | TIPO ESFERICA DE EXTREMO ROSCADO PARA TUBERIAS DE COBRE DE ACUERDO A LA NORMA ANSI B16.44.   |
| 2  | TUBERIA PRINCIPAL                  | DE COBRE TIPO "L" DE Ø3/4", DE ACUERDO A LAS NORMAS NPT 342.052 O ASTM B88.  |
| 3  | TUBERIA SECUNDARIA                 | DE COBRE TIPO "L" DE Ø1/2", DE ACUERDO A LAS NORMAS NPT 342.052 O ASTM B88.  |
| 4  | CODOS, REDUCCIONES, TEES Y UNIONES | LOS ACCESORIOS (CODOS, TEES, UNIONES Y REDUCTORES) CUMPLIRAN CON LO ESTABLECIDO EN LAS NTP 342.522-2 A NTP 342.522-20, O NORMA TECNICA EQUIVALENTE ANSI B 16.18 Y ASME B 16.22 |



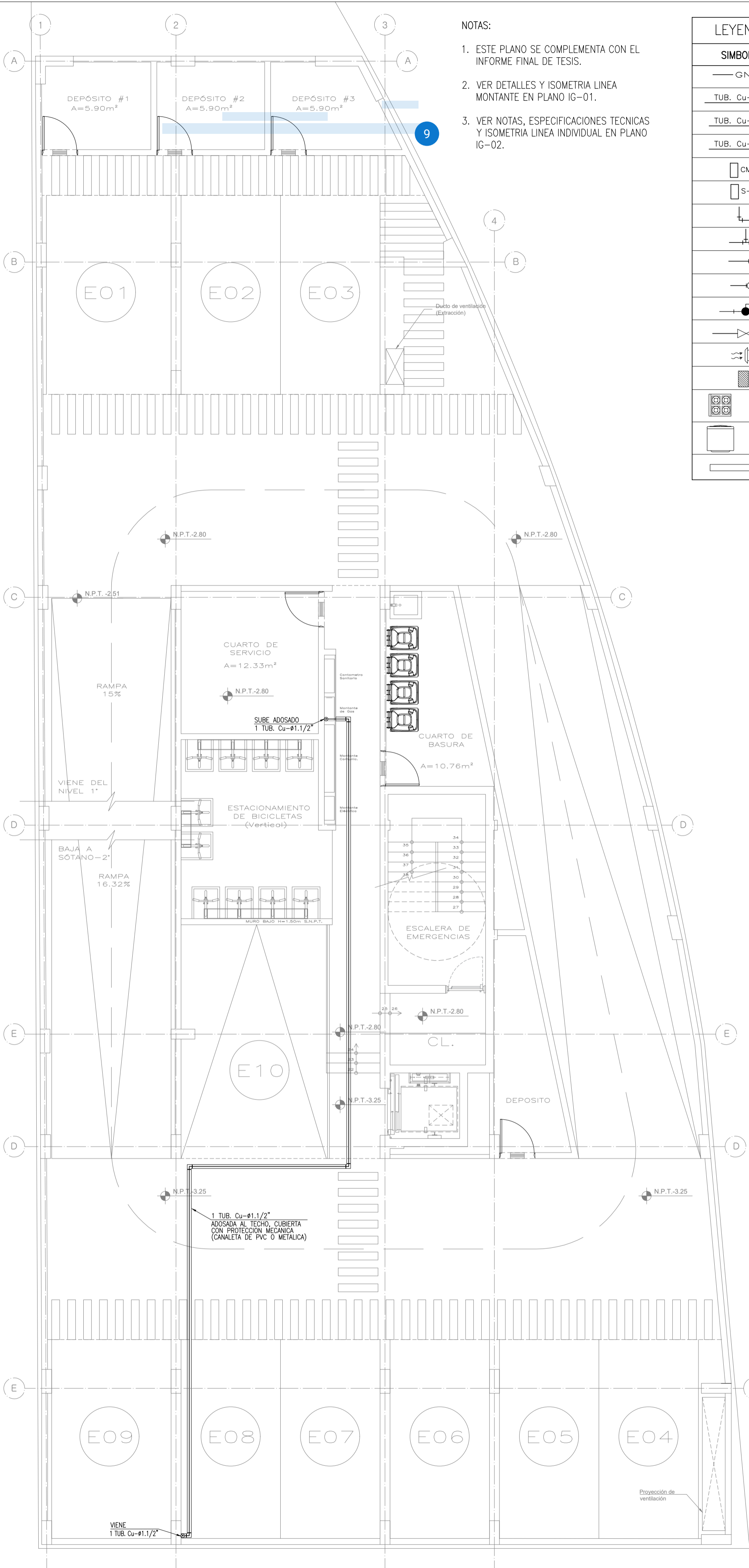
DETALLE REFERENCIAL DE DISTRIBUCION DE LOS CENTROS DE REGULACION DE 2° ETAPA Y MEDICION EN GABINETE SIMPLE PARA CONDUCTO TECNICO S./E.

NOTAS:

1. ESTE PLANO SE COMPLEMENTA CON EL INFORME FINAL DE TESIS.
2. VER DETALLES Y ISOMETRIA LINEA MONTANTE EN PLANO IG-01.
3. VER NOTAS, ESPECIFICACIONES TECNICAS Y ISOMETRIA LINEA INDIVIDUAL EN PLANO IG-02.

LEYENDA DE INSTALACIONES MECANICAS PARA GAS NATURAL SECO

| SIMBOLO              | DESCRIPCION  | CAJAS (mm.)                  | ALTURA AL EJE (m. S.N.P.T.)                     |
|----------------------|--|------------------------------|---|
| — GN —               | TUBERIA PARA GAS NATURAL SECO TIPO DE COBRE DIAMETRO INDICADO  | ---                          | EMPOTRADA EN PARED Ó PISO                       |
| TUB. Cu- $\phi$ 1/2" | TUB: TUBERIA DE COBRE TIPO "L" DE 13.84mm DE DIAMETRO INTERIOR, UNIONES Y ACCESORIOS SOLDABLES POR CAPILARIDAD.  | ---                          | EMPOTRADA EN PARED Ó PISO                       |
| TUB. Cu- $\phi$ 3/4" | TUB: TUBERIA DE COBRE TIPO "L" DE 19.95mm DE DIAMETRO INTERIOR, UNIONES Y ACCESORIOS SOLDABLES POR CAPILARIDAD.  | ---                          | EMPOTRADA EN PARED Ó PISO                       |
| TUB. Cu- $\phi$ 1"   | TUB: TUBERIA DE COBRE TIPO "L" DE 26.04mm DE DIAMETRO INTERIOR, UNIONES Y ACCESORIOS SOLDABLES POR CAPILARIDAD.  | ---                          | ADOSADO EN TECHO Ó DUCTO                        |
| CM-3V                | TRES CENTRO DE REGULACION Y MEDICION (V: DISPOSICION VERTICAL) PARA 2 ETAPA (POR CONCESIONARIO)  | RECTANGULAR F'G' 370x375x190 | ADOSADO A DUCTO H=1.80m (B.S.)                  |
| S-22                 | CENTRO DE REGULACION 1 ETAPA PARA GAS NATURAL SECO (POR CONCESIONARIO)   | RECTANGULAR F'G' 230x340x190 | EMPOTRADA EN MURO H=0.30m (B.I.)                |
| └                    | ACC. COBRE: CODO RECTO 90°, SOLDABLE POR CAPILARIDAD.  | ---                          | EMPOTRADA EN PARED Ó PISO                       |
| └                    | ACC. PAP: CODO RECTO 90° o CURVA DE SER NECESARIO, GRAFADO.  | ---                          | EMPOTRADA EN PARED Ó PISO                       |
| └                    | ACC. COBRE: TEE RECTO 90°, SOLDABLE POR CAPILARIDAD.   | ---                          | EMPOTRADA EN PARED Ó PISO                       |
| └                    | ACC. PAP: TEE RECTO 90°, UNION TIPO GRAFADO.   | ---                          | EMPOTRADA EN PARED Ó PISO                       |
| ○                    | TUBERIA QUE BAJA.  | ---                          | EMPOTRADA EN PARED Ó PISO                       |
| ○                    | TUBERIA QUE SUBE.  | ---                          | EMPOTRADA EN PARED Ó PISO                       |
| ○                    | VALVULA DE BOLA DE 1/4 DE VUELTA Y TOPE, CON MANIJA TIPO MARIPOSA O SEGUN INDICACION, DIAMETRO INDICADO.   | NICHO 130x100x70             | EN PARED H=0.70m (SALVO INDICACION)             |
| ○                    | VALVULA DE BOLA DE 1/4 DE VUELTA Y TOPE, CON MANIJA TIPO PALANCA O SEGUN INDICACION, DIAMETRO INDICADO.  | RECTANGULAR F'G' 250x300x150 | EN PARED H=0.93m (EJE)                          |
| ○                    | REJILLA DE VENTILACION DE MATERIAL PLASTICO O ALUMINIO. SUS DIMENSIONES PUEDEN VARIAR SIEMPRE QUE SE MANTENGA O SUPERE SU AREA MINIMA EFECTIVA INDICADO EN PLANOS. | INDICADO EN PLANOS           | SEPARADO DE TECHO/PISO H=0.30m (Max.) de Bordes |
| 5.5 LPM. 11kW        | TERMA ODS SIN DUCTO TIPO A , SU SALIDA DE GAS NATURAL SE COORDINARA CON LAS INSTALACIONES SANITARIAS RESPECTIVAS   | ---                          | ADOSADO, H=DEFINIDO EN OBRA                     |
| 40+horno 12kW        | COCINA DOMESTICA TIPO A, SU SALIDA DE GAS NATURAL SE COORDINARA CON LAS INSTALACIONES ELECTRICAS RESPECTIVAS.  | ---                          | ADOSADO, H=DEFINIDO EN OBRA                     |
| 20 kg 5.0kW          | SECADORA TIPO A, SU SALIDA DE GAS NATURAL SE COORDINARA CON LAS INSTALACIONES ELECTRICAS RESPECTIVAS.  | ---                          | ADOSADO, H=DEFINIDO EN OBRA                     |
| —                    | CANALETA METALICA O PVC PARA LA PROTECCION MECANICA DE LA LINEA MONTANTE, DIMENSIONES SERA DEFINIDO EN OBRA.   | CANALETA F'G' O PVC          | ADOSADO EN TECHO                                |



NOTAS:

- ESTE PLANO SE COMPLEMENTA CON EL INFORME FINAL DE TESIS.
- VER DETALLES Y ISOMETRIA LINEA MONTANTE EN PLANO IG-01.
- VER NOTAS, ESPECIFICACIONES TECNICAS Y ISOMETRIA LINEA INDIVIDUAL EN PLANO IG-02.
- LA PUERTA DEL CONDUCTO TECNICO DEBE COLOCARSE UNA CINTA DE ESPUMA (BURLETE) PARA CUMPLIR EL REQUISITO DE PUERTA ESTANCA.

LEYENDA DE INSTALACIONES MECANICAS PARA GAS NATURAL SECO

| SIMBOLO  | DESCRIPCION   | CAJAS (mm.)                 | ALTURA AL EJE (m. S.N.P.T.)                     |
|--|---|-----------------------------|---|
| GN   | TUBERIA PARA GAS NATURAL SECO TIPO DE COBRE DIAMETRO INDICADO   | ---                         | EMPOTRADA EN PARED O PISO                       |
| TUB. Cu-ø1/2"  | TUB: TUBERIA DE COBRE TIPO "L" DE 13.84mm DE DIAMETRO INTERIOR, UNIONES Y ACCESORIOS SOLDABLES POR CAPILARIDAD. | ---                         | EMPOTRADA EN PARED O PISO                       |
| TUB. Cu-ø3/4"  | TUB: TUBERIA DE COBRE TIPO "L" DE 19.95mm DE DIAMETRO INTERIOR, UNIONES Y ACCESORIOS SOLDABLES POR CAPILARIDAD. | ---                         | EMPOTRADA EN PARED O PISO                       |
| TUB. Cu-ø1"  | TUB: TUBERIA DE COBRE TIPO "L" DE 26.04mm DE DIAMETRO INTERIOR, UNIONES Y ACCESORIOS SOLDABLES POR CAPILARIDAD. | ---                         | ADOSADO EN TECHO O DUCTO                        |
| CM-3V  | TRES CENTRO DE REGULACION Y MEDICION (V: DISPOSICION VERTICAL) PARA 2ª ETAPA (POR CONCESIONARIO)                | RECTANGULAR F'G 370x375x190 | ADOSADO A DUCTO H=1.80m (B.S.)                  |
| S-22   | CENTRO DE REGULACION 1ª ETAPA PARA GAS NATURAL SECO (POR CONCESIONARIO)   | RECTANGULAR F'G 230x340x190 | EMPOTRADA EN MURO H=0.30m (B.I.)                |
| ACC. COBRE: CODO RECTO 90°, SOLDABLE POR CAPILARIDAD. ACC. PAP: CODO RECTO 90° O CURVA DE SER NECESARIO, GRAFADO.  |   | ---                         | EMPOTRADA EN PARED O PISO                       |
| ACC. COBRE: TEE RECTO 90°, SOLDABLE POR CAPILARIDAD. ACC. PAP: TEE RECTO 90°, UNION TIPO GRAFADO.  |   | ---                         | EMPOTRADA EN PARED O PISO                       |
| TUBERIA QUE BAJA.  |   | ---                         | EMPOTRADA EN PARED O PISO                       |
| TUBERIA QUE SUBE.  |   | ---                         | EMPOTRADA EN PARED O PISO                       |
| VALVULA DE BOLA DE 1/4 DE VUELTA Y TOPE, CON MANIJA TIPO MARIPOSA O SEGUN INDICACION, DIAMETRO INDICADO.   |   | NICHO 130x100x70            | EN PARED H=0.70m (SALVO INDICACION)             |
| VALVULA DE BOLA DE 1/4 DE VUELTA Y TOPE, CON MANIJA TIPO PALANCA O SEGUN INDICACION, DIAMETRO INDICADO.  |   | RECTANGULAR F'G 250x300x150 | EN PARED H=0.93m (EJE)                          |
| REJILLA DE VENTILACION DE MATERIAL PLASTICO O ALUMINIO. SUS DIMENSIONES PUEDEN VARIAR SIEMPRE QUE SE MANTENGA O SUPERE SU AREA MINIMA EFECTIVA INDICADO EN PLANOS. |   | INDICADO EN PLANOS          | SEPARADO DE TECHO/PISO H=0.30m (Max.) de Bordes |
| TERMA OPS SIN DUCTO TIPO A , SU SALIDA DE GAS NATURAL SE COORDINARA CON LAS INSTALACIONES SANITARIAS RESPECTIVAS   |   | ---                         | ADOSADO, H=DEFINIDO EN OBRA                     |
| 40+horno 12kW  | COCINA DOMESTICA TIPO A, SU SALIDA DE GAS NATURAL SE COORDINARA CON LAS INSTALACIONES ELECTRICAS RESPECTIVAS.   | ---                         | ADOSADO, H=DEFINIDO EN OBRA                     |
| 20 kg 5.0kW  | SECADORA TIPO A, SU SALIDA DE GAS NATURAL SE COORDINARA CON LAS INSTALACIONES ELECTRICAS RESPECTIVAS.           | ---                         | ADOSADO, H=DEFINIDO EN OBRA                     |
|  | CANAleta METALICA O PVC PARA LA PROTECCION MECANICA DE LA LINEA MONTANTE, DIMENSIONES SERA DEFINIDO EN OBRA.    | CANAleta F'G O PVC          | ADOSADO EN TECHO                                |

ESPECIFICACIONES TECNICAS RNE EM-040

VENTILACION

PARA EDIFICACIONES NUEVAS:

SE DEBERA CONSIDERAR OBLIGATORIAMENTE EN EL DISEÑO ARQUITECTONICO DE LAS AREAS DE LAVANDERIA Y/O COCINA LA EXISTENCIA DE UNA ABERTURA INFERIOR Y OTRA SUPERIOR PARA VENTILACION, AMBAS PERMANENTES Y CON ACCESO AL EXTERIOR DE LA EDIFICACION (ES DECIR, CON ACCESO A LA ATMOSFERA EXTERIOR, A UN PATIO DE VENTILACION O A UN AMBIENTE ABIERTO HACIA EL EXTERIOR).

EL LADO INFERIOR DE LA ABERTURA INFERIOR ASI COMO EL LADO SUPERIOR DE LA ABERTURA SUPERIOR ESTARAN UBICADOS COMO MAXIMO A LOS 30 cm SOBRE EL NIVEL DEL PISO Y DEL TECHO TERMINADO RESPECTIVAMENTE CON UNA AREA MINIMA TOTAL DE 280 cm² C/U HACIA EL EXTERIOR, 645 cm² C/U HACIA EL INTERIOR Y CUYO LADO MINIMO SERA DE 8 cm.

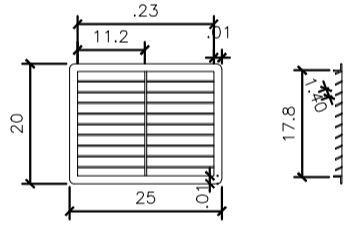
EN CASO EXISTA UN ELEMENTO ESTRUCTURAL; LA VENTILACION SUPERIOR SE UBICARA SEGUIDAMENTE DE DICHA ESTRUCTURA (VIGA)

EN CASO EXISTA UN DINTEL DE DRYWALL, LADRILLO U OTRO MATERIAL; LA VENTILACION SUPERIOR SE UBICARA SOBRE EL MISMO, RESPETANDO LOS 30 cm COMO MAXIMO.

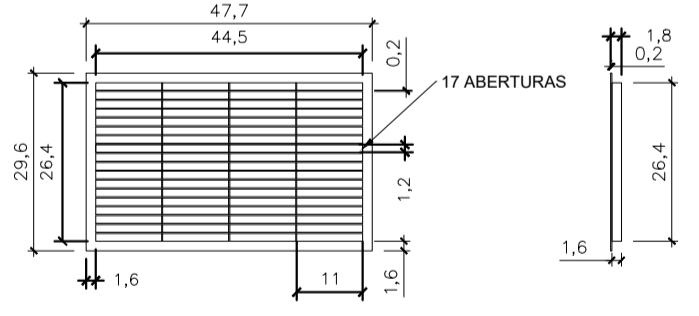
PATIO DE VENTILACION:

EN VIVIENDAS UNIFAMILIARES SE VA A CONSIDERAR UNA SECCION TRANSVERSAL NO MENOR A 4 m² NO DEBIENDO SU LADO MENOR SER INFERIOR A 2 m.

EN VIVIENDAS MULTIFAMILIARES LA SECCION TRANSVERSAL MINIMA SERA DE 4.84 m² Y EL LADO MENOR NO DEBERA SER INFERIOR A 2.20 m.

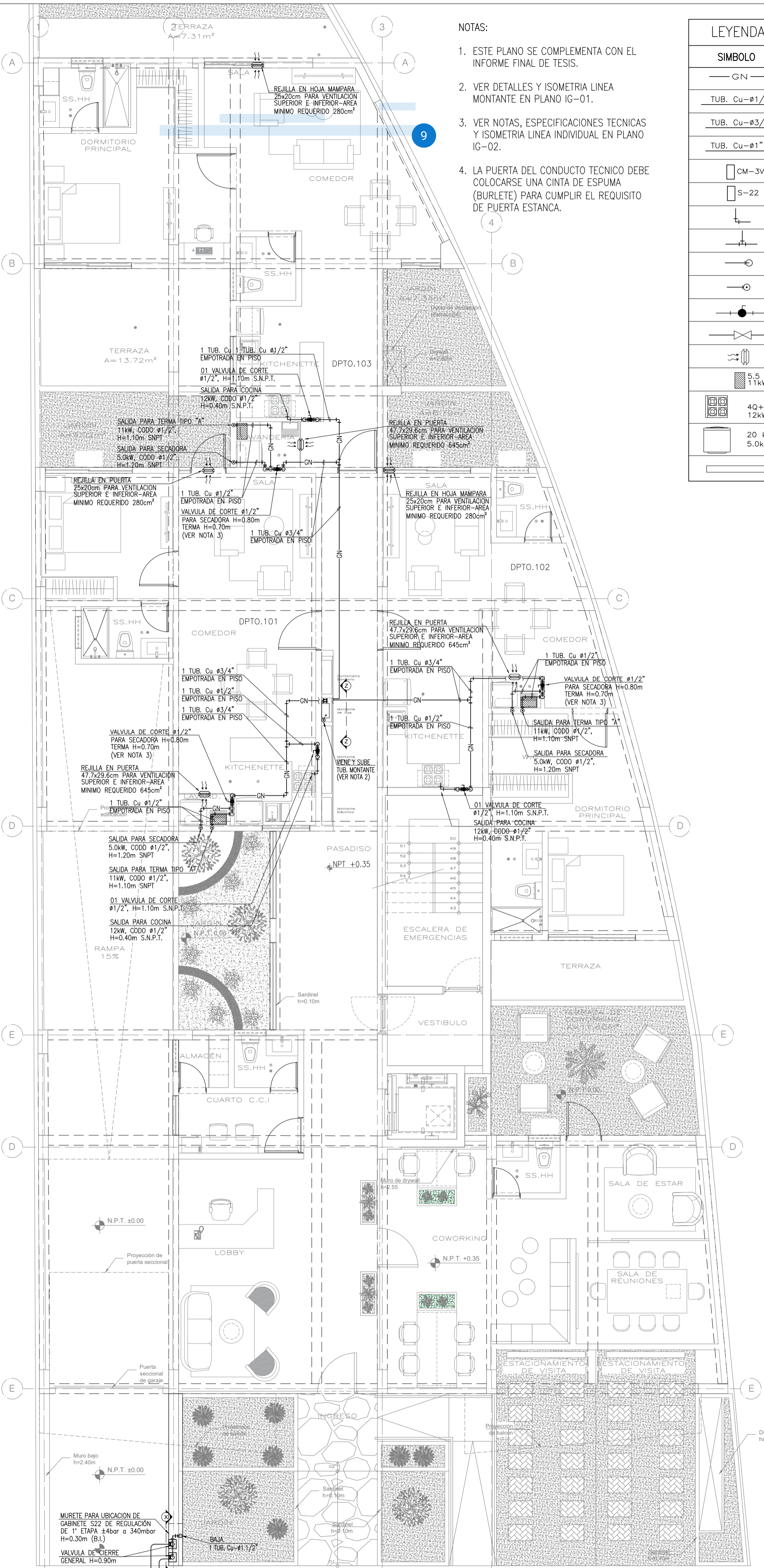
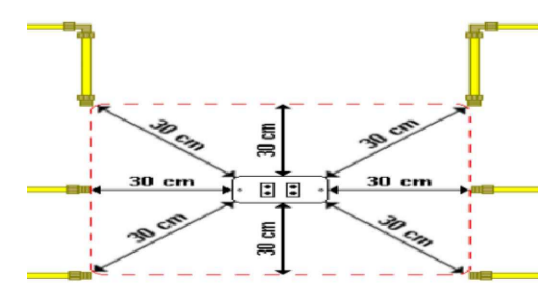


DETALLE REFERENCIAL PARA LA REJILLA DE VENTILACION (cm) AREA EFECTIVA DE LA VENTILACION DE 280cm² S./E.



DETALLE REFERENCIAL PARA LA REJILLA DE VENTILACION (cm) AREA EFECTIVA DE LA VENTILACION DE 645cm² S./E.

Distancias de tomacorrientes Al punto de conexión al artefacto. (Incluye la instalación interna y artefacto)



TUBERIA DE CONEXION DE LA RED EXTERNA AL REGULADOR DE 1ª ETAPA (4bar a 340mbar).  
 DISTANCIA MINIMA DE 1m. DE ARBOLES Y POSTE EXISTENTES Y 0.50m. DE OTROS SERVICIOS.



| LEYENDA DE INSTALACIONES MECANICAS PARA GAS NATURAL SECO |  |                              |   |
|--|--|------------------------------|---|
| SIMBOLO  | DESCRIPCION  | CAJAS (mm.)                  | ALTURA AL EJE (m. S.N.P.T.)                     |
| — GN —   | TUBERIA PARA GAS NATURAL SECO TIPO DE COBRE  | ---                          | EMPOTRADA EN PARED O PISO                       |
| TUB. Cu- $\phi 1/2"$                                     | TUB: TUBERIA DE COBRE TIPO "L" DE 13.84mm DE DIAMETRO INTERIOR, UNIONES Y ACCESORIOS SOLDABLES POR CAPILARIDAD.  | ---                          | EMPOTRADA EN PARED O PISO                       |
| TUB. Cu- $\phi 3/4"$                                     | TUB: TUBERIA DE COBRE TIPO "L" DE 19.95mm DE DIAMETRO INTERIOR, UNIONES Y ACCESORIOS SOLDABLES POR CAPILARIDAD.  | ---                          | EMPOTRADA EN PARED O PISO                       |
| TUB. Cu- $\phi 1"$                                       | TUB: TUBERIA DE COBRE TIPO "L" DE 26.04mm DE DIAMETRO INTERIOR, UNIONES Y ACCESORIOS SOLDABLES POR CAPILARIDAD.  | ---                          | ADOSADO EN TECHO O DUCTO                        |
| CM-3V  | TRES CENTRO DE REGULACION Y MEDICION (V: DISPOSICION VERTICAL) PARA 2 ETAPA (POR CONCESIONARIO)  | RECTANGULAR F'G' 370x375x190 | ADOSADO A DUCTO H=1.80m (B.S.)                  |
| S-22   | CENTRO DE REGULACION 1 ETAPA PARA GAS NATURAL SECO (POR CONCESIONARIO)   | RECTANGULAR F'G' 230x340x190 | EMPOTRADA EN MURO H=0.30m (B.I.)                |
| └  | ACC. COBRE: CODO RECTO 90°, SOLDABLE POR CAPILARIDAD.  | ---                          | EMPOTRADA EN PARED O PISO                       |
| └  | ACC. PAP: CODO RECTO 90° o CURVA DE SER NECESARIO, GRAFADO.  | ---                          | EMPOTRADA EN PARED O PISO                       |
| └  | ACC. COBRE: TEE RECTO 90°, SOLDABLE POR CAPILARIDAD.   | ---                          | EMPOTRADA EN PARED O PISO                       |
| └  | ACC. PAP: TEE RECTO 90°, UNION TIPO GRAFADO.   | ---                          | EMPOTRADA EN PARED O PISO                       |
| ○  | TUBERIA QUE BAJA.  | ---                          | EMPOTRADA EN PARED O PISO                       |
| ○  | TUBERIA QUE SUBE.  | ---                          | EMPOTRADA EN PARED O PISO                       |
| ○  | VALVULA DE BOLA DE 1/4 DE VUELTA Y TOPE, CON MANIJA TIPO MARIPOSA O SEGUN INDICACION, DIAMETRO INDICADO.   | NICHO 130x100x70             | EN PARED H=0.70m (SALVO INDICACION)             |
| ○  | VALVULA DE BOLA DE 1/4 DE VUELTA Y TOPE, CON MANIJA TIPO PALANCA O SEGUN INDICACION, DIAMETRO INDICADO.  | RECTANGULAR F'G' 250x300x150 | EN PARED H=0.93m (EJE)                          |
| ○  | REJILLA DE VENTILACION DE MATERIAL PLASTICO O ALUMINIO, SUS DIMENSIONES PUEDEN VARIAR SIEMPRE QUE SE MANTENGA O SUPERE SU AREA MINIMA EFECTIVA INDICADO EN PLANOS. | INDICADO EN PLANOS           | SEPARADO DE TECHO/PISO H=0.30m (Max.) de Bordes |
| 5.5 LPM. 11kW  | TERMA COS SIN DUCTO TIPO A, SU SALIDA DE GAS NATURAL SE COORDINARA CON LAS INSTALACIONES SANITARIAS RESPECTIVAS  | ---                          | ADOSADO, H=DEFINIDO EN OBRA                     |
| 40+horno 12kW  | COCINA DOMESTICA TIPO A, SU SALIDA DE GAS NATURAL SE COORDINARA CON LAS INSTALACIONES ELECTRICAS RESPECTIVAS.  | ---                          | ADOSADO, H=DEFINIDO EN OBRA                     |
| 20 kg 5.0kW  | SECADORA TIPO A, SU SALIDA DE GAS NATURAL SE COORDINARA CON LAS INSTALACIONES ELECTRICAS RESPECTIVAS.  | ---                          | ADOSADO, H=DEFINIDO EN OBRA                     |
| —  | CANAleta METALICA O PVC PARA LA PROTECCION MECANICA DE LA LINEA MONTANTE, DIMENSIONES SERA DEFINIDO EN OBRA.   | CANAleta F'G' O PVC          | ADOSADO EN TECHO                                |

**ESPECIFICACIONES TECNICAS RNE EM-040**

**VENTILACION**

**PARA EDIFICACIONES NUEVAS:**

SE DEBERA CONSIDERAR OBLIGATORIAMENTE EN EL DISEÑO ARQUITECTONICO DE LAS AREAS DE LAVANDERIA Y/O COCINA LA EXISTENCIA DE UNA ABERTURA INFERIOR Y OTRA SUPERIOR PARA VENTILACION, AMBAS PERMANENTES Y CON ACCESO AL EXTERIOR DE LA EDIFICACION (ES DECIR, CON ACCESO A LA ATMOSFERA EXTERIOR, A UN PATIO DE VENTILACION O A UN AMBIENTE ABIERTO HACIA EL EXTERIOR).

EL LADO INFERIOR DE LA ABERTURA INFERIOR ASI COMO EL LADO SUPERIOR DE LA ABERTURA SUPERIOR ESTARAN UBICADOS COMO MAXIMO A LOS 30 cm SOBRE EL NIVEL DEL PISO Y DEL TECHO TERMINADO RESPECTIVAMENTE CON UNA AREA MINIMA TOTAL DE 280 cm<sup>2</sup> C/U HACIA EL EXTERIOR, 645 cm<sup>2</sup> C/U HACIA EL INTERIOR Y CUYO LADO MINIMO SERA DE 8 cm.

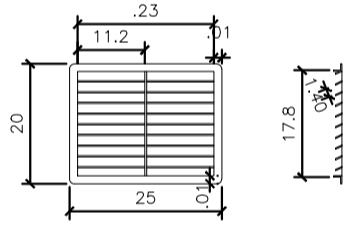
EN CASO EXISTA UN ELEMENTO ESTRUCTURAL; LA VENTILACION SUPERIOR SE UBICARA SEGUIDAMENTE DE DICHA ESTRUCTURA (VIGA)

EN CASO EXISTA UN DINTEL DE DRYWALL, LADRILLO U OTRO MATERIAL; LA VENTILACION SUPERIOR SE UBICARA SOBRE EL MISMO, RESPETANDO LOS 30 cm COMO MAXIMO.

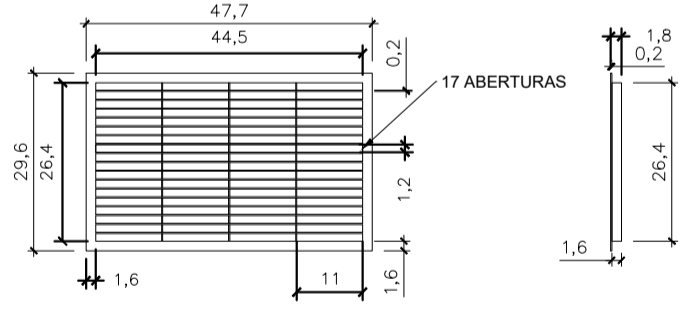
**PATIO DE VENTILACION:**

EN VIVIENDAS UNIFAMILIARES SE VA A CONSIDERAR UNA SECCION TRANSVERSAL NO MENOR A 4 m<sup>2</sup> NO DEBIENDO SU LADO MENOR SER INFERIOR A 2 m.

EN VIVIENDAS MULTIFAMILIARES LA SECCION TRANSVERSAL MINIMA SERA DE 4.84 m<sup>2</sup> Y EL LADO MENOR NO DEBERA SER INFERIOR A 2.20 m.

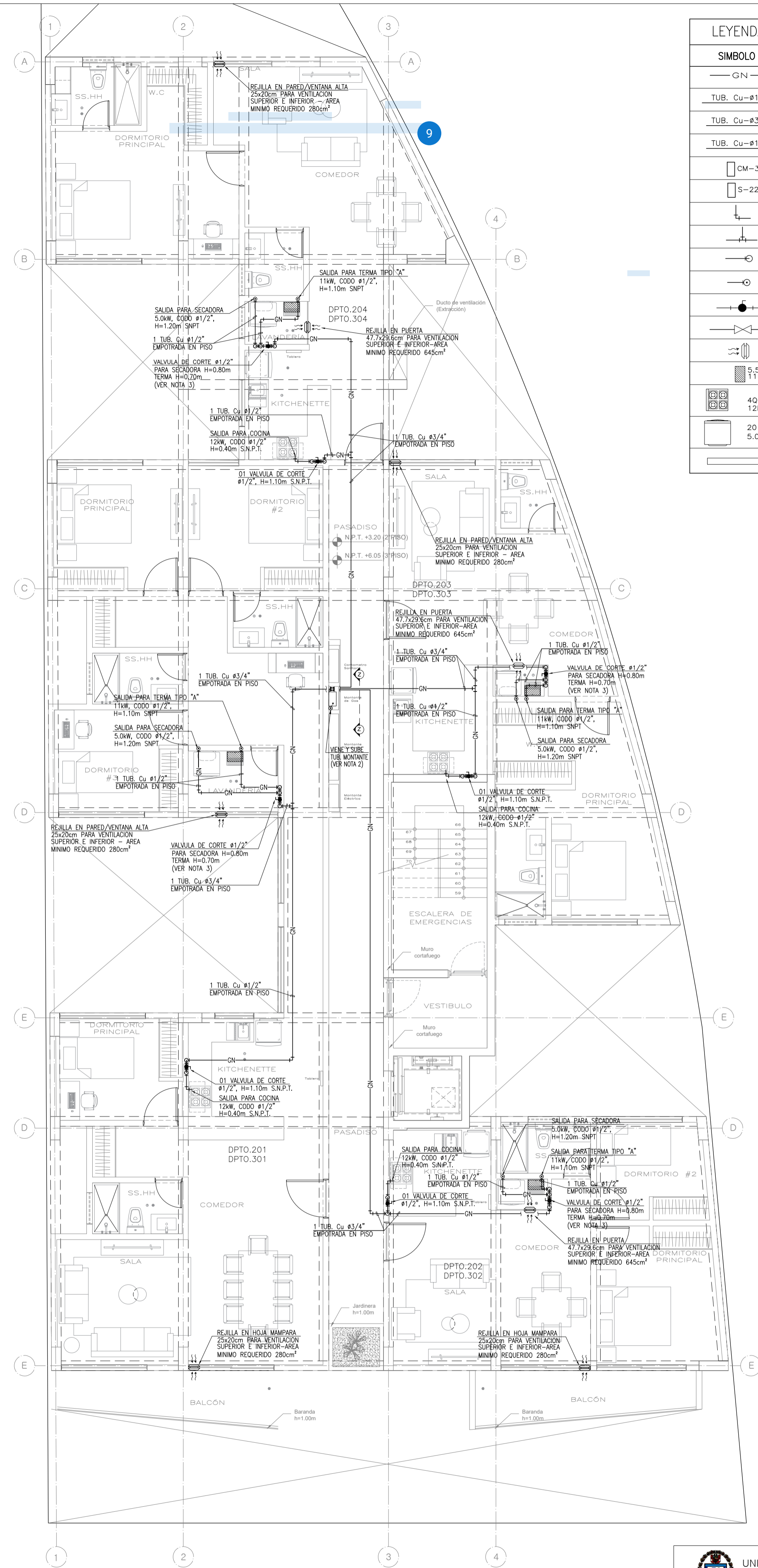
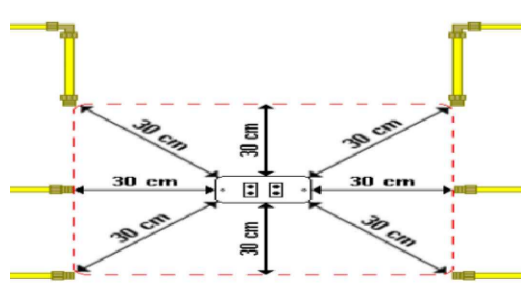


DETALLE REFERENCIAL PARA LA REJILLA DE VENTILACION (cm) AREA EFECTIVA DE LA VENTILACION DE 280cm<sup>2</sup> S./E.



DETALLE REFERENCIAL PARA LA REJILLA DE VENTILACION (cm) AREA EFECTIVA DE LA VENTILACION DE 645cm<sup>2</sup> S./E.

**Distancias de tomacorrientes**  
Al punto de conexión al artefacto.  
(Incluye la instalación interna y artefacto)



NOTAS:

- ESTE PLANO SE COMPLEMENTA CON EL INFORME FINAL DE TESIS.
- VER DETALLES Y ISOMETRIA LINEA MONTANTE EN PLANO IG-01.
- VER NOTAS, ESPECIFICACIONES TECNICAS Y ISOMETRIA LINEA INDIVIDUAL EN PLANO IG-02.
- LA PUERTA DEL CONDUCTO TECNICO DEBE COLOCARSE UNA CINTA DE ESPUMA (BURLETE) PARA CUMPLIR EL REQUISITO DE PUERTA ESTANCA.

LEYENDA DE INSTALACIONES MECANICAS PARA GAS NATURAL SECO

| SIMBOLO  | DESCRIPCION   | CAJAS (mm.)                  | ALTURA AL EJE (m. S.N.P.T.)                     |
|--|---|------------------------------|---|
| GN   | TUBERIA PARA GAS NATURAL SECO TIPO DE COBRE DIAMETRO INDICADO   | ---                          | EMPOTRADA EN PARED O PISO                       |
| TUB. Cu- $\phi$ 1/2"   | TUB: TUBERIA DE COBRE TIPO "L" DE 13.84mm DE DIAMETRO INTERIOR, UNIONES Y ACCESORIOS SOLDABLES POR CAPILARIDAD. | ---                          | EMPOTRADA EN PARED O PISO                       |
| TUB. Cu- $\phi$ 3/4"   | TUB: TUBERIA DE COBRE TIPO "L" DE 19.95mm DE DIAMETRO INTERIOR, UNIONES Y ACCESORIOS SOLDABLES POR CAPILARIDAD. | ---                          | EMPOTRADA EN PARED O PISO                       |
| TUB. Cu- $\phi$ 1"   | TUB: TUBERIA DE COBRE TIPO "L" DE 26.04mm DE DIAMETRO INTERIOR, UNIONES Y ACCESORIOS SOLDABLES POR CAPILARIDAD. | ---                          | ADOSADO EN TECHO O DUCTO                        |
| CM-3V  | TRES CENTRO DE REGULACION Y MEDICION (V: DISPOSICION VERTICAL) PARA 2 ETAPA (POR CONCESIONARIO)                 | RECTANGULAR F'G' 370x375x190 | ADOSADO A DUCTO H=1.80m (B.S.)                  |
| S-22   | CENTRO DE REGULACION 1 ETAPA PARA GAS NATURAL SECO (POR CONCESIONARIO)  | RECTANGULAR F'G' 230x300x190 | EMPOTRADA EN MURO H=0.30m (B.I.)                |
| ACC. COBRE: CODO RECTO 90°, SOLDABLE POR CAPILARIDAD. ACC. PAP: CODO RECTO 90° O CURVA DE SER NECESARIO, GRAFADO.  |   | ---                          | EMPOTRADA EN PARED O PISO                       |
| ACC. COBRE: TEE RECTO 90°, SOLDABLE POR CAPILARIDAD. ACC. PAP: TEE RECTO 90°, UNION TIPO GRAFADO.  |   | ---                          | EMPOTRADA EN PARED O PISO                       |
| TUBERIA QUE BAJA.  |   | ---                          | EMPOTRADA EN PARED O PISO                       |
| TUBERIA QUE SUBE.  |   | ---                          | EMPOTRADA EN PARED O PISO                       |
| VALVULA DE BOLA DE 1/4 DE VUELTA Y TOPE, CON MANIJA TIPO MARIPOSA O SEGUN INDICACION, DIAMETRO INDICADO.   |   | NICHO 130x100x70             | EN PARED H=0.70m (SALVO INDICACION)             |
| VALVULA DE BOLA DE 1/4 DE VUELTA Y TOPE, CON MANIJA TIPO PALANCA O SEGUN INDICACION, DIAMETRO INDICADO.  |   | RECTANGULAR F'G' 250x300x150 | EN PARED H=0.93m (EJE)                          |
| REJILLA DE VENTILACION DE MATERIAL PLASTICO O ALUMINIO. SUS DIMENSIONES PUEDEN VARIAR SIEMPRE QUE SE MANTENGA O SUPERE SU AREA MINIMA EFECTIVA INDICADO EN PLANOS. |   | INDICADO EN PLANOS           | SEPARADO DE TECHO/PISO H=0.30m (Max.) de Bordes |
| TERMA OPS SIN DUCTO TIPO A , SU SALIDA DE GAS NATURAL SE COORDINARA CON LAS INSTALACIONES SANITARIAS RESPECTIVAS   |   | ---                          | ADOSADO, H=DEFINIDO EN OBRA                     |
| 40+horno 12kW  | COCINA DOMESTICA TIPO A, SU SALIDA DE GAS NATURAL SE COORDINARA CON LAS INSTALACIONES ELECTRICAS RESPECTIVAS.   | ---                          | ADOSADO, H=DEFINIDO EN OBRA                     |
| 20 kg 5.0kW  | SECADORA TIPO A, SU SALIDA DE GAS NATURAL SE COORDINARA CON LAS INSTALACIONES ELECTRICAS RESPECTIVAS.           | ---                          | ADOSADO, H=DEFINIDO EN OBRA                     |
|  | CANAleta METALICA O PVC PARA LA PROTECCION MECANICA DE LA LINEA MONTANTE, DIMENSIONES SERA DEFINIDO EN OBRA.    | CANAleta F'G' O PVC          | ADOSADO EN TECHO                                |

ESPECIFICACIONES TECNICAS RNE EM-040

VENTILACION

PARA EDIFICACIONES NUEVAS:

SE DEBERA CONSIDERAR OBLIGATORIAMENTE EN EL DISEÑO ARQUITECTONICO DE LAS AREAS DE LAVANDERIA Y/O COCINA LA EXISTENCIA DE UNA ABERTURA INFERIOR Y OTRA SUPERIOR PARA VENTILACION, AMBAS PERMANENTES Y CON ACCESO AL EXTERIOR DE LA EDIFICACION (ES DECIR, CON ACCESO A LA ATMOSFERA EXTERIOR, A UN PATIO DE VENTILACION O A UN AMBIENTE ABIERTO HACIA EL EXTERIOR).

EL LADO INFERIOR DE LA ABERTURA INFERIOR ASI COMO EL LADO SUPERIOR DE LA ABERTURA SUPERIOR ESTARAN UBICADOS COMO MAXIMO A LOS 30 cm SOBRE EL NIVEL DEL PISO Y DEL TECHO TERMINADO RESPECTIVAMENTE CON UNA AREA MINIMA TOTAL DE 280 cm<sup>2</sup> C/U HACIA EL EXTERIOR, 645 cm<sup>2</sup> C/U HACIA EL INTERIOR Y CUYO LADO MINIMO SERA DE 8 cm.

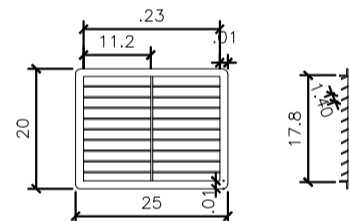
EN CASO EXISTA UN ELEMENTO ESTRUCTURAL; LA VENTILACION SUPERIOR SE UBICARA SEGUIDAMENTE DE DICHA ESTRUCTURA (VIGA)

EN CASO EXISTA UN DINTEL DE DRYWALL, LADRILLO U OTRO MATERIAL; LA VENTILACION SUPERIOR SE UBICARA SOBRE EL MISMO, RESPETANDO LOS 30 cm COMO MAXIMO.

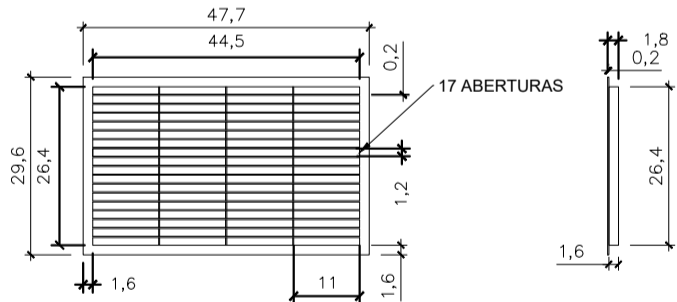
PATIO DE VENTILACION:

EN VIVIENDAS UNIFAMILIARES SE VA A CONSIDERAR UNA SECCION TRANSVERSAL NO MENOR A 4 m<sup>2</sup> NO DEBIENDO SU LADO MENOR SER INFERIOR A 2 m.

EN VIVIENDAS MULTIFAMILIARES LA SECCION TRANSVERSAL MINIMA SERA DE 4.84 m<sup>2</sup> Y EL LADO MENOR NO DEBERA SER INFERIOR A 2.20 m.

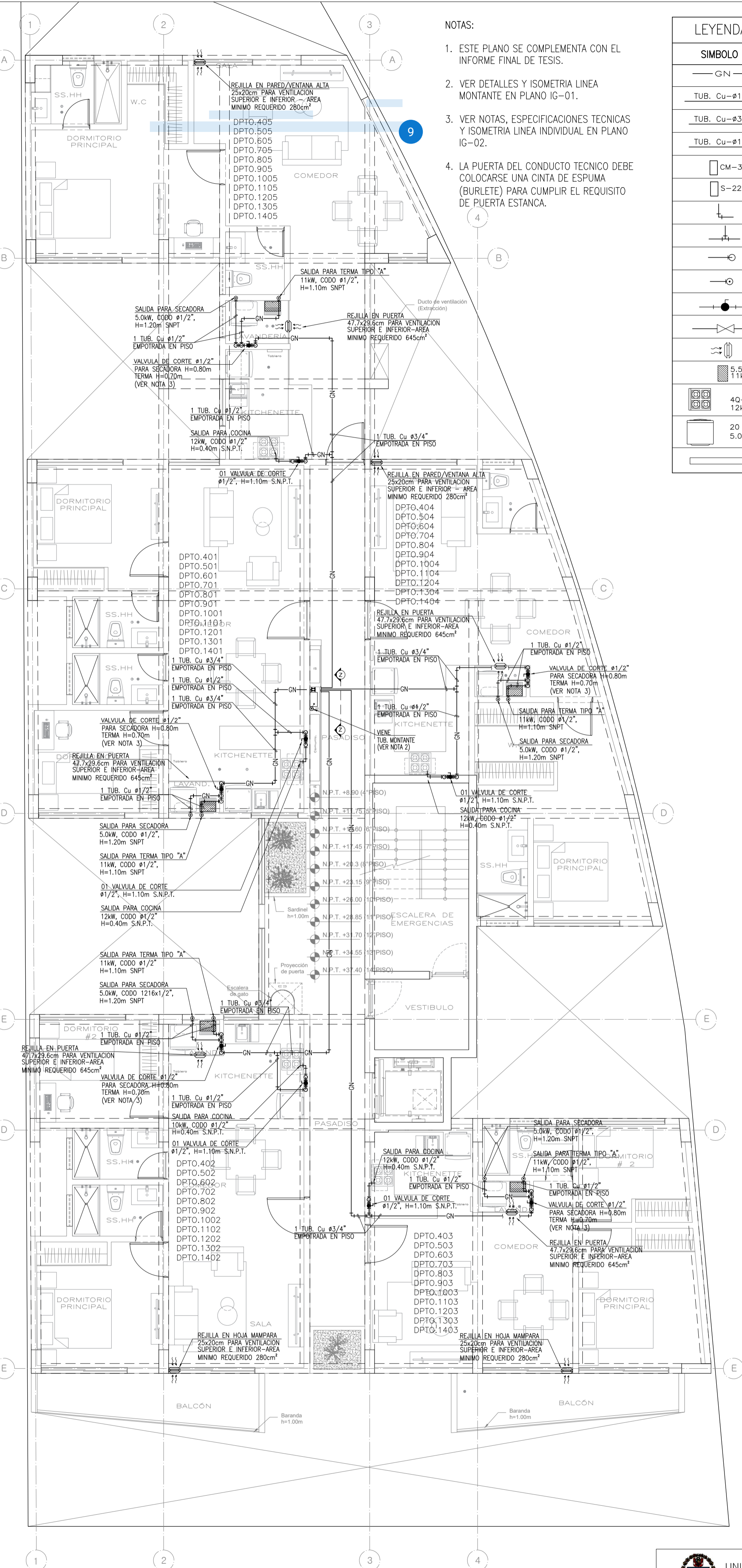
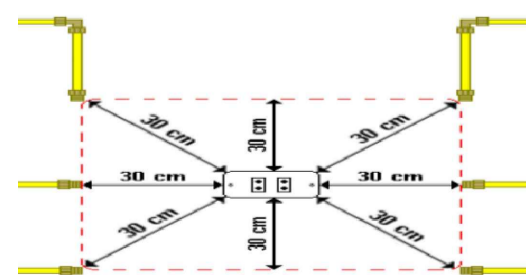


DETALLE REFERENCIAL PARA LA REJILLA DE VENTILACION (cm) AREA EFECTIVA DE LA VENTILACION DE 280cm<sup>2</sup> S./E.

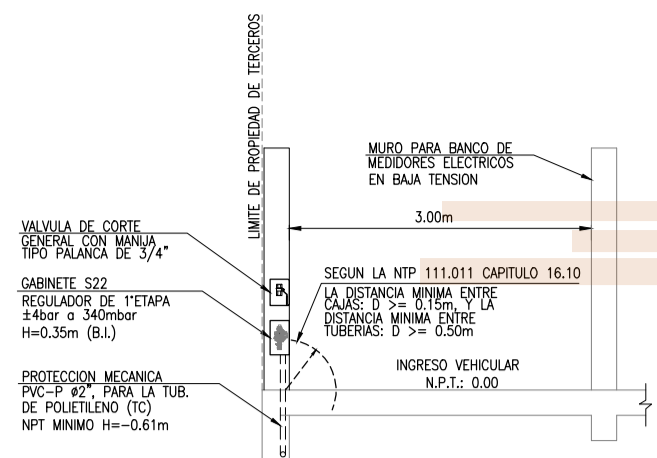


DETALLE REFERENCIAL PARA LA REJILLA DE VENTILACION (cm) AREA EFECTIVA DE LA VENTILACION DE 645cm<sup>2</sup> S./E.

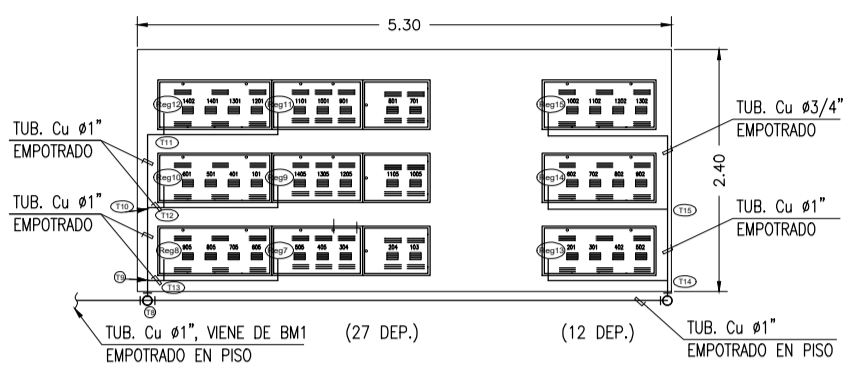
Distancias de tomacorrientes Al punto de conexión al artefacto. (Incluye la instalación interna y artefacto)



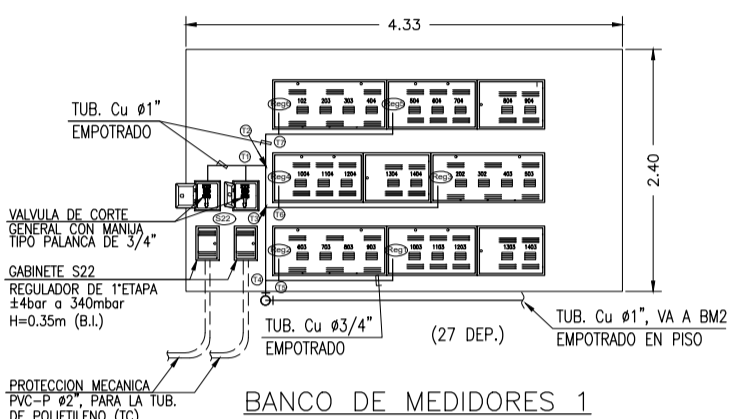
16.10 La distancia mínima horizontal entre la acometida eléctrica y la tubería de gas natural que ingresa a la caja de protección será de 50 cm. La distancia mínima horizontal entre la tubería de gas natural que sale de la caja de protección y la acometida eléctrica así como aquellas instalaciones eléctricas que puedan producir chispas tales como interruptores, tomacorrientes, entre otros será de 15 cm. Las mediciones se realizarán tomando como referencia las superficies externas de las tuberías y/o instalaciones eléctricas. En caso que la caja de protección de gas natural y la caja de medición de electricidad se encuentren en el mismo plano y nivel, se mantendrá una distancia de 15 cm.



CORTE Z-Z ESC.: 1/75

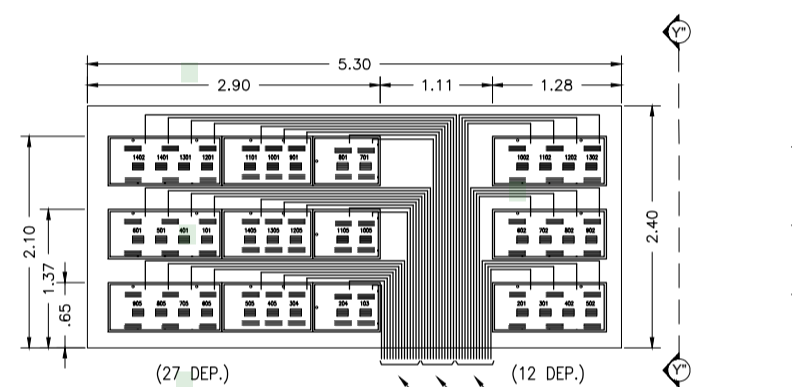


BANCO DE MEDIDORES 2

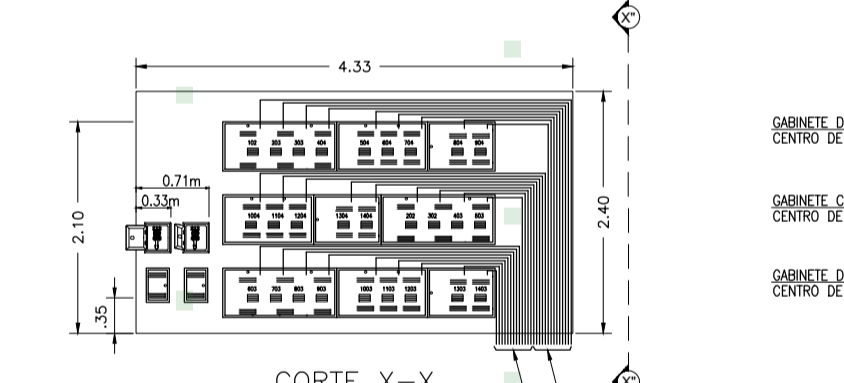


BANCO DE MEDIDORES 1

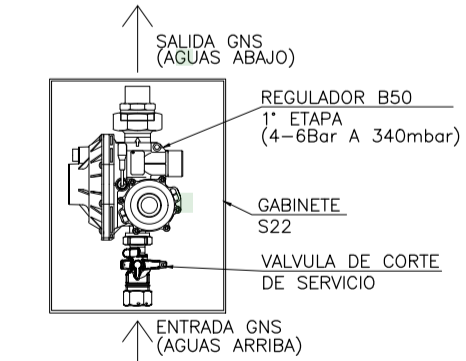
RECORRIDO DE LA LINEA MONTANTE EN LOS BANCOS DE MEDIDORES 1 Y 2 ESC.: 1/75



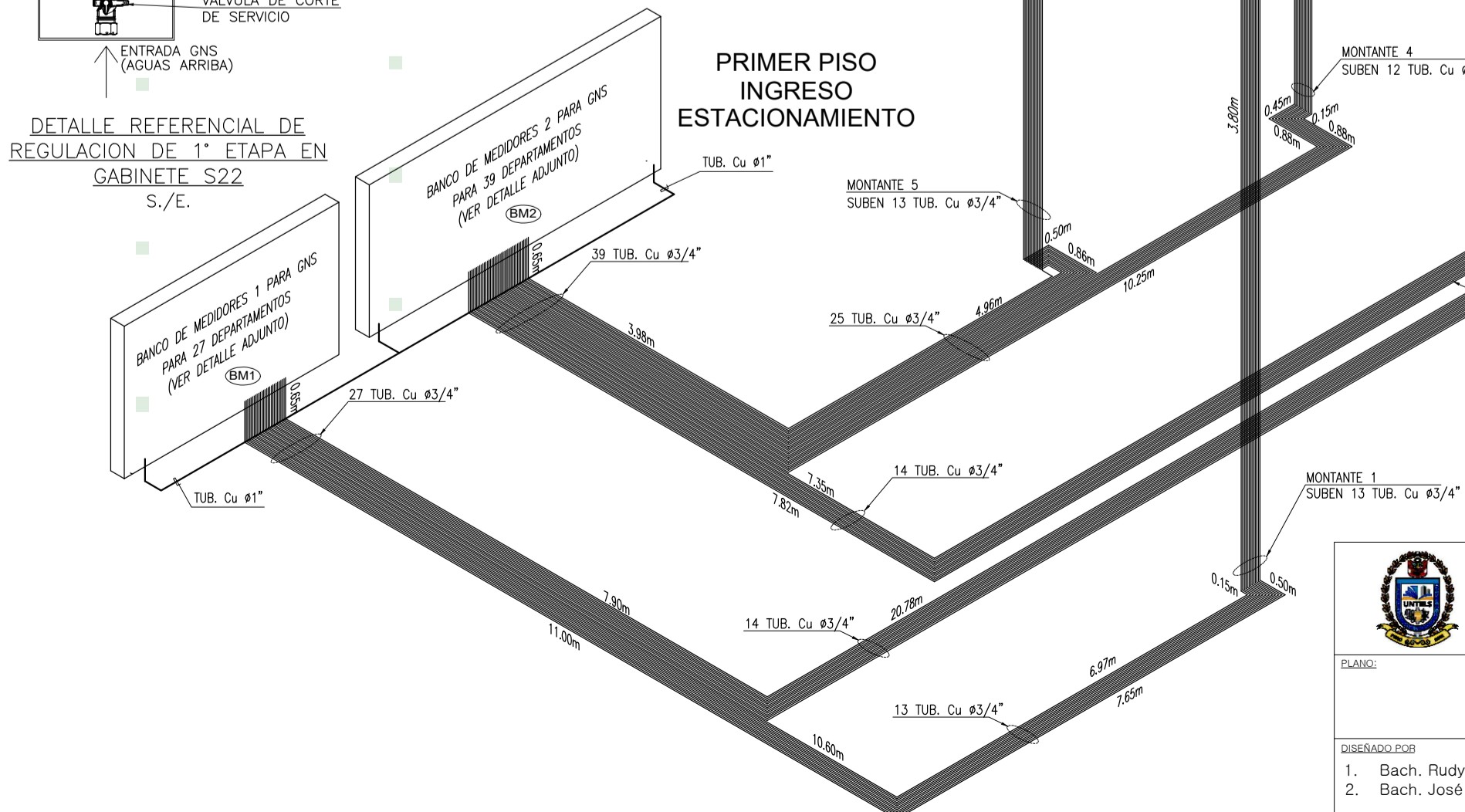
BANCO DE MEDIDORES 2 PARA GNS PARA 39 DEPARTAMENTOS ESC.: 1/75



BANCO DE MEDIDORES 1 PARA GNS PARA 27 DEPARTAMENTOS ESC.: 1/75



DETALLE REFERENCIAL DE REGULACION DE 1ª ETAPA EN GABINETE S22 S./E.



LINEA MONTANTE VISTA ISOMETRICA DEL SÓTANO 1, 1º AL 14º PISO S./E.

LINEAS INDIVIDUALES N°3

LINEAS INDIVIDUALES N°2

LINEAS INDIVIDUALES N°4

LINEAS INDIVIDUALES N°5

LINEAS INDIVIDUALES N°1

DETALLES DE GABINETES DE CENTRO DE REGULACION Y MEDICION S./E.

CORTE Y"-Y"

CORTE X"-X"

PRIMER PISO AL CATORCEAVO PISO

SÓTANO 1



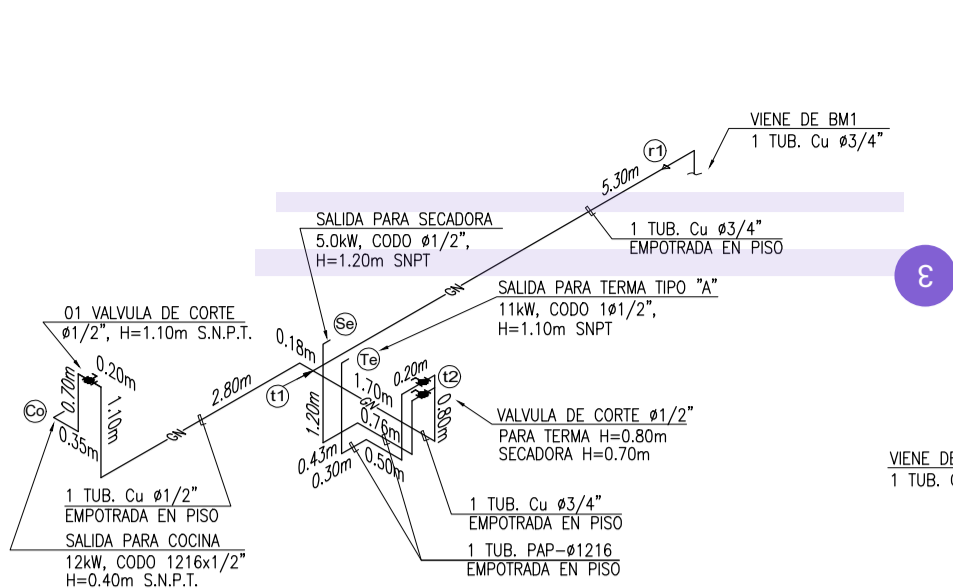
UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR  
FACULTA DE INGENIERÍA Y GESTIÓN  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

LÁMINA

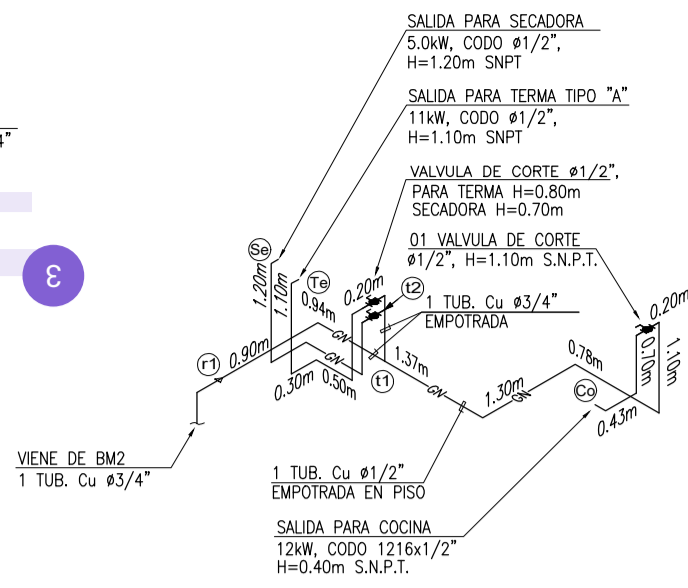
IG-01

DE: 06

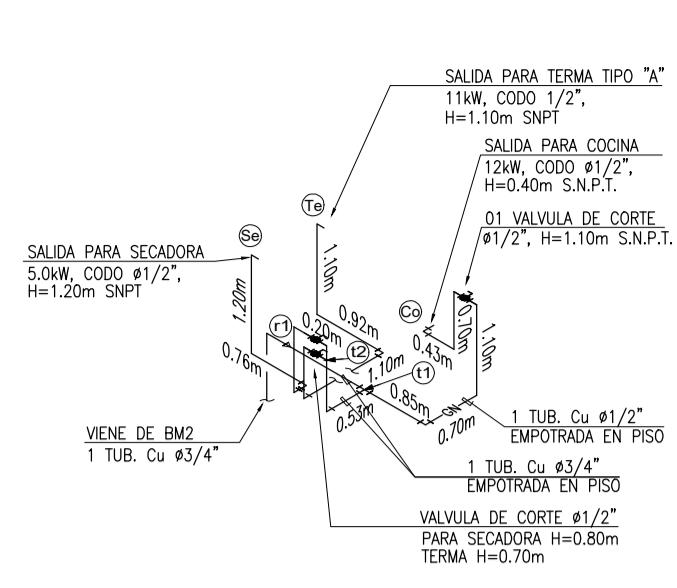
|               |  |               |                                |            |                                |
|---------------|--|---------------|--------------------------------|------------|--------------------------------|
| PLANO:        | TOPOLOGÍA 2<br>VISTA ISOMÉTRICA DE LA LINEA MONTANTE, CORTES Y DETALLES DEL BANCO DE MEDIDORES 1 Y 2 | FECHA:        | Diciembre 2023                 | ESCALA:    | 1/75                           |
| DISEÑADO POR: | 1. Bach. Rudy Jesus Capa Ilizarbe<br>2. Bach. José Jean Franco Ramos Rupay                           | PROYECTO:     | EDIFICIO MULTIFAMILIAR SIENA   | UBICACION: | DISTRITO DE LA VICTORIA - LIMA |
|               |  | ESPECIALIDAD: | INSTALACIONES MECÁNICAS DE GNS |            |                                |



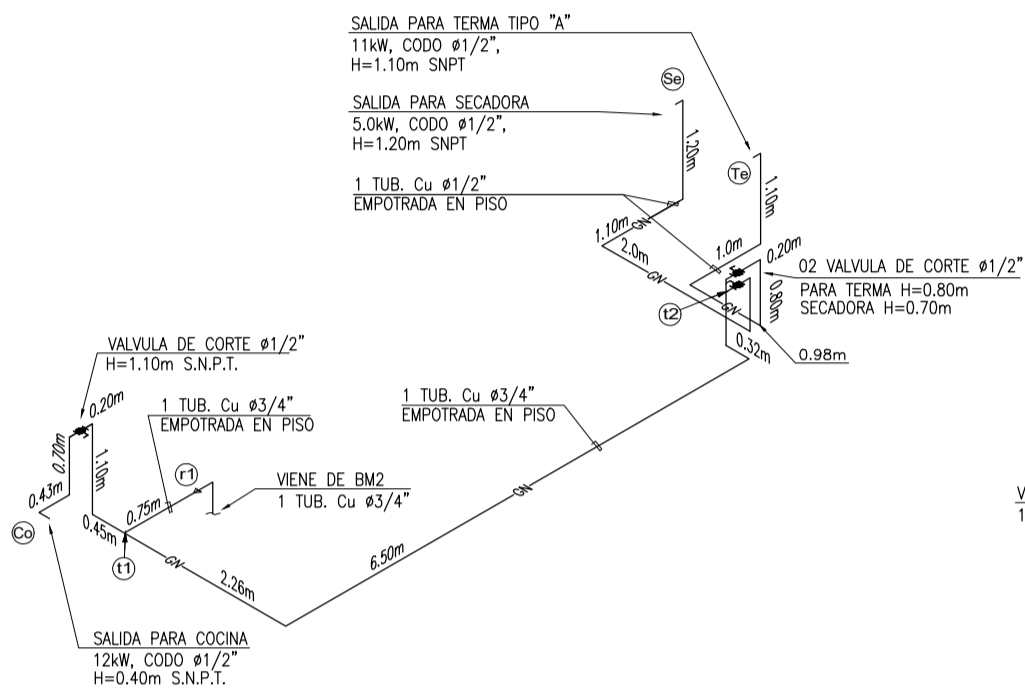
"LINEAS INDIVIDUALES N°2"  
VISTA ISOMETRICA  
PARA LOS DEPARTAMENTOS  
102, 203, 303, 404, 504, 604,  
704, 804, 904, 1004, 1104,  
1204, 1304 Y 1404  
S./E.



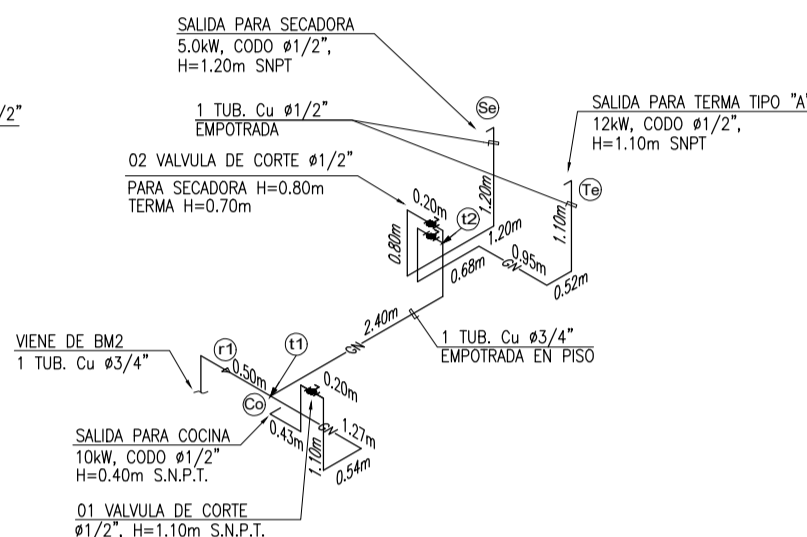
"LINEAS INDIVIDUALES N°4"  
VISTA ISOMETRICA  
PARA LOS DEPARTAMENTOS  
101, 401, 501, 601, 701, 801,  
901, 1001, 1101, 1201,  
1301 Y 1401.  
S./E.



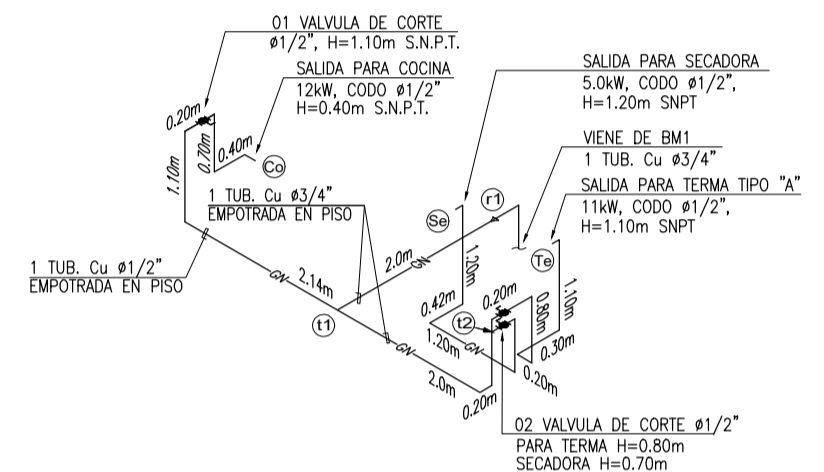
"LINEAS INDIVIDUALES N°3"  
VISTA ISOMETRICA  
DEPARTAMENTO 103  
S./E.



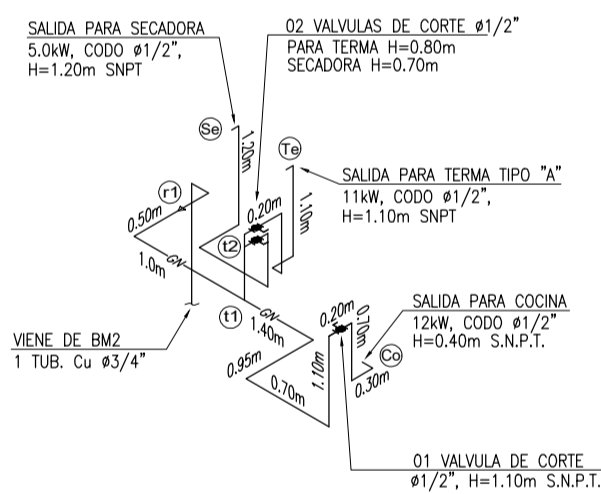
"LINEAS INDIVIDUALES N°5"  
VISTA ISOMETRICA  
DEPARTAMENTO 201 Y 301  
S./E.



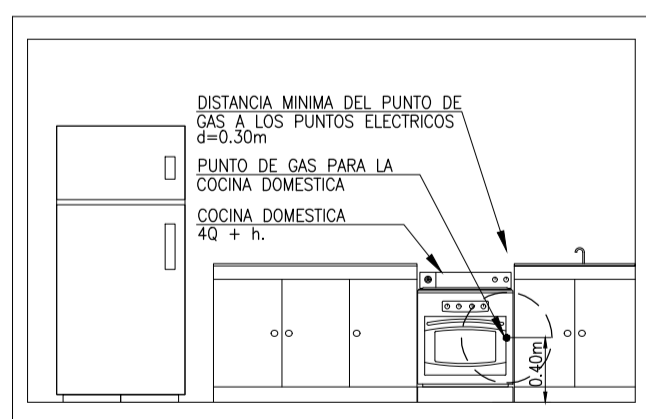
"LINEAS INDIVIDUALES N°3"  
VISTA ISOMETRICA  
PARA LOS DEPARTAMENTOS  
204, 304, 405, 505, 605, 705,  
805, 905, 1005, 1105, 1205,  
1305 Y 1405  
S./E.



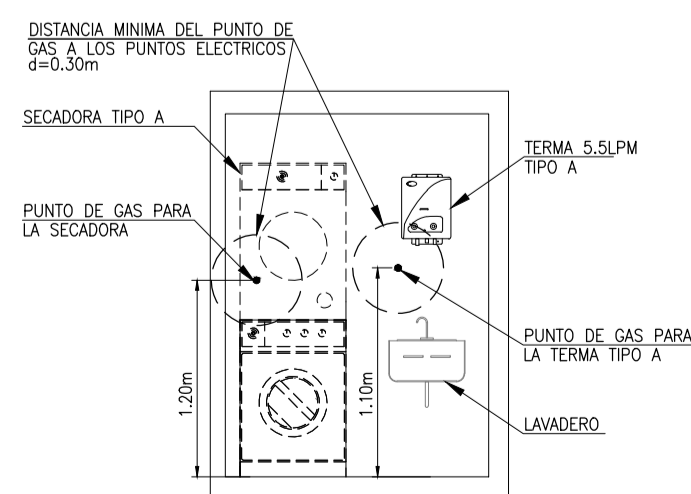
"LINEAS INDIVIDUALES N°1"  
VISTA ISOMETRICA  
PARA LOS DEPARTAMENTOS  
202, 302, 403, 503, 603, 703,  
803, 903, 1003, 1103, 1203,  
1303 Y 1403  
S./E.



"LINEAS INDIVIDUALES N°5"  
VISTA ISOMETRICA  
PARA LOS DEPARTAMENTOS  
402, 502, 602, 702, 802, 902,  
1002, 1102, 1202, 1302 Y 1402  
S./E.



AMBIENTE COCINA



AMBIENTE LAVADERIA

DETALLE REFERENCIAL DE UBICACION DEL  
PUNTO DE GAS PARA GASDOMESTICOS  
TIPO A  
S./E.

### ESPECIFICACIONES TECNICAS GAS NATURAL

LA INSTALACIÓN DE LA LÍNEA MONTANTE SE REALIZÓ CON TUBERÍA DE COBRE TIPO L DE  $\phi 1/2"$  Y  $\phi 3/4"$  (SIN COSTURA) Y LA LÍNEA INTERNA INDIVIDUAL CON TUBERÍA COBRE TIPO L DE  $\phi 1/2"$  Y  $\phi 3/4"$ .  
LA LÍNEA MONTANTE SE INSTALÓ A LA VISTA Y EMPOTRADA POR PISO E PARED, DONDE LOS TRAMOS EMPOTRADOS TENDRÁN UNA PROTECCIÓN MECÁNICA DE PVC.  
LA LÍNEA MONTANTE ESTÁ DISEÑADA PARA SUMINISTRAR EL CAUDAL NECESARIO DE GAS PARA EL TOTAL DE DEPARTAMENTOS.  
LA LÍNEA INTERNA INDIVIDUAL SE ENCUENTRA RECORRIENDO EMPOTRADA POR PISO Y PARED.  
SE INSTALARON VENTILACIONES INFERIORES Y SUPERIORES AL EXTERIOR CON UN ÁREA REQUERIDA MÍNIMA DE 280 cm<sup>2</sup>.

LA LÍNEA MONTANTE Y LÍNEA INTERNA INDIVIDUAL ESTÁN INSTALADOS, CUMPLIENDO LAS SIGUIENTES DISTANCIA CON OTROS TIPOS DE TUBERÍA:

| TUBERÍA DE OTROS SERVICIOS | CURSO PARALELO | CRUCE |
|----------------------------|----------------|-------|
| conducción agua caliente   | 3cm            | 3cm   |
| conducción eléctrica       | 3cm            | 3cm   |
| conducción de vapor        | 5cm            | 5cm   |
| chimeneas                  | 5cm            | 5cm   |

### UNIONES

LA LÍNEA MONTANTE SE UNIÓ APLICANDO SOLDADURA FUERTE POR CAPILARIDAD  
LA LÍNEA INDIVIDUAL SE UNIÓ APLICANDO SOLDADURA FUERTE POR CAPILARIDAD

### VALVULAS

LAS VALVULAS DE CORTE SON DE CIERRE RÁPIDO DE 1/4 DE VUELTA CON TOPE.  
LAS VALVULAS DE CORTE Y DE SERVICIO TIENEN UNA CLASIFICACIÓN DE RESISTENCIA DE 10bar.

### SEGURIDAD

FINALIZADO LA CONSTRUCCIÓN DE TODA LA INSTALACIÓN SE REALIZÓ LA PRUEBA DE HERMETICIDAD CORRESPONDIENTE A LA LÍNEA MONTANTE Y LA LÍNEA INDIVIDUAL INTERNA.

LAS SALIDAS SE ENCUENTRAN PROVISTAS DE TAPONES QUE PROPORCIONAN LA HERMETICIDAD.

TODA SALIDA DE GAS y/o VALVULA SE ENCUENTRA EN UN RADIO MÍN. DE 0.30cm DE CUALQUIER PUNTO ELÉCTRICO.

LA PRUEBA DE HERMETICIDAD PROPORCIONA LOS RESULTADOS SATISFATORIOS DE LA TABLA SIGUIENTE:

| Línea              | Presión de Operación en la tubería           | Presión mínima de ensayo | Tiempo mínimo de ensayo |
|--------------------|--|--------------------------|-------------------------|
| INDIVIDUAL INTERNA | $P \leq 13.8 \text{ kPa}$                    | COBRE                    | COBRE                   |
|                    | $P \leq 2 \text{ psig}$                      | 55.2 kPa                 | PE-AL-PE                |
|                    | $P \leq 136 \text{ mbar}$                    | 82 kPa                   | COBRE                   |
| MONTANTE           | $13.8 \text{ kPa} < P \leq 34.5 \text{ kPa}$ | 82 kPa                   | 10 minutos              |
|                    | $2.0 \text{ psig} < P \leq 5.0 \text{ psig}$ | 12 psig                  | 5 minutos               |
|                    | $138 \text{ mbar} < P \leq 340 \text{ mbar}$ | 544 mbar                 | 827 mbar                |

\* Concluida la prueba de hermeticidad satisfactoriamente se entregará un acta de conformidad.

### CONSIDERACIONES GENERALES PARA EL DIMENSIONAMIENTO DE TUBERIAS

LA INSTALACIÓN ESTARÁ DIMENSIONADA PARA CONDUCIR EL CAUDAL REQUERIDO POR LOS EQUIPOS DE CONSUMO EN EL MOMENTO DE MÁXIMA DEMANDA (COCINA, TERMA Y SECADORA).  
LOS ELEMENTOS A SER INSTALADOS DESPUÉS DE LOS REGULADORES SERÁN SELECCIONADOS CONSIDERANDO LA PRESIÓN MÁXIMA A LA QUE ESTARÁN SOMETIDOS TENIENDO EN CUENTA EL VALOR DE LAS SOBRES PRESIONES POSIBLES.

LAS DIMENSIONES DE LAS TUBERÍAS ESTARÁN EN FUNCIÓN DE LOS SIGUIENTES VALORES:

- MÁXIMA CANTIDAD DE GAS NATURAL SECO PROYECTADA POR CADA DEPARTAMENTO PARA LOS EQUIPOS DE CONSUMO Y TODO EL EDIFICIO ES:  
2.31 m<sup>3</sup>/h  
53.31 m<sup>3</sup>/h
- LOS CÁLCULOS Y DIMENSIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN INTERNA GARANTIZA LAS CONDICIONES DE PRESIÓN Y CAUDAL REQUERIDAS POR LOS ARTEFACTOS A GAS NATURAL. LA PRESIÓN DE USO PARA ARTEFACTOS A GAS NATURAL PARA USO RESIDENCIAL DEBERÁ TENER UNA PRESIÓN MÍNIMA DE 17 mbar Y UNA PRESIÓN MÁXIMA DE 25 mbar.
- VELOCIDAD PERMISIBLE DEL GAS NO SERÁ MAYOR PARA BAJA PRESIÓN Y MEDIA PRESIÓN A, DE 40 m/sq.
- PARA EL DIMENSIONAMIENTO DE LAS TUBERÍAS SE UTILIZARÁN LAS FÓRMULAS DE RENOUDAN EN BAJA Y MEDIA PRESIÓN RESPECTIVAMENTE.
- PARA EL CÁLCULO DE LA VENTILACIÓN SE HA CONSIDERADO LOS MÉTODOS DE VENTILACIÓN PARA ESPACIOS CONFINADOS SEGÚN RNE EM 040:2018 EN EL PUNTO DE COMUNICACIÓN CON EL EXTERIOR A TRAVÉS DE DOS ABERTURAS. SE UTILIZAN DOS ABERTURAS PERMANENTES, UNA SUPERIOR Y UNA INFERIOR, CADA UNA CON UN ÁREA LIBRE OBTENIDA DE MULTIPLICAR 6cm<sup>2</sup> POR CADA Kw. DE POTENCIA NOMINAL AGREGADA A CONJUNTA DE LOS ARTEFACTOS A GAS INSTALADOS EN DICHO ESPACIO INTERIOR. POR SEGURIDAD EL ÁREA LIBRE MÍNIMA DE CADA ABERTURA SERÁ DE 280 cm<sup>2</sup>.

### ESPECIFICACIONES TECNICAS

| N° | DESCRIPCIÓN                        | ESPECIFICACIÓN TÉCNICA   |
|----|------------------------------------|--|
| 1  | VALVULA DE CORTE                   | TIPO ESFÉRICA DE EXTREMO ROSCADO PARA TUBERÍAS DE COBRE DE ACUERDO A LA NORMA ANSI B16.34.   |
| 2  | TUBERÍA PRINCIPAL                  | DE COBRE TIPO "L" DE $\phi 3/4"$ , DE ACUERDO A LAS NORMAS NPT 342.052 O ASTM B88.   |
| 3  | TUBERÍA SECUNDARIA                 | DE COBRE TIPO "L" DE $\phi 1/2"$ , DE ACUERDO A LAS NORMAS NPT 342.052 O ASTM B88.   |
| 4  | CODOS, REDUCCIONES, TEES Y UNIONES | LOS ACCESORIOS (CODOS, TEES, UNIONES Y REDUCTORES) CUMPLIRÁN CON LO ESTABLECIDO EN LAS NTP 342.522-2 A NTP 342.522-20, O NORMA TÉCNICA EQUIVALENTE ANSI B 16.18 Y ASME B 16.22 |

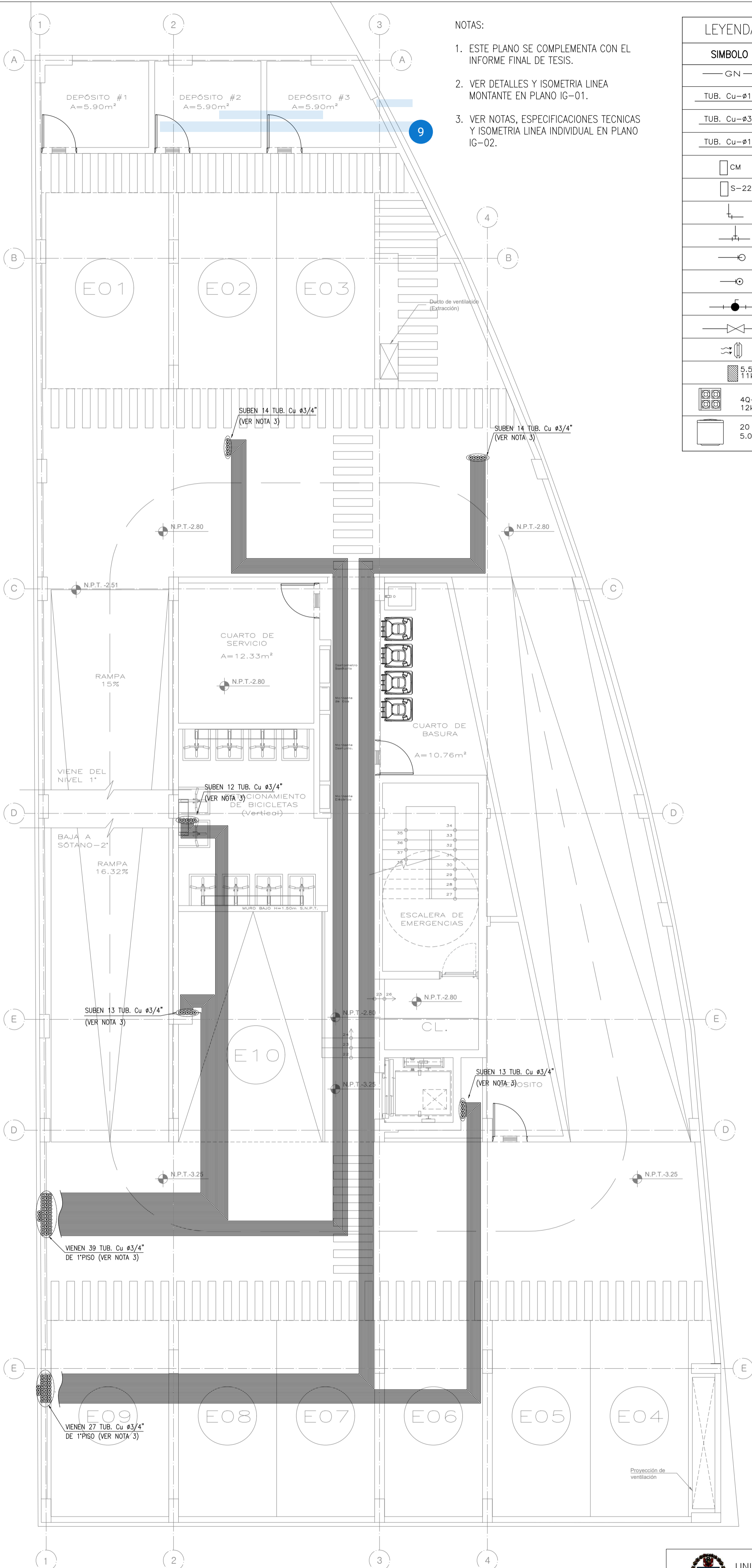
|  |  |  |
|--|--|--|
| <p>UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR<br/>FACULTA DE INGENIERÍA Y GESTIÓN<br/>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA</p> | LÁMINA   |  |
|  | <h1>IG-02</h1>   |  |
| <p>PLANO:</p> <p style="text-align: center;">TOPOLOGÍA 2<br/>VISTA ISOMÉTRICA DE LAS LINEAS INDIVIDUALES<br/>Y DETALLES</p>                      | DE: 06   |  |
| <p>DISEÑADO POR</p> <p>1. Bach. Rudy Jesus Capa Ilizarbe<br/>2. Bach. José Jean Franco Ramos Rupay</p>   | <p>PROYECTO</p> <p>EDIFICIO MULTIFAMILIAR SIENA</p> <p>UBICACIÓN</p> <p>DISTRITO DE LA VICTORIA - LIMA</p> | <p>FECHA</p> <p>Diciembre 2023</p> <p>ESCALA</p> <p>1/75</p> <p>ESPECIALIDAD</p> <p>INSTALACIONES MECÁNICAS DE GNS</p> |

NOTAS:

1. ESTE PLANO SE COMPLEMENTA CON EL INFORME FINAL DE TESIS.
2. VER DETALLES Y ISOMETRIA LINEA MONTANTE EN PLANO IG-01.
3. VER NOTAS, ESPECIFICACIONES TECNICAS Y ISOMETRIA LINEA INDIVIDUAL EN PLANO IG-02.

LEYENDA DE INSTALACIONES MECANICAS PARA GAS NATURAL SECO

| SIMBOLO              | DESCRIPCION  | CAJAS (mm.)                  | ALTURA AL EJE (m. S.N.P.T.)                     |
|----------------------|--|------------------------------|---|
| — GN —               | TUBERIA PARA GAS NATURAL SECO TIPO DE COBRE DIAMETRO INDICADO  | ---                          | EMPOTRADA EN PARED Ó PISO                       |
| TUB. Cu- $\phi 1/2"$ | TUB: TUBERIA DE COBRE TIPO "L" DE 13.84mm DE DIAMETRO INTERIOR, UNIONES Y ACCESORIOS SOLDABLES POR CAPILARIDAD.  | ---                          | EMPOTRADA EN PARED Ó PISO                       |
| TUB. Cu- $\phi 3/4"$ | TUB: TUBERIA DE COBRE TIPO "L" DE 19.95mm DE DIAMETRO INTERIOR, UNIONES Y ACCESORIOS SOLDABLES POR CAPILARIDAD.  | ---                          | EMPOTRADA EN PARED Ó PISO                       |
| TUB. Cu- $\phi 1"$   | TUB: TUBERIA DE COBRE TIPO "L" DE 26.04mm DE DIAMETRO INTERIOR, UNIONES Y ACCESORIOS SOLDABLES POR CAPILARIDAD.  | ---                          | ADOSADO EN TECHO Ó DUCTO                        |
| CM                   | CENTRO DE REGULACION Y MEDICION PARA 2ª ETAPA (POR CONCESIONARIO)  | INDICADA EN DETALLES         | ADOSADO A DUCTO H=1.80m (B.S.)                  |
| S-22                 | CENTRO DE REGULACION 1ª ETAPA PARA GAS NATURAL SECO (POR CONCESIONARIO)  | RECTANGULAR F'G' 230x340x190 | EMPOTRADA EN MURO H=0.35m (B.I.)                |
| └                    | ACC. COBRE: CODO RECTO 90°, SOLDABLE POR CAPILARIDAD.  | ---                          | EMPOTRADA EN PARED Ó PISO                       |
| └                    | ACC. PAP: CODO RECTO 90° o CURVA DE SER NECESARIO, GRAFADO.  | ---                          | EMPOTRADA EN PARED Ó PISO                       |
| └                    | ACC. COBRE: TEE RECTO 90°, SOLDABLE POR CAPILARIDAD.   | ---                          | EMPOTRADA EN PARED Ó PISO                       |
| └                    | ACC. PAP: TEE RECTO 90°, UNION TIPO GRAFADO.   | ---                          | EMPOTRADA EN PARED Ó PISO                       |
| ○                    | TUBERIA QUE BAJA.  | ---                          | EMPOTRADA EN PARED Ó PISO                       |
| ○                    | TUBERIA QUE SUBE.  | ---                          | EMPOTRADA EN PARED Ó PISO                       |
| ●                    | VALVULA DE BOLA DE 1/4 DE VUELTA Y TOPE, CON MANIJA TIPO MARIPOSA O SEGUN INDICACION, DIAMETRO INDICADO.   | NICHO 130x100x70             | EN PARED H=0.70m (SALVO INDICACION)             |
| ●                    | VALVULA DE BOLA DE 1/4 DE VUELTA Y TOPE, CON MANIJA TIPO PALANCA O SEGUN INDICACION, DIAMETRO INDICADO.  | RECTANGULAR F'G' 250x300x150 | EN PARED H=0.93m (EJE)                          |
| ⋈                    | REJILLA DE VENTILACION DE MATERIAL PLASTICO O ALUMINIO. SUS DIMENSIONES PUEDEN VARIAR SIEMPRE QUE SE MANTENGA O SUPERE SU AREA MINIMA EFECTIVA INDICADO EN PLANOS. | INDICADO EN PLANOS           | SEPARADO DE TECHO/PISO H=0.30m (Max.) de Bordes |
| 5.5 LPM. 11kW        | TERMA ODS SIN DUCTO TIPO A, SU SALIDA DE GAS NATURAL SE COORDINARA CON LAS INSTALACIONES SANITARIAS RESPECTIVAS  | ---                          | ADOSADO, H=DEFINIDO EN OBRA                     |
| 4Q+horno 12kW        | COCINA DOMESTICA TIPO A, SU SALIDA DE GAS NATURAL SE COORDINARA CON LAS INSTALACIONES ELECTRICAS RESPECTIVAS.  | ---                          | ADOSADO, H=DEFINIDO EN OBRA                     |
| 20 kg 5.0kW          | SECADORA TIPO A, SU SALIDA DE GAS NATURAL SE COORDINARA CON LAS INSTALACIONES ELECTRICAS RESPECTIVAS.  | ---                          | ADOSADO, H=DEFINIDO EN OBRA                     |



NOTAS:

- ESTE PLANO SE COMPLEMENTA CON EL INFORME FINAL DE TESIS.
- VER DETALLES Y ISOMETRIA LINEA MONTANTE EN PLANO IG-01.
- VER NOTAS, ESPECIFICACIONES TECNICAS Y ISOMETRIA LINEA INDIVIDUAL EN PLANO IG-02.

LEYENDA DE INSTALACIONES MECANICAS PARA GAS NATURAL SECO

| SIMBOLO  | DESCRIPCION   | CAJAS (mm.)                  | ALTURA AL EJE (m. S.N.P.T.)                     |
|--|---|------------------------------|---|
| GN   | TUBERIA PARA GAS NATURAL SECO TIPO DE COBRE DIAMETRO INDICADO   | ---                          | EMPOTRADA EN PARED O PISO                       |
| TUB. Cu- $\phi$ 1/2"   | TUB: TUBERIA DE COBRE TIPO "L" DE 13.84mm DE DIAMETRO INTERIOR, UNIONES Y ACCESORIOS SOLDABLES POR CAPILARIDAD. | ---                          | EMPOTRADA EN PARED O PISO                       |
| TUB. Cu- $\phi$ 3/4"   | TUB: TUBERIA DE COBRE TIPO "L" DE 19.95mm DE DIAMETRO INTERIOR, UNIONES Y ACCESORIOS SOLDABLES POR CAPILARIDAD. | ---                          | EMPOTRADA EN PARED O PISO                       |
| TUB. Cu- $\phi$ 1"   | TUB: TUBERIA DE COBRE TIPO "L" DE 26.04mm DE DIAMETRO INTERIOR, UNIONES Y ACCESORIOS SOLDABLES POR CAPILARIDAD. | ---                          | ADOSADO EN TECHO O DUCTO                        |
| CM   | CENTRO DE REGULACION Y MEDICION PARA 2ª ETAPA (POR CONCESIONARIO)   | INDICADA EN DETALLES         | ADOSADO A DUCTO H=1.80m (B.S.)                  |
| S-22   | CENTRO DE REGULACION 1ª ETAPA PARA GAS NATURAL SECO (POR CONCESIONARIO)   | RECTANGULAR F'G' 230x300x190 | EMPOTRADA EN MURO H=0.35m (B.I.)                |
| ACC. COBRE: CODO RECTO 90°, SOLDABLE POR CAPILARIDAD. ACC. PAP: CODO RECTO 90° O CURVA DE SER NECESARIO, GRAFADO.  |   | ---                          | EMPOTRADA EN PARED O PISO                       |
| ACC. COBRE: TEE RECTO 90°, SOLDABLE POR CAPILARIDAD. ACC. PAP: TEE RECTO 90°, UNION TIPO GRAFADO.  |   | ---                          | EMPOTRADA EN PARED O PISO                       |
| TUBERIA QUE BAJA.  |   | ---                          | EMPOTRADA EN PARED O PISO                       |
| TUBERIA QUE SUBE.  |   | ---                          | EMPOTRADA EN PARED O PISO                       |
| VALVULA DE BOLA DE 1/4 DE VUELTA Y TOPE, CON MANIJA TIPO MARIPOSA O SEGUN INDICACION, DIAMETRO INDICADO.   |   | NICHO 130x100x70             | EN PARED H=0.70m (SALVO INDICACION)             |
| VALVULA DE BOLA DE 1/4 DE VUELTA Y TOPE, CON MANIJA TIPO PALANCA O SEGUN INDICACION, DIAMETRO INDICADO.  |   | RECTANGULAR F'G' 250x300x150 | EN PARED H=0.93m (EJE)                          |
| REJILLA DE VENTILACION DE MATERIAL PLASTICO O ALUMINIO. SUS DIMENSIONES PUEDEN VARIAR SIEMPRE QUE SE MANTENGA O SUPERE SU AREA MINIMA EFECTIVA INDICADO EN PLANOS. |   | INDICADO EN PLANOS           | SEPARADO DE TECHO/PISO H=0.30m (Max.) de Bordes |
| TERMA OPS SIN DUCTO TIPO A , SU SALIDA DE GAS NATURAL SE COORDINARA CON LAS INSTALACIONES SANITARIAS RESPECTIVAS   |   | ---                          | ADOSADO, H=DEFINIDO EN OBRA                     |
| 40+horno 12kW  | COCINA DOMESTICA TIPO A, SU SALIDA DE GAS NATURAL SE COORDINARA CON LAS INSTALACIONES ELECTRICAS RESPECTIVAS.   | ---                          | ADOSADO, H=DEFINIDO EN OBRA                     |
| 20 kg 5.0kW  | SECADORA TIPO A, SU SALIDA DE GAS NATURAL SE COORDINARA CON LAS INSTALACIONES ELECTRICAS RESPECTIVAS.           | ---                          | ADOSADO, H=DEFINIDO EN OBRA                     |

ESPECIFICACIONES TECNICAS RNE EM-040

VENTILACION

PARA EDIFICACIONES NUEVAS:

SE DEBERA CONSIDERAR OBLIGATORIAMENTE EN EL DISEÑO ARQUITECTONICO DE LAS AREAS DE LAVANDERIA Y/O COCINA LA EXISTENCIA DE UNA ABERTURA INFERIOR Y OTRA SUPERIOR PARA VENTILACION, AMBAS PERMANENTES Y CON ACCESO AL EXTERIOR DE LA EDIFICACION (ES DECIR, CON ACCESO A LA ATMOSFERA EXTERIOR, A UN PATIO DE VENTILACION O A UN AMBIENTE ABIERTO HACIA EL EXTERIOR).

EL LADO INFERIOR DE LA ABERTURA INFERIOR ASI COMO EL LADO SUPERIOR DE LA ABERTURA SUPERIOR ESTARAN UBICADOS COMO MAXIMO A LOS 30 cm SOBRE EL NIVEL DEL PISO Y DEL TECHO TERMINADO RESPECTIVAMENTE CON UNA AREA MINIMA TOTAL DE 280 cm<sup>2</sup> C/U HACIA EL EXTERIOR, 645 cm<sup>2</sup> C/U HACIA EL INTERIOR Y CUYO LADO MINIMO SERA DE 8 cm.

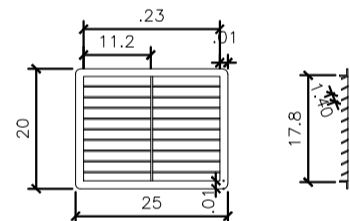
EN CASO EXISTA UN ELEMENTO ESTRUCTURAL; LA VENTILACION SUPERIOR SE UBICARA SEGUIDAMENTE DE DICHA ESTRUCTURA (VIGA)

EN CASO EXISTA UN DINTEL DE DRYWALL, LADRILLO U OTRO MATERIAL; LA VENTILACION SUPERIOR SE UBICARA SOBRE EL MISMO, RESPETANDO LOS 30 cm COMO MAXIMO.

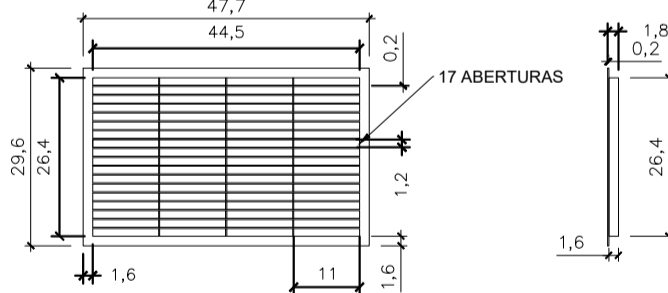
PATIO DE VENTILACION:

EN VIVIENDAS UNIFAMILIARES SE VA A CONSIDERAR UNA SECCION TRANSVERSAL NO MENOR A 4 m<sup>2</sup> NO DEBIENDO SU LADO MENOR SER INFERIOR A 2 m.

EN VIVIENDAS MULTIFAMILIARES LA SECCION TRANSVERSAL MINIMA SERA DE 4.84 m<sup>2</sup> Y EL LADO MENOR NO DEBERA SER INFERIOR A 2.20 m.

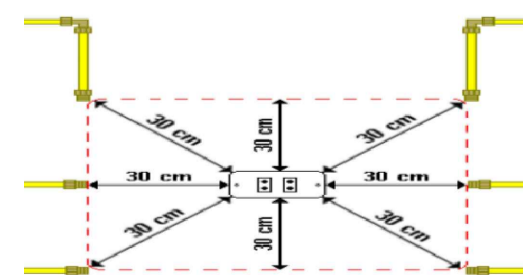


DETALLE REFERENCIAL PARA LA REJILLA DE VENTILACION (cm) AREA EFECTIVA DE LA VENTILACION DE 280cm<sup>2</sup> S./E.



DETALLE REFERENCIAL PARA LA REJILLA DE VENTILACION (cm) AREA EFECTIVA DE LA VENTILACION DE 645cm<sup>2</sup> S./E.

Distancias de tomacorrientes Al punto de conexión al artefacto. (Incluye la instalación interna y artefacto)



INSTALACIONES MECANICAS DE GNS - 1° PISO

ESC.: 1/75



UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR  
FACULTA DE INGENIERÍA Y GESTIÓN  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

LÁMINA

IG-04

PLANO:

TOPOLOGÍA 2  
PLANTA 1° PISO

DE: 06

DISEÑADO POR

1. Bach. Rudy Jesus Capa Ilizarbe  
2. Bach. José Jean Franco Ramos Rupay

PROYECTO

EDIFICIO MULTIFAMILIAR SIENA

FECHA

Diciembre 2023

ESCALA

1/75

UBICACION

DISTRITO DE LA VICTORIA - LIMA

ESPECIALIDAD

INSTALACIONES MECANICAS DE GNS

NOTAS:

1. ESTE PLANO SE COMPLEMENTA CON EL INFORME FINAL DE TESIS.
2. VER DETALLES Y ISOMETRIA LINEA MONTANTE EN PLANO IG-01.
3. VER NOTAS, ESPECIFICACIONES TECNICAS Y ISOMETRIA LINEA INDIVIDUAL EN PLANO IG-02.

LEYENDA DE INSTALACIONES MECANICAS PARA GAS NATURAL SECO

| SIMBOLO              | DESCRIPCION  | CAJAS (mm.)                  | ALTURA AL EJE (m. S.N.P.T.)                     |
|----------------------|--|------------------------------|---|
| — GN —               | TUBERIA PARA GAS NATURAL SECO TIPO DE COBRE  | ---                          | EMPOTRADA EN PARED O PISO                       |
| TUB. Cu- $\phi$ 1/2" | TUB: TUBERIA DE COBRE TIPO "L" DE 13.84mm DE DIAMETRO INTERIOR, UNIONES Y ACCESORIOS SOLDABLES POR CAPILARIDAD.  | ---                          | EMPOTRADA EN PARED O PISO                       |
| TUB. Cu- $\phi$ 3/4" | TUB: TUBERIA DE COBRE TIPO "L" DE 19.95mm DE DIAMETRO INTERIOR, UNIONES Y ACCESORIOS SOLDABLES POR CAPILARIDAD.  | ---                          | EMPOTRADA EN PARED O PISO                       |
| TUB. Cu- $\phi$ 1"   | TUB: TUBERIA DE COBRE TIPO "L" DE 26.04mm DE DIAMETRO INTERIOR, UNIONES Y ACCESORIOS SOLDABLES POR CAPILARIDAD.  | ---                          | ADOSADO EN TECHO O DUCTO                        |
| CM                   | CENTRO DE REGULACION Y MEDICION PARA 2ª ETAPA (POR CONCESIONARIO)  | INDICADA EN DETALLES         | ADOSADO A DUCTO H=1.80m (B.S.)                  |
| S-22                 | CENTRO DE REGULACION 1ª ETAPA PARA GAS NATURAL SECO (POR CONCESIONARIO)  | RECTANGULAR F'G' 230x100x190 | EMPOTRADA EN MURO H=0.35m (B.I.)                |
| └┘                   | ACC. COBRE: CODO RECTO 90°, SOLDABLE POR CAPILARIDAD. ACC. PAP: CODO RECTO 90° O CURVA DE SER NECESARIO, GRAFADO.  | ---                          | EMPOTRADA EN PARED O PISO                       |
| └┘                   | ACC. COBRE: TEE RECTO 90°, SOLDABLE POR CAPILARIDAD. ACC. PAP: TEE RECTO 90°, UNION TIPO GRAFADO.  | ---                          | EMPOTRADA EN PARED O PISO                       |
| ○                    | TUBERIA QUE BAJA.  | ---                          | EMPOTRADA EN PARED O PISO                       |
| ○                    | TUBERIA QUE SUBE.  | ---                          | EMPOTRADA EN PARED O PISO                       |
| ○                    | VALVULA DE BOLA DE 1/4 DE VUELTA Y TOPE, CON MANIJA TIPO MARIPOSA O SEGUN INDICACION, DIAMETRO INDICADO.   | NICHO 130x100x70             | EN PARED H=0.70m (SALVO INDICACION)             |
| ○                    | VALVULA DE BOLA DE 1/4 DE VUELTA Y TOPE, CON MANIJA TIPO PALANCA O SEGUN INDICACION, DIAMETRO INDICADO.  | RECTANGULAR F'G' 250x300x150 | EN PARED H=0.93m (EJE)                          |
| ○                    | REJILLA DE VENTILACION DE MATERIAL PLASTICO O ALUMINIO. SUS DIMENSIONES PUEDEN VARIAR SIEMPRE QUE SE MANTENGA O SUPERE SU AREA MINIMA EFECTIVA INDICADO EN PLANOS. | INDICADO EN PLANOS           | SEPARADO DE TECHO/PISO H=0.30m (Max.) de Bordes |
| 5.5 LPM. 11kW        | TERMA COS SIN DUCTO TIPO A , SU SALIDA DE GAS NATURAL SE COORDINARA CON LAS INSTALACIONES SANITARIAS RESPECTIVAS   | ---                          | ADOSADO, H=DEFINIDO EN OBRA                     |
| 40+horno 12kW        | COCINA DOMESTICA TIPO A, SU SALIDA DE GAS NATURAL SE COORDINARA CON LAS INSTALACIONES ELECTRICAS RESPECTIVAS.  | ---                          | ADOSADO, H=DEFINIDO EN OBRA                     |
| 20 kg 5.0kW          | SECADORA TIPO A, SU SALIDA DE GAS NATURAL SE COORDINARA CON LAS INSTALACIONES ELECTRICAS RESPECTIVAS.  | ---                          | ADOSADO, H=DEFINIDO EN OBRA                     |

ESPECIFICACIONES TECNICAS RNE EM-040

VENTILACION

PARA EDIFICACIONES NUEVAS:

SE DEBERA CONSIDERAR OBLIGATORIAMENTE EN EL DISEÑO ARQUITECTONICO DE LAS AREAS DE LAVANDERIA Y/O COCINA LA EXISTENCIA DE UNA ABERTURA INFERIOR Y OTRA SUPERIOR PARA VENTILACION, AMBAS PERMANENTES Y CON ACCESO AL EXTERIOR DE LA EDIFICACION (ES DECIR, CON ACCESO A LA ATMOSFERA EXTERIOR, A UN PATIO DE VENTILACION O A UN AMBIENTE ABIERTO HACIA EL EXTERIOR).

EL LADO INFERIOR DE LA ABERTURA INFERIOR ASI COMO EL LADO SUPERIOR DE LA ABERTURA SUPERIOR ESTARAN UBICADOS COMO MAXIMO A LOS 30 cm SOBRE EL NIVEL DEL PISO Y DEL TECHO TERMINADO RESPECTIVAMENTE CON UNA AREA MINIMA TOTAL DE 280 cm<sup>2</sup> C/U HACIA EL EXTERIOR, 645 cm<sup>2</sup> C/U HACIA EL INTERIOR Y CUYO LADO MINIMO SERA DE 8 cm.

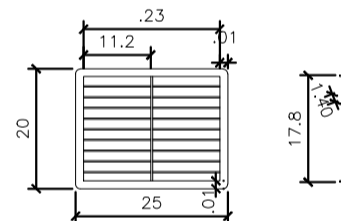
EN CASO EXISTA UN ELEMENTO ESTRUCTURAL; LA VENTILACION SUPERIOR SE UBICARA SEGUIDAMENTE DE DICHA ESTRUCTURA (VIGA)

EN CASO EXISTA UN DINTEL DE DRYWALL, LADRILLO U OTRO MATERIAL; LA VENTILACION SUPERIOR SE UBICARA SOBRE EL MISMO, RESPETANDO LOS 30 cm COMO MAXIMO.

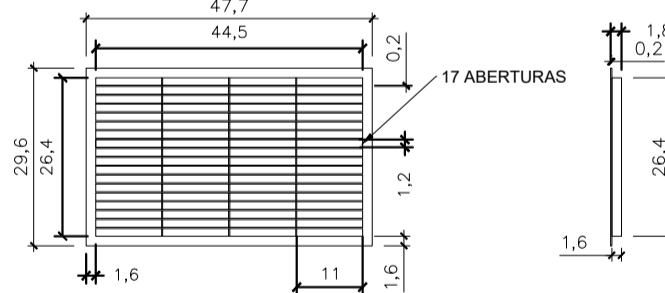
PATIO DE VENTILACION:

EN VIVIENDAS UNIFAMILIARES SE VA A CONSIDERAR UNA SECCION TRANSVERSAL NO MENOR A 4 m<sup>2</sup> NO DEBIENDO SU LADO MENOR SER INFERIOR A 2 m.

EN VIVIENDAS MULTIFAMILIARES LA SECCION TRANSVERSAL MINIMA SERA DE 4.84 m<sup>2</sup> Y EL LADO MENOR NO DEBERA SER INFERIOR A 2.20 m.

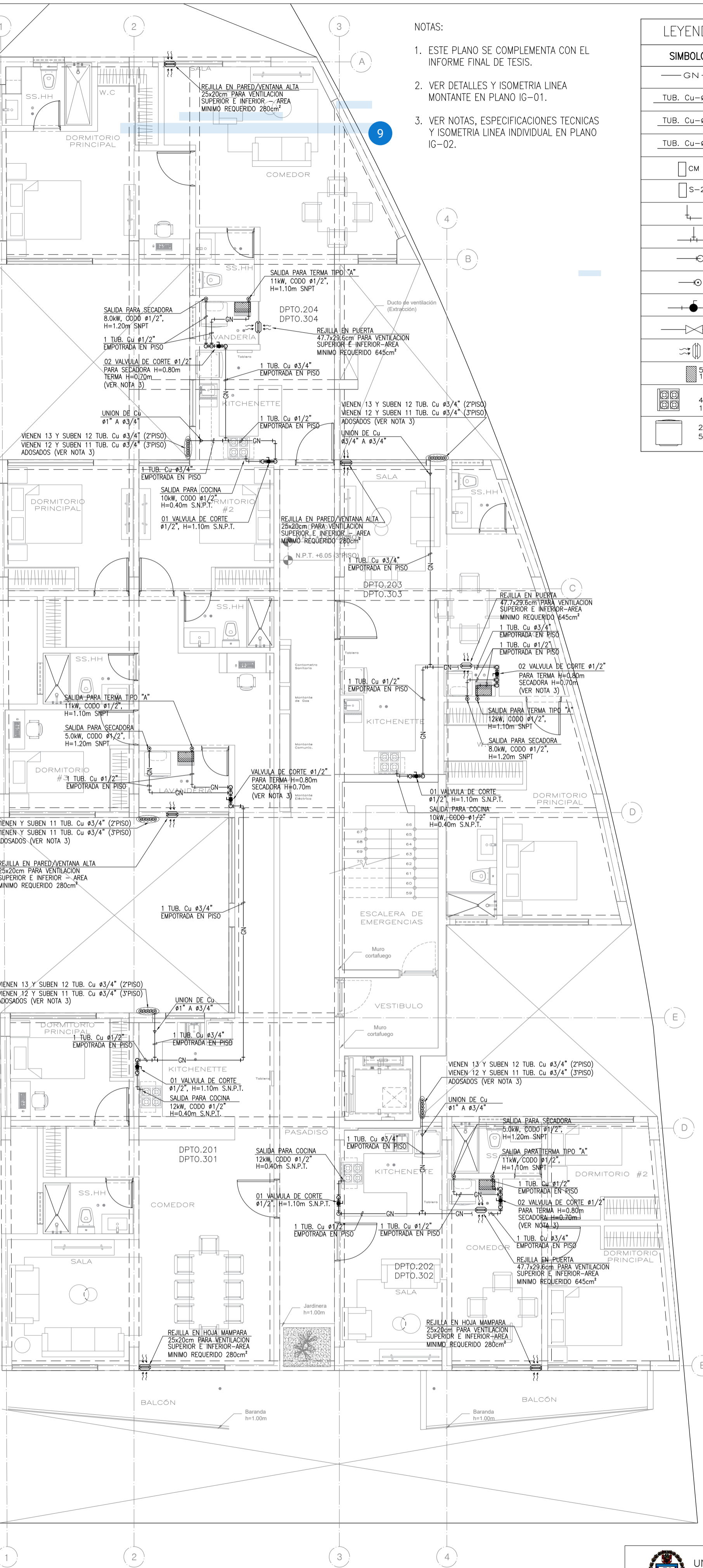
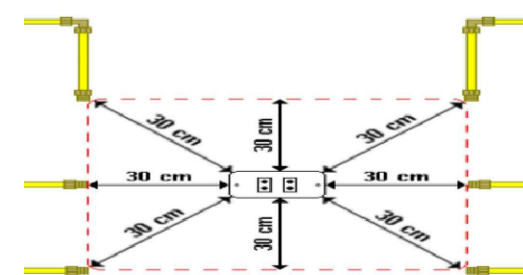


DETALLE REFERENCIAL PARA LA REJILLA DE VENTILACION (cm) AREA EFECTIVA DE LA VENTILACION DE 280cm<sup>2</sup> S./E.



DETALLE REFERENCIAL PARA LA REJILLA DE VENTILACION (cm) AREA EFECTIVA DE LA VENTILACION DE 645cm<sup>2</sup> S./E.

Distancias de tomacorrientes Al punto de conexión al artefacto. (Incluye la instalación interna y artefacto)



NOTAS:

- ESTE PLANO SE COMPLEMENTA CON EL INFORME FINAL DE TESIS.
- VER DETALLES Y ISOMETRIA LINEA MONTANTE EN PLANO IG-01.
- VER NOTAS, ESPECIFICACIONES TECNICAS Y ISOMETRIA LINEA INDIVIDUAL EN PLANO IG-02.

LEYENDA DE INSTALACIONES MECANICAS PARA GAS NATURAL SECO

| SIMBOLO              | DESCRIPCION  | CAJAS (mm.)                  | ALTURA AL EJE (m. S.N.P.T.)                     |
|----------------------|--|------------------------------|---|
| — GN —               | TUBERIA PARA GAS NATURAL SECO TIPO DE COBRE DIAMETRO INDICADO  | ---                          | EMPOTRADA EN PARED O PISO                       |
| TUB. Cu- $\phi 1/2"$ | TUB: TUBERIA DE COBRE TIPO "L" DE 13.84mm DE DIAMETRO INTERIOR, UNIONES Y ACCESORIOS SOLDABLES POR CAPILARIDAD.  | ---                          | EMPOTRADA EN PARED O PISO                       |
| TUB. Cu- $\phi 3/4"$ | TUB: TUBERIA DE COBRE TIPO "L" DE 19.95mm DE DIAMETRO INTERIOR, UNIONES Y ACCESORIOS SOLDABLES POR CAPILARIDAD.  | ---                          | EMPOTRADA EN PARED O PISO                       |
| TUB. Cu- $\phi 1"$   | TUB: TUBERIA DE COBRE TIPO "L" DE 26.04mm DE DIAMETRO INTERIOR, UNIONES Y ACCESORIOS SOLDABLES POR CAPILARIDAD.  | ---                          | ADOSADO EN TECHO O DUCTO                        |
| CM                   | CENTRO DE REGULACION Y MEDICION PARA 2ª ETAPA (POR CONCESIONARIO)  | INDICADA EN DETALLES         | ADOSADO A DUCTO H=1.80m (B.S.)                  |
| S-22                 | CENTRO DE REGULACION 1ª ETAPA PARA GAS NATURAL SECO (POR CONCESIONARIO)  | RECTANGULAR F'G' 230x340x190 | EMPOTRADA EN MURO H=0.35m (B.I.)                |
| └                    | ACC. COBRE: CODO RECTO 90°, SOLDABLE POR CAPILARIDAD. ACC. PAP: CODO RECTO 90° o CURVA DE SER NECESARIO, GRAFADO.  | ---                          | EMPOTRADA EN PARED O PISO                       |
| └                    | ACC. COBRE: TEE RECTO 90°, SOLDABLE POR CAPILARIDAD. ACC. PAP: TEE RECTO 90°, UNION TIPO GRAFADO.  | ---                          | EMPOTRADA EN PARED O PISO                       |
| ○                    | TUBERIA QUE BAJA.  | ---                          | EMPOTRADA EN PARED O PISO                       |
| ○                    | TUBERIA QUE SUBE.  | ---                          | EMPOTRADA EN PARED O PISO                       |
| ○                    | VALVULA DE BOLA DE 1/4 DE VUELTA Y TOPE, CON MANIJA TIPO MARIPOSA O SEGUN INDICACION, DIAMETRO INDICADO.   | NICHO 130x100x70             | EN PARED H=0.70m (SALVO INDICACION)             |
| ○                    | VALVULA DE BOLA DE 1/4 DE VUELTA Y TOPE, CON MANIJA TIPO PALANCA O SEGUN INDICACION, DIAMETRO INDICADO.  | RECTANGULAR F'G' 250x300x150 | EN PARED H=0.93m (EJE)                          |
| ○                    | REJILLA DE VENTILACION DE MATERIAL PLASTICO O ALUMINIO. SUS DIMENSIONES PUEDEN VARIAR SIEMPRE QUE SE MANTENGA O SUPERE SU AREA MINIMA EFECTIVA INDICADO EN PLANOS. | INDICADO EN PLANOS           | SEPARADO DE TECHO/PISO H=0.30m (Max.) de Bordes |
| 5.5 L.P.M. 11kW      | TERMA OPS SIN DUCTO TIPO A , SU SALIDA DE GAS NATURAL SE COORDINARA CON LAS INSTALACIONES SANITARIAS RESPECTIVAS   | ---                          | ADOSADO, H=DEFINIDO EN OBRA                     |
| 40+horno 12kW        | COCINA DOMESTICA TIPO A, SU SALIDA DE GAS NATURAL SE COORDINARA CON LAS INSTALACIONES ELECTRICAS RESPECTIVAS.  | ---                          | ADOSADO, H=DEFINIDO EN OBRA                     |
| 20 kg 5.0kW          | SECADORA TIPO A, SU SALIDA DE GAS NATURAL SE COORDINARA CON LAS INSTALACIONES ELECTRICAS RESPECTIVAS.  | ---                          | ADOSADO, H=DEFINIDO EN OBRA                     |

ESPECIFICACIONES TECNICAS RNE EM-040

VENTILACION

PARA EDIFICACIONES NUEVAS:

SE DEBERA CONSIDERAR OBLIGATORIAMENTE EN EL DISEÑO ARQUITECTÓNICO DE LAS ÁREAS DE LAVANDERIA Y/O COCINA LA EXISTENCIA DE UNA ABERTURA INFERIOR Y OTRA SUPERIOR PARA VENTILACION, AMBAS PERMANENTES Y CON ACCESO AL EXTERIOR DE LA EDIFICACION (ES DECIR, CON ACCESO A LA ATMÓSFERA EXTERIOR, A UN PATIO DE VENTILACION O A UN AMBIENTE ABIERTO HACIA EL EXTERIOR).

EL LADO INFERIOR DE LA ABERTURA INFERIOR ASI COMO EL LADO SUPERIOR DE LA ABERTURA SUPERIOR ESTARAN UBICADOS COMO MÁXIMO A LOS 30 cm SOBRE EL NIVEL DEL PISO Y DEL TECHO TERMINADO RESPECTIVAMENTE CON UNA AREA MINIMA TOTAL DE 280 cm<sup>2</sup> C/U HACIA EL EXTERIOR, 645 cm<sup>2</sup> C/U HACIA EL INTERIOR Y CUYO LADO MINIMO SERA DE 8 cm.

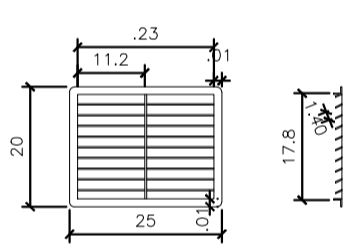
EN CASO EXISTA UN ELEMENTO ESTRUCTURAL; LA VENTILACION SUPERIOR SE UBICARA SEGUIDAMENTE DE DICHA ESTRUCTURA (VIGA)

EN CASO EXISTA UN DINTEL DE DRYWALL, LADRILLO U OTRO MATERIAL; LA VENTILACION SUPERIOR SE UBICARA SOBRE EL MISMO, RESPETANDO LOS 30 cm COMO MÁXIMO.

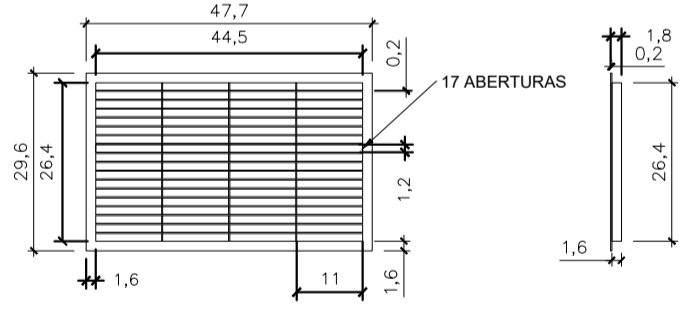
PATIO DE VENTILACION:

EN VIVIENDAS UNIFAMILIARES SE VA A CONSIDERAR UNA SECCION TRANSVERSAL NO MENOR A 4 m<sup>2</sup> NO DEBIENDO SU LADO MENOR SER INFERIOR A 2 m.

EN VIVIENDAS MULTIFAMILIARES LA SECCION TRANSVERSAL MINIMA SERA DE 4.84 m<sup>2</sup> Y EL LADO MENOR NO DEBERA SER INFERIOR A 2.20 m.

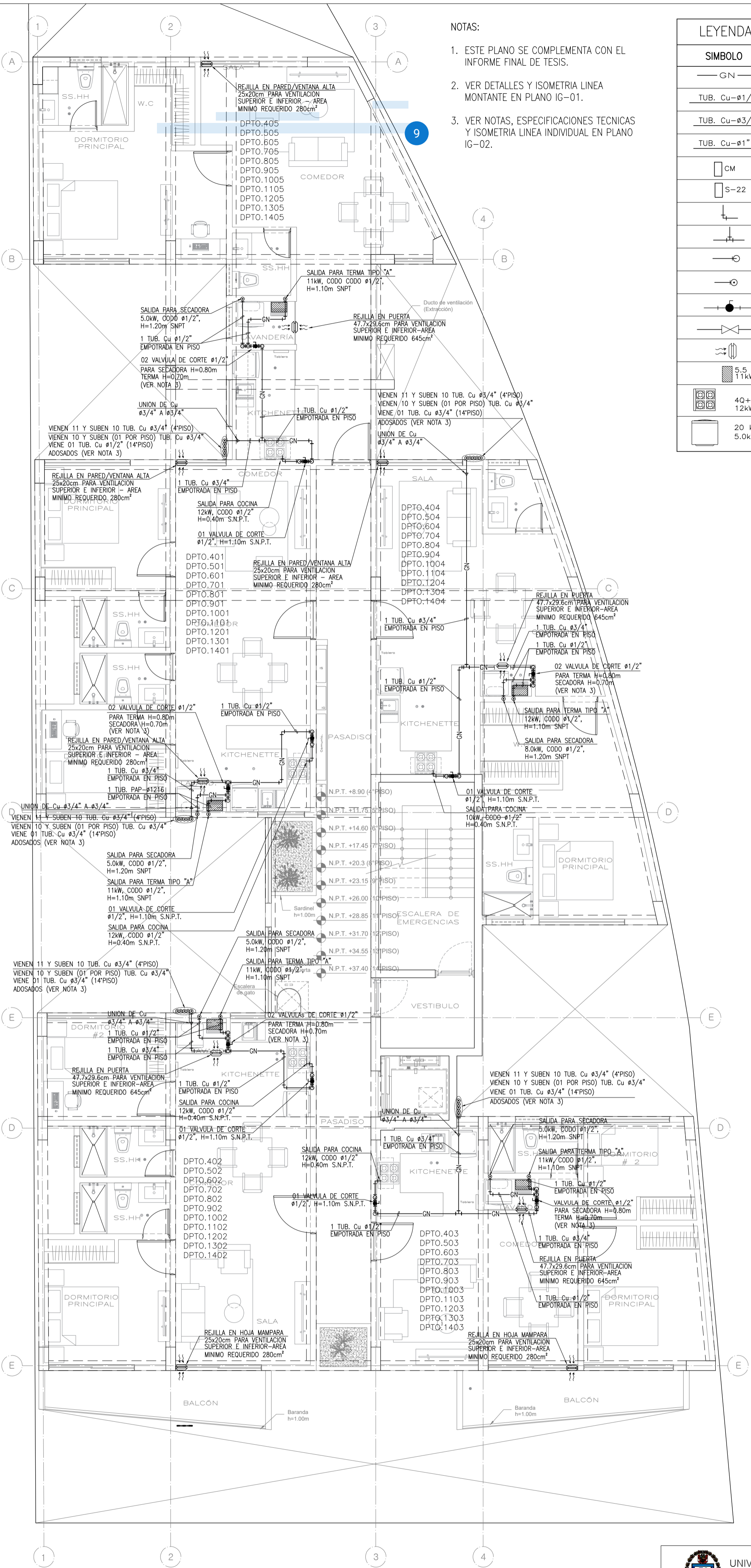
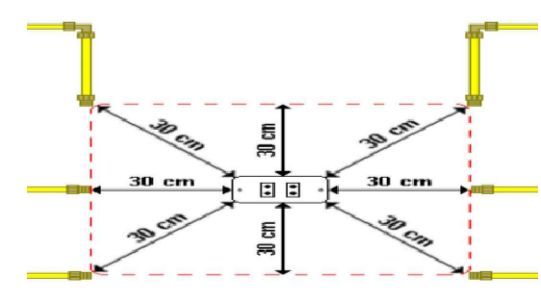


DETALLE REFERENCIAL PARA LA REJILLA DE VENTILACION (cm) AREA EFECTIVA DE LA VENTILACION DE 280cm<sup>2</sup> S./E.

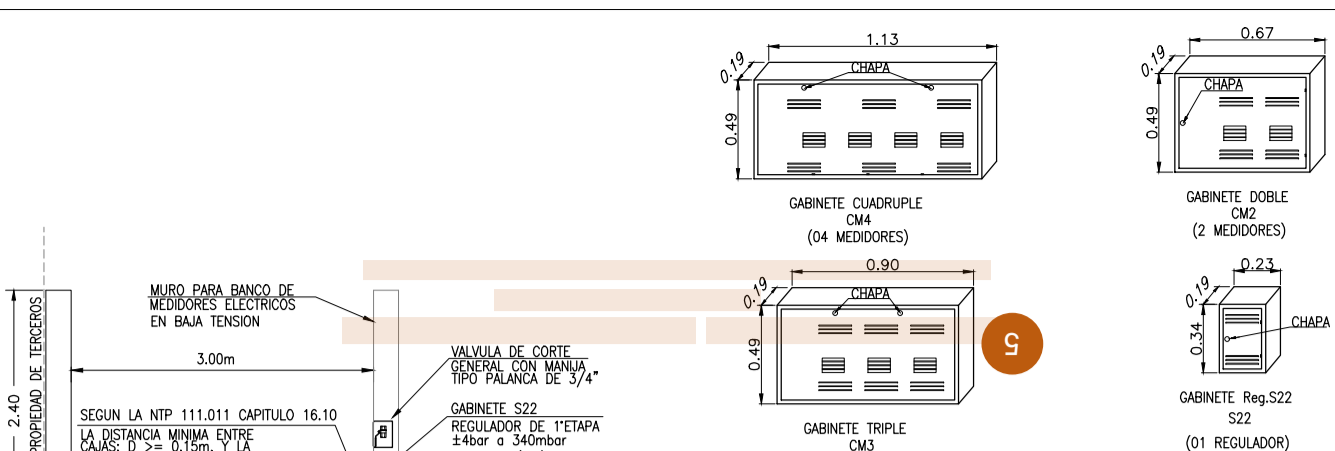


DETALLE REFERENCIAL PARA LA REJILLA DE VENTILACION (cm) AREA EFECTIVA DE LA VENTILACION DE 645cm<sup>2</sup> S./E.

Distancias de tomacorrientes  
Al punto de conexión al artefacto.  
(Incluye la instalación interna y artefacto)

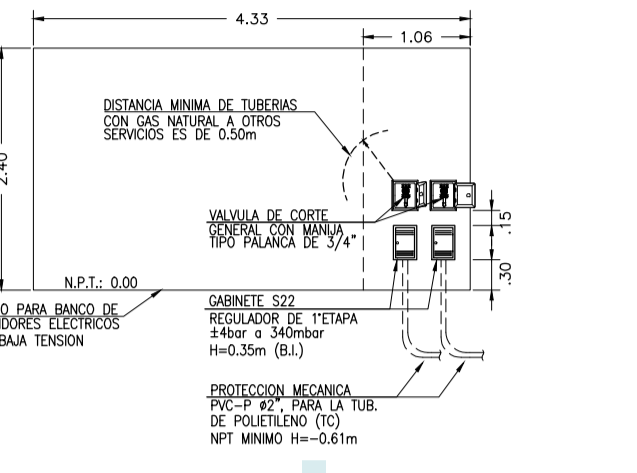




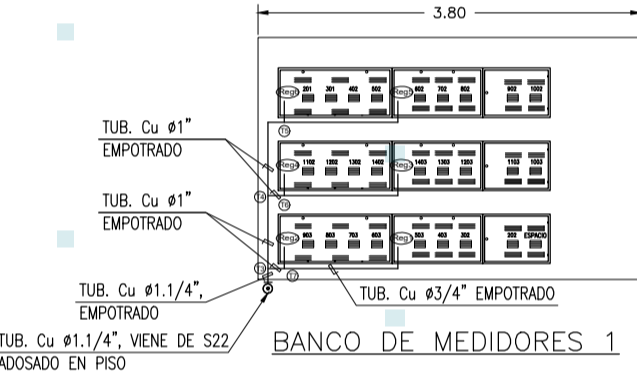
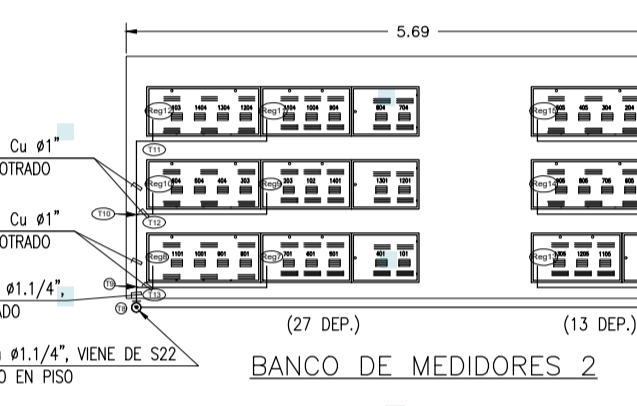


DETALLES DE GABINETES DE CENTRO DE REGULACION Y MEDICION S./E.

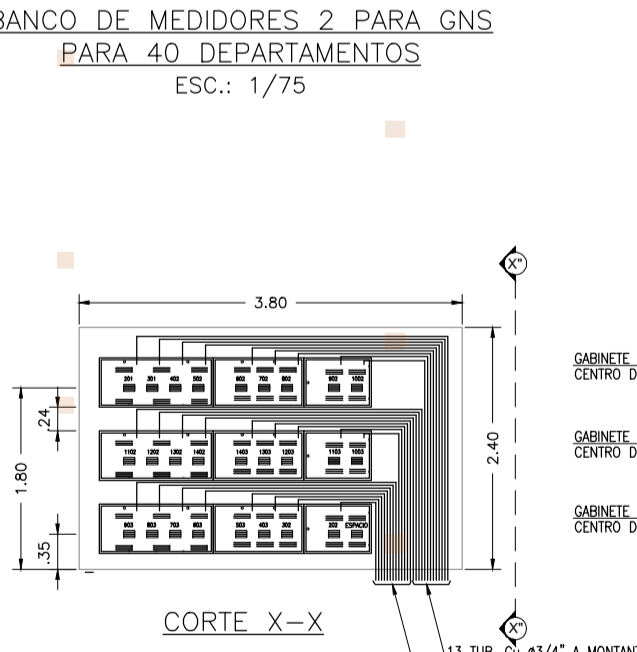
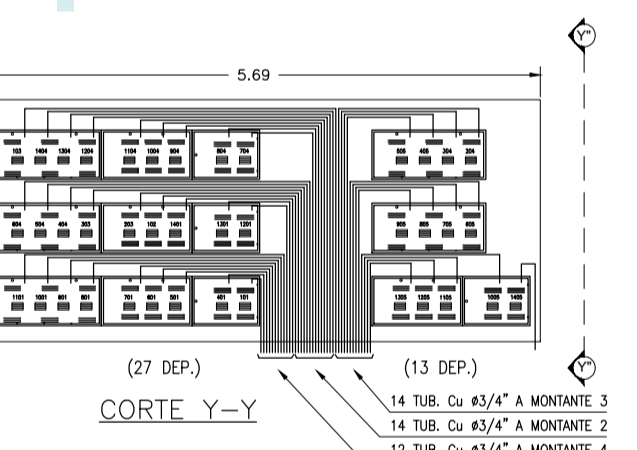
CORTE Y-Y



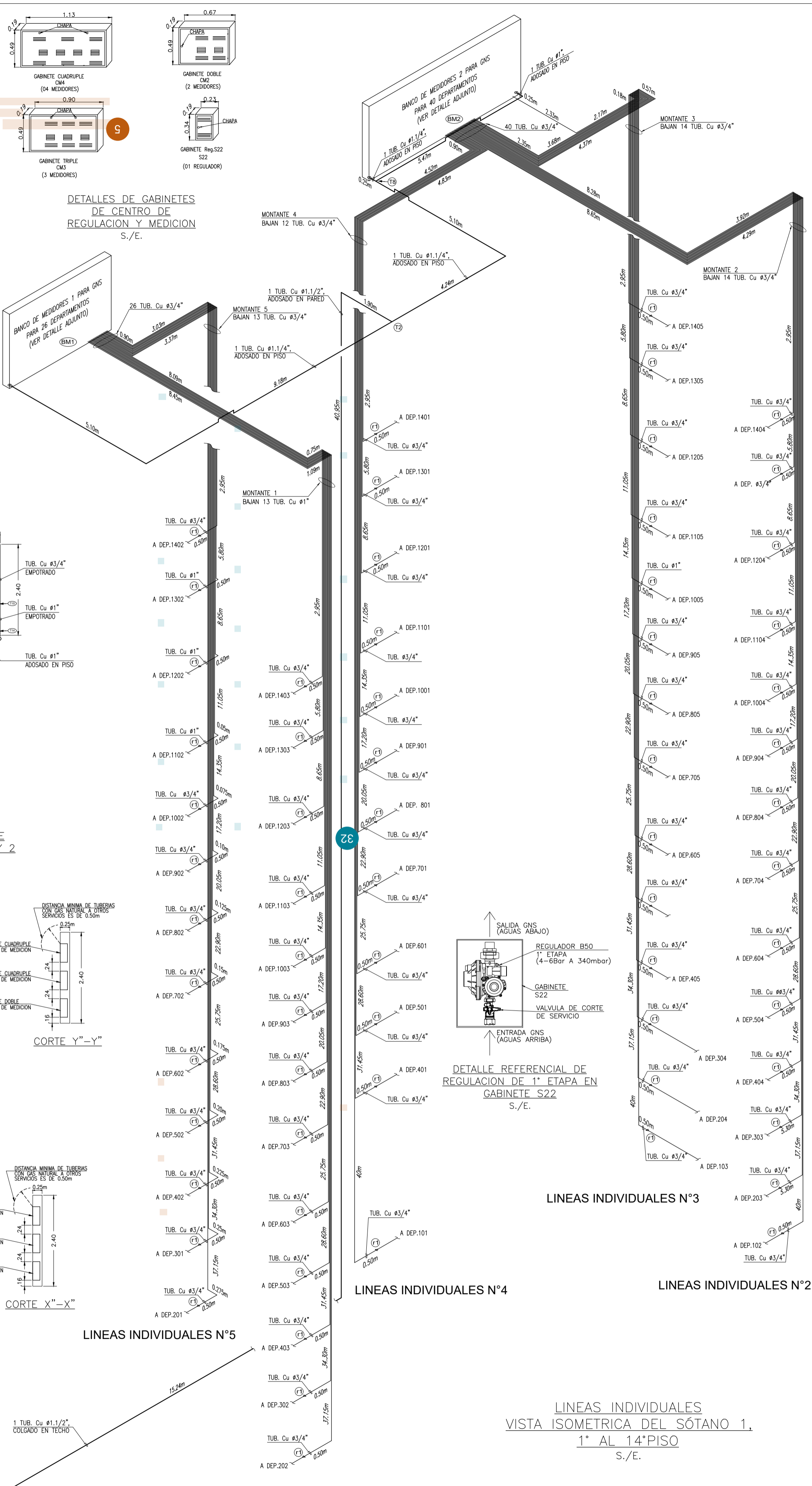
CORTE X-X



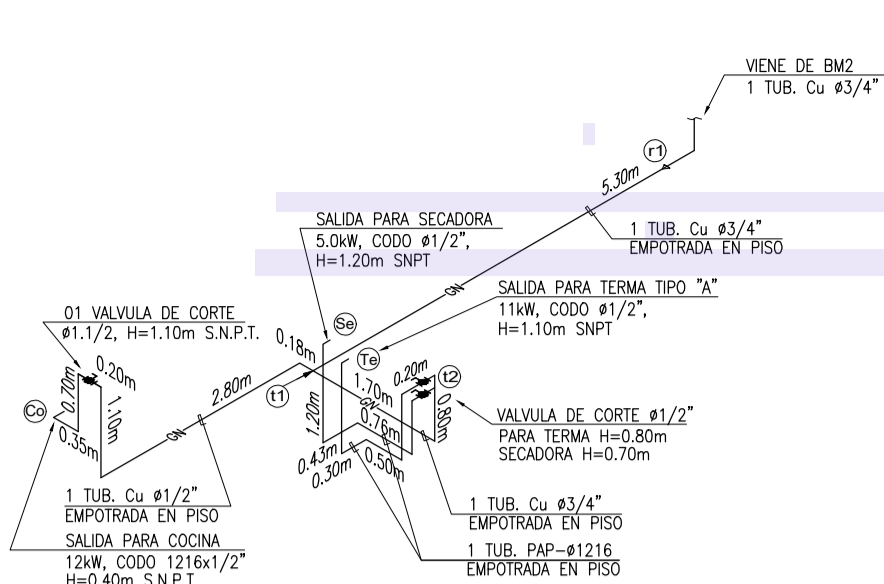
RECORRIDO DE LA LINEA MONTANTE EN LOS BANCOS DE MEDIDORES 1 Y 2 ESC.: 1/75



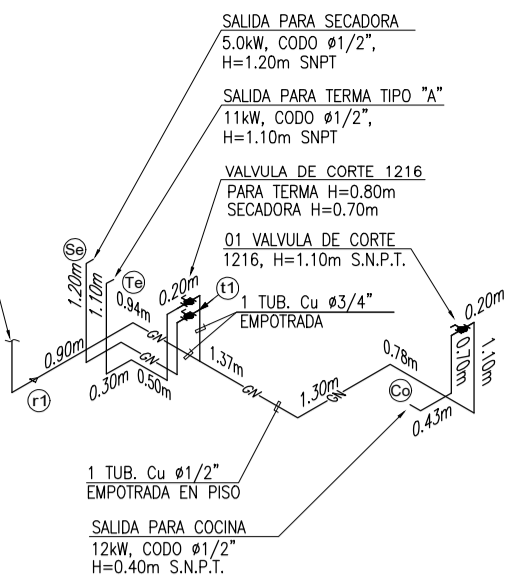
BANCO DE MEDIDORES 1 PARA 26 DEPARTAMENTOS ESC.: 1/75



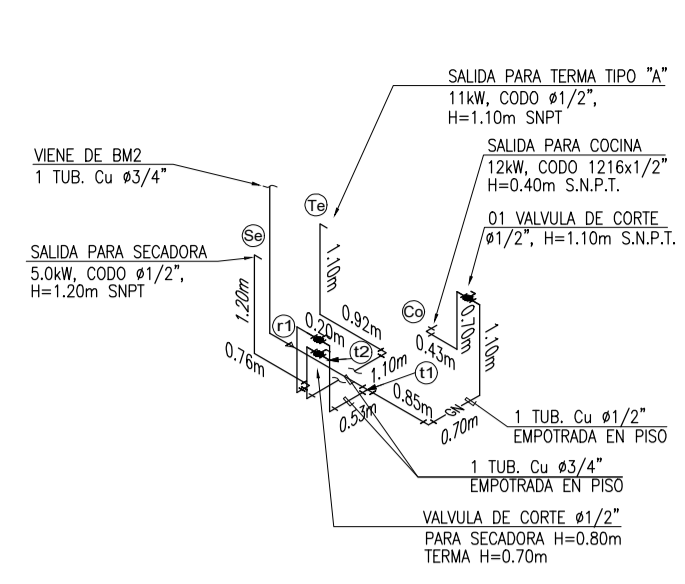
|   |   |   |                 |
|---|---|---|-----------------|
| UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR<br>FACULTA DE INGENIERÍA Y GESTIÓN<br>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA |   | LÁMINA<br><h1>IG-01</h1>                        |                 |
| PLANO: TOPOLOGÍA 3<br>VISTA ISOMÉTRICA DE LA LÍNEA MONTANTE, CORTES Y DETALLES DEL BANCO DE MEDIDORES 1 Y 2                             |   | DE: 07  |                 |
| DISEÑADO POR:<br>1. Bach. Rudy Jesus Capa Ilizarbe<br>2. Bach. José Jean Franco Ramos Rupay   | PROYECTO:<br>EDIFICIO MULTIFAMILIAR SIENA | FECHA:<br>Diciembre 2023                        | ESCALA:<br>1/75 |
| UBICACION:<br>DISTRITO DE LA VICTORIA - LIMA  |   | ESPECIALIDAD:<br>INSTALACIONES MECÁNICAS DE GNS |                 |



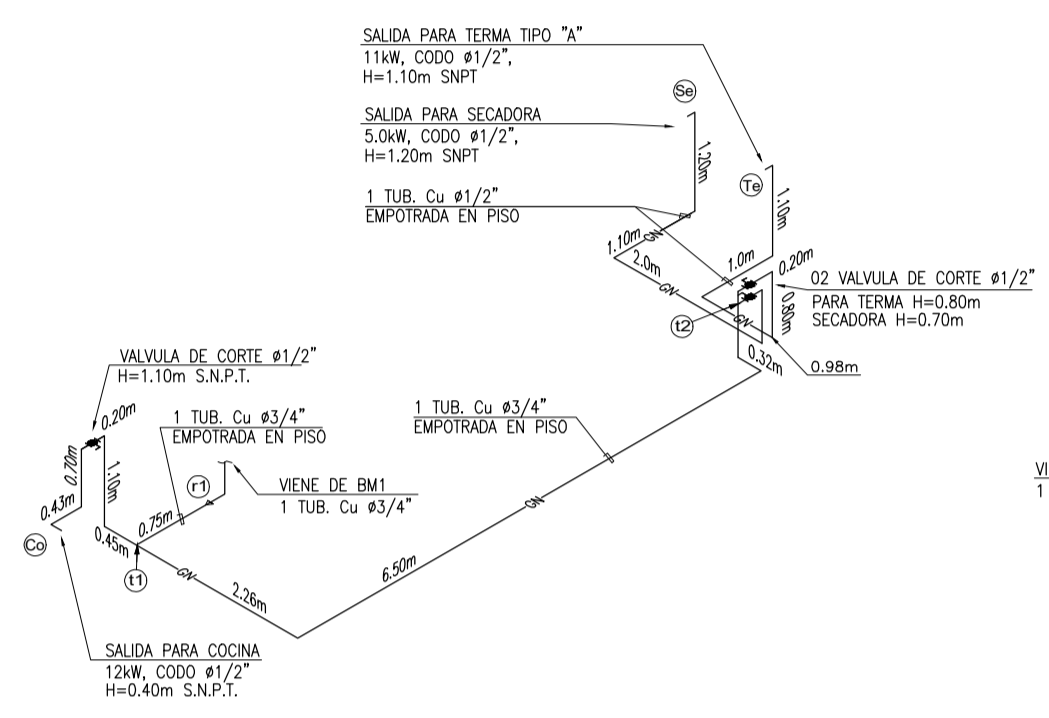
"LINEAS INDIVIDUALES N°2"  
VISTA ISOMETRICA  
PARA LOS DEPARTAMENTOS  
102, 203, 303, 404, 504, 604,  
704, 804, 904, 1004, 1104,  
1204, 1304 Y 1404  
S./E.



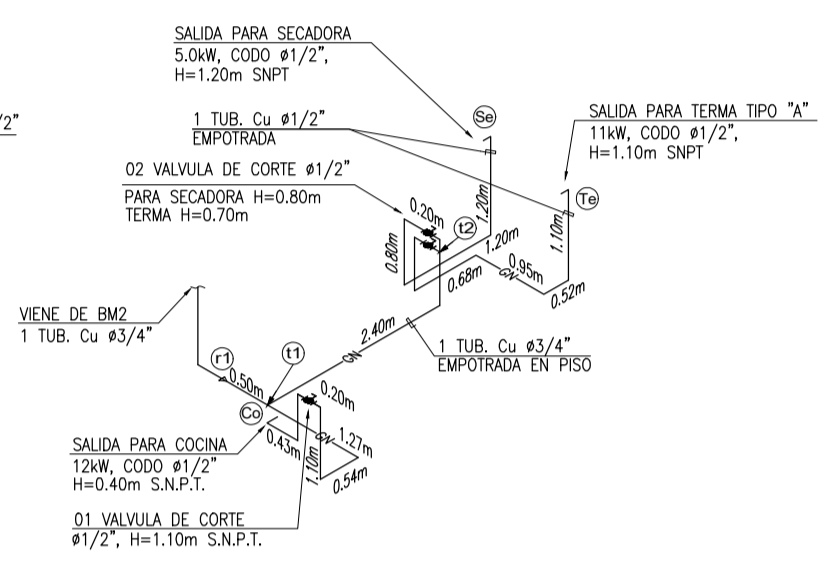
"LINEAS INDIVIDUALES N°4"  
VISTA ISOMETRICA  
PARA LOS DEPARTAMENTOS  
101, 401, 501, 601, 701, 801,  
901, 1001, 1101, 1201,  
1301 Y 1401.  
S./E.



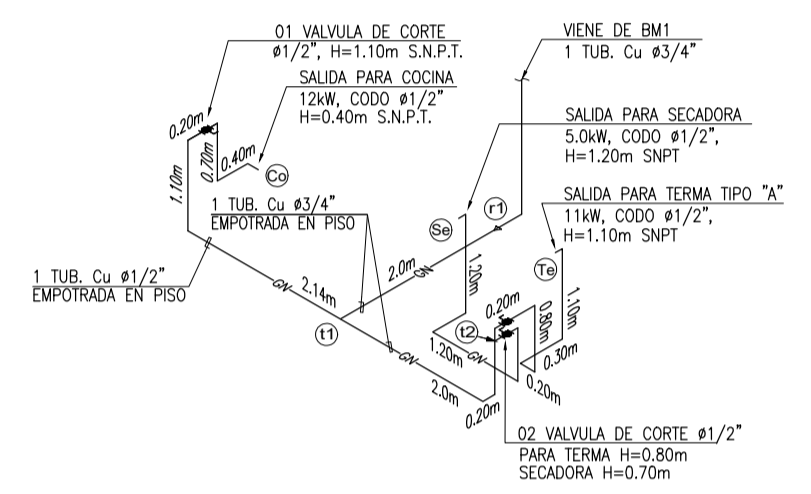
"LINEAS INDIVIDUALES N°3"  
VISTA ISOMETRICA  
DEPARTAMENTO 103  
S./E.



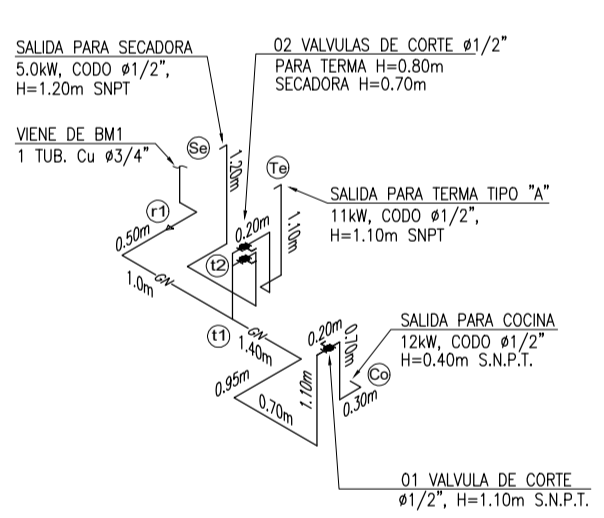
"LINEAS INDIVIDUALES N°5"  
VISTA ISOMETRICA  
DEPARTAMENTO 201 Y 301  
S./E.



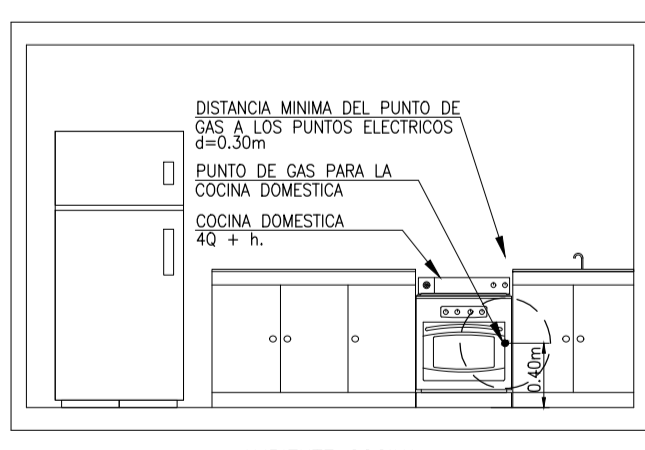
"LINEAS INDIVIDUALES N°3"  
VISTA ISOMETRICA  
PARA LOS DEPARTAMENTOS  
204, 304, 405, 505, 605, 705,  
805, 905, 1005, 1105, 1205,  
1305 Y 1405  
S./E.



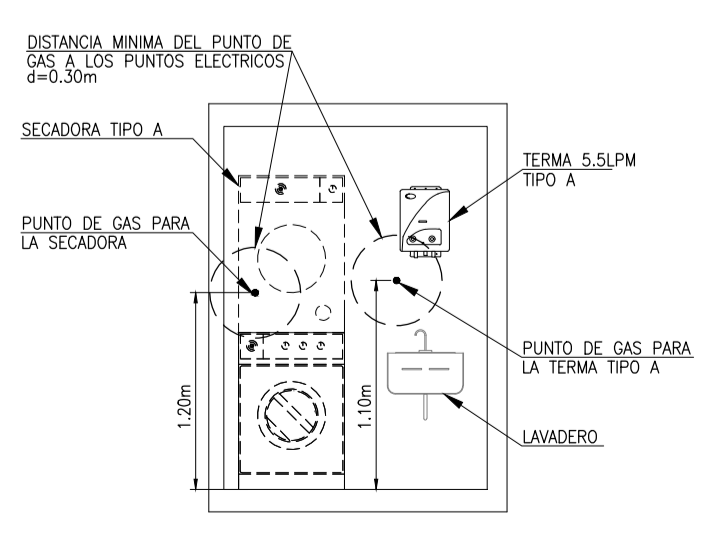
"LINEAS INDIVIDUALES N°1"  
VISTA ISOMETRICA  
PARA LOS DEPARTAMENTOS  
202, 302, 403, 503, 603, 703,  
803, 903, 1003, 1103, 1203,  
1303 Y 1403  
S./E.



"LINEAS INDIVIDUALES N°5"  
VISTA ISOMETRICA  
PARA LOS DEPARTAMENTOS  
402, 502, 602, 702, 802, 902,  
1002, 1102, 1202, 1302 Y 1402  
S./E.



AMBIENTE COCINA



AMBIENTE LAVANDERIA

DETALLE REFERENCIAL DE UBICACION DEL PUNTO DE GAS PARA GASODOMESTICOS TIPO A S./E.

**ESPECIFICACIONES TECNICAS GAS NATURAL**

LA INSTALACIÓN DE LA LÍNEA MONTANTE SE REALIZÓ CON TUBERÍA DE COBRE TIPO L DE  $\phi 1.1/2"$  Y  $\phi 3/4"$  (SIN COSTURA) Y LA LÍNEA INTERNA INDIVIDUAL CON TUBERÍA COBRE TIPO L DE  $\phi 1/2"$  Y  $\phi 3/4"$ .  
LA LÍNEA MONTANTE SE INSTALÓ A LA VISTA Y EMPOTRADA POR PISO E PARED, DONDE LOS TRAMOS EMPOTRADOS TENDRÁN UNA PROTECCIÓN MECÁNICA DE PVC.  
LA LÍNEA MONTANTE ESTÁ DISEÑADA PARA SUMINISTRAR EL CAUDAL NECESARIO DE GAS PARA EL TOTAL DE DEPARTAMENTOS.  
LA LÍNEA INTERNA INDIVIDUAL SE ENCUENTRA RECORRIENDO EMPOTRADA POR PISO Y PARED.  
SE INSTALARON VENTILACIONES INFERIORES Y SUPERIORES AL EXTERIOR CON UN ÁREA REQUERIDA MÍNIMA DE 280 cm<sup>2</sup>.  
LA LÍNEA MONTANTE Y LÍNEA INTERNA INDIVIDUAL ESTÁN INSTALADOS, CUMPLIENDO LAS SIGUIENTES DISTANCIA CON OTROS TIPOS DE TUBERÍA:

| TUBERÍA DE OTROS SERVICIOS | CURSO PARALELO | CRUCE |
|----------------------------|----------------|-------|
| conducción agua caliente   | 3cm            | 3cm   |
| conducción eléctrica       | 3cm            | 3cm   |
| conducción de vapor        | 5cm            | 5cm   |
| chimeneas                  | 5cm            | 5cm   |

**UNIONES**

LA LÍNEA MONTANTE SE UNIÓ APLICANDO SOLDADURA FUERTE POR CAPILARIDAD  
LA LÍNEA INDIVIDUAL SE UNIÓ APLICANDO SOLDADURA FUERTE POR CAPILARIDAD

**VALVULAS**

LAS VALVULAS DE CORTE SON DE CIERRE RÁPIDO DE 1/4 DE VUELTA CON TOPE.  
LAS VALVULAS DE CORTE Y DE SERVICIO TIENEN UNA CLASIFICACIÓN DE RESISTENCIA DE 10bar.

**SEGURIDAD**

FINALIZADO LA CONSTRUCCIÓN DE TODA LA INSTALACIÓN SE REALIZÓ LA PRUEBA DE HERMETICIDAD CORRESPONDIENTE A LA LÍNEA MONTANTE Y LA LÍNEA INDIVIDUAL INTERNA.  
LAS SALIDAS SE ENCUENTRAN PROVISTAS DE TAPONES QUE PROPORCIONAN LA HERMETICIDAD.

TODA SALIDA DE GAS y/o VALVULA SE ENCUENTRA EN UN RADIO MÍN. DE 0.30cm DE CUALQUIER PUNTO ELÉCTRICO.

LA PRUEBA DE HERMETICIDAD PROPORCIONA LOS RESULTADOS SATISFATORIOS DE LA TABLA SIGUIENTE:

| Línea              | Presión de Operación en la tubería | Presión mínima de ensayo | Tiempo mínimo de ensayo |
|--------------------|------------------------------------|--------------------------|-------------------------|
| INDIVIDUAL INTERNA | $P \leq 13.8$ kPa                  | COBRE                    | COBRE                   |
|                    | $P \leq 2$ psig                    | 55.2 kPa                 | PE-AL-PE                |
|                    | $P \leq 136$ mbar                  | 82 kPa                   | COBRE                   |
| MONTANTE           | $13.8$ kPa < $P \leq 34.5$ kPa     | 82 kPa                   | 10 minutos              |
|                    | $2.0$ psig < $P \leq 5.0$ psig     | 12 psig                  | 5 minutos               |
|                    | $138$ mbar < $P \leq 340$ mbar     | 544 mbar                 | 2.1 bar                 |

\* Concluida la prueba de hermeticidad satisfactoriamente se entregará un acta de conformidad.

**CONSIDERACIONES GENERALES PARA EL DIMENSIONAMIENTO DE TUBERIAS**

LA INSTALACIÓN ESTARÁ DIMENSIONADA PARA CONDUCIR EL CAUDAL REQUERIDO POR LOS EQUIPOS DE CONSUMO EN EL MOMENTO DE MÁXIMA DEMANDA (COCINA, TERMA Y SECADORA).  
LOS ELEMENTOS A SER INSTALADOS DESPUÉS DE LOS REGULADORES SERÁN SELECCIONADOS CONSIDERANDO LA PRESIÓN MÁXIMA A LA QUE ESTARÁN SOMETIDOS TENIENDO EN CUENTA EL VALOR DE LAS SOBRES PRESIONES POSIBLES.  
LAS DIMENSIONES DE LAS TUBERÍAS ESTARÁN EN FUNCIÓN DE LOS SIGUIENTES VALORES:  
a) MÁXIMA CANTIDAD DE GAS NATURAL SECO PROYECTADA POR CADA DEPARTAMENTO PARA LOS EQUIPOS DE CONSUMO Y TODO EL EDIFICIO ES:  
2.31 m<sup>3</sup>/h  
53.31 m<sup>3</sup>/h  
b) LOS CÁLCULOS Y DIMENSIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN INTERNA GARANTIZA LAS CONDICIONES DE PRESIÓN Y CAUDAL REQUERIDAS POR LOS ARTEFACTOS A GAS NATURAL. LA PRESIÓN DE USO PARA ARTEFACTOS A GAS NATURAL PARA USO RESIDENCIAL DEBERÁ TENER UNA PRESIÓN MÍNIMA DE 17 mbar Y UNA PRESIÓN MÁXIMA DE 25 mbar.  
c) VELOCIDAD PERMISIBLE DEL GAS NO SERÁ MAYOR PARA BAJA PRESIÓN Y MEDIA PRESIÓN A, DE 40 m/sq.  
D) PARA EL DIMENSIONAMIENTO DE LAS TUBERÍAS SE UTILIZARÁN LAS FÓRMULAS DE RENOUDARD EN BAJA Y MEDIA PRESIÓN RESPECTIVAMENTE.  
E) PARA EL CÁLCULO DE LA VENTILACIÓN SE HA CONSIDERADO LOS MÉTODOS DE VENTILACIÓN PARA ESPACIOS CONFINADOS SEGÚN RNE EM 040:2018 EN EL PUNTO DE COMUNICACIÓN CON EL EXTERIOR A TRAVÉS DE DOS ABERTURAS. SE UTILIZAN DOS ABERTURAS PERMANENTES, UNA SUPERIOR Y UNA INFERIOR, CADA UNA CON UN ÁREA LIBRE OBTENIDA DE MULTIPLICAR 6cm<sup>2</sup> POR CADA Kw. DE POTENCIA NOMINAL AGREGADA A CONJUNTA DE LOS ARTEFACTOS A GAS INSTALADOS EN DICHO ESPACIO INTERIOR. POR SEGURIDAD EL ÁREA LIBRE MÍNIMA DE CADA ABERTURA SERÁ DE 280 cm<sup>2</sup>.

**ESPECIFICACIONES TECNICAS**

| N° | DESCRIPCIÓN                        | ESPECIFICACIÓN TÉCNICA   |
|----|------------------------------------|--|
| 1  | VALVULA DE CORTE                   | TIPO ESFÉRICA DE EXTREMO ROSCADO PARA TUBERÍAS DE COBRE DE ACUERDO A LA NORMA ANSI B16.44.   |
| 2  | TUBERÍA PRINCIPAL                  | DE COBRE TIPO L DE $\phi 3/4"$ , DE ACUERDO A LAS NORMAS NPT 342.052 O ASTM B88.   |
| 3  | TUBERÍA SECUNDARIA                 | DE COBRE TIPO L DE $\phi 1/2"$ , DE ACUERDO A LAS NORMAS NPT 342.052 O ASTM B88.   |
| 4  | CODOS, REDUCCIONES, TEES Y UNIONES | LOS ACCESORIOS (CODOS, TEES, UNIONES Y REDUCTORES) CUMPLIRÁN CON LO ESTABLECIDO EN LAS NTP 342.522-2 A NTP 342.522-20, O NORMA TÉCNICA EQUIVALENTE ANSI B 16.18 Y ASME B 16.22 |

UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR  
FACULTA DE INGENIERÍA Y GESTIÓN  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

PLANO: TOPOLOGÍA 3  
VISTA ISOMÉTRICA DE LAS LINEAS INDIVIDUALES Y DETALLES

DE: 07

DISEÑADO POR:  
1. Bach. Rudy Jesus Capa Ilizarbe  
2. Bach. José Jean Franco Ramos Rupay

PROYECTO: EDIFICIO MULTIFAMILIAR SIENA

UBICACIÓN: DISTRITO DE LA VICTORIA - LIMA

FECHA: Diciembre 2023

ESPECIALIDAD: INSTALACIONES MECÁNICAS DE GNS

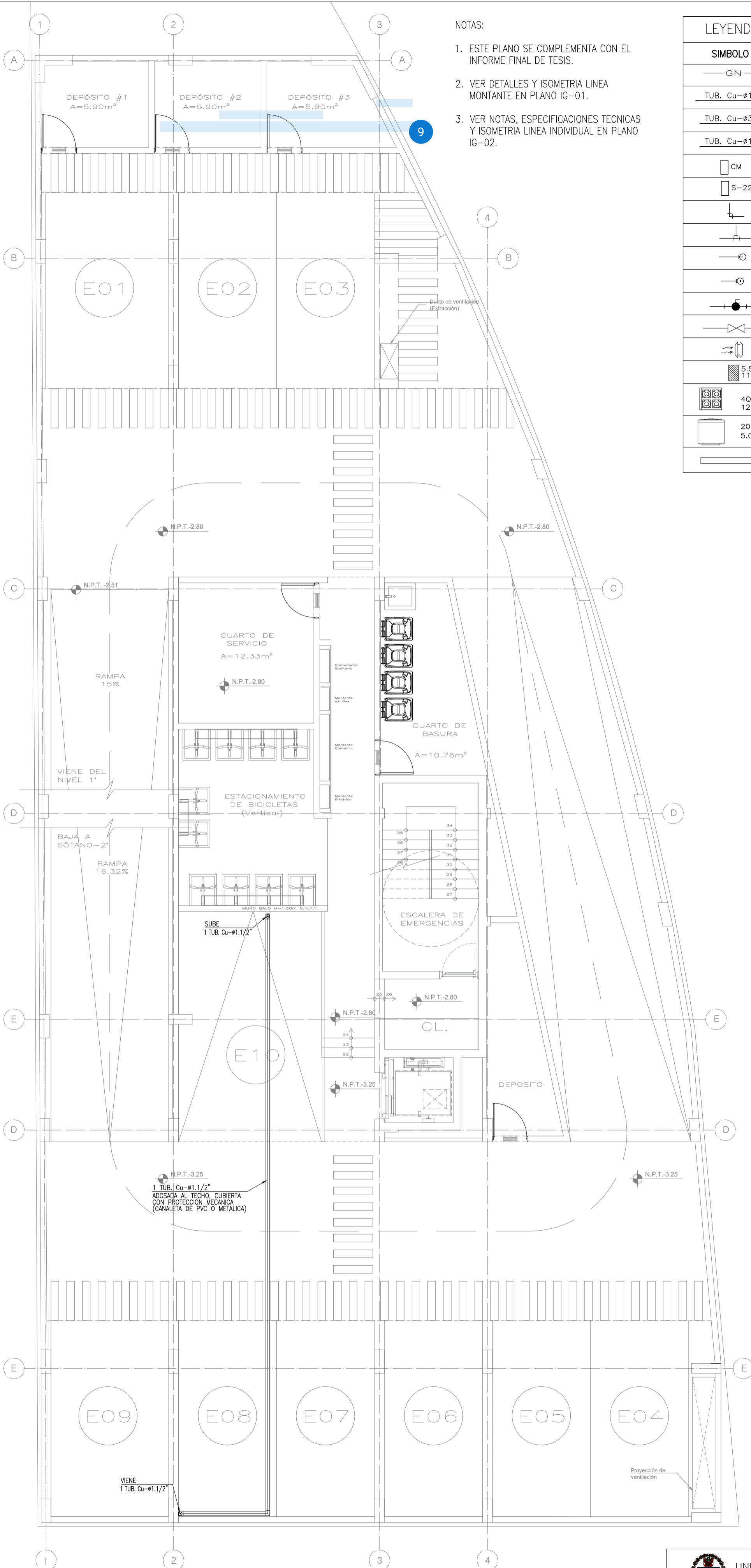
ESCALA: 1/75

NOTAS:

1. ESTE PLANO SE COMPLEMENTA CON EL INFORME FINAL DE TESIS.
2. VER DETALLES Y ISOMETRIA LINEA MONTANTE EN PLANO IG-01.
3. VER NOTAS, ESPECIFICACIONES TECNICAS Y ISOMETRIA LINEA INDIVIDUAL EN PLANO IG-02.

LEYENDA DE INSTALACIONES MECANICAS PARA GAS NATURAL SECO

| SIMBOLO       | DESCRIPCION  | CAJAS (mm.)                  | ALTURA AL EJE (m. S.N.P.T.)                     |
|---------------|--|------------------------------|---|
| GN            | TUBERIA PARA GAS NATURAL SECO TIPO DE COBRE DIAMETRO INDICADO  | ---                          | EMPOTRADA EN PARED O PISO                       |
| TUB. Cu-ø1/2" | TUB: TUBERIA DE COBRE TIPO "L" DE 13.84mm DE DIAMETRO INTERIOR, UNIONES Y ACCESORIOS SOLDABLES POR CAPILARIDAD.  | ---                          | EMPOTRADA EN PARED O PISO                       |
| TUB. Cu-ø3/4" | TUB: TUBERIA DE COBRE TIPO "L" DE 19.95mm DE DIAMETRO INTERIOR, UNIONES Y ACCESORIOS SOLDABLES POR CAPILARIDAD.  | ---                          | EMPOTRADA EN PARED O PISO                       |
| TUB. Cu-ø1"   | TUB: TUBERIA DE COBRE TIPO "L" DE 26.04mm DE DIAMETRO INTERIOR, UNIONES Y ACCESORIOS SOLDABLES POR CAPILARIDAD.  | ---                          | ADOSADO EN TECHO O DUCTO                        |
| CM            | CENTRO DE REGULACION Y MEDICION PARA 2ª ETAPA (POR CONCESIONARIO)  | INDICADA EN DETALLES         | ADOSADO A DUCTO H=1.80m (B.S.)                  |
| S-22          | CENTRO DE REGULACION 1ª ETAPA PARA GAS NATURAL SECO (POR CONCESIONARIO)  | RECTANGULAR F'G' 230x340x190 | EMPOTRADA EN MURO H=0.30m (B.I.)                |
| +             | ACC. COBRE: CODO RECTO 90°, SOLDABLE POR CAPILARIDAD. ACC. PAP: CODO RECTO 90° o CURVA DE SER NECESARIO, GRAFADO.  | ---                          | EMPOTRADA EN PARED O PISO                       |
| +             | ACC. COBRE: TEE RECTO 90°, SOLDABLE POR CAPILARIDAD. ACC. PAP: TEE RECTO 90°, UNION TIPO GRAFADO.  | ---                          | EMPOTRADA EN PARED O PISO                       |
| ○             | TUBERIA QUE BAJA.  | ---                          | EMPOTRADA EN PARED O PISO                       |
| ○             | TUBERIA QUE SUBE.  | ---                          | EMPOTRADA EN PARED O PISO                       |
| ●             | VALVULA DE BOLA DE 1/4 DE VUELTA Y TOPE, CON MANIJA TIPO MARIPOSA O SEGUN INDICACION, DIAMETRO INDICADO.   | NICHO 130x100x70             | EN PARED H=0.70m (SALVO INDICACION)             |
| ●             | VALVULA DE BOLA DE 1/4 DE VUELTA Y TOPE, CON MANIJA TIPO PALANCA O SEGUN INDICACION, DIAMETRO INDICADO.  | RECTANGULAR F'G' 250x300x150 | EN PARED H=0.93m (EJE)                          |
| ⋈             | REJILLA DE VENTILACION DE MATERIAL PLASTICO O ALUMINIO. SUS DIMENSIONES PUEDEN VARIAR SIEMPRE QUE SE MANTENGA O SUPERE SU AREA MINIMA EFECTIVA INDICADO EN PLANOS. | INDICADO EN PLANOS           | SEPARADO DE TECHO/PISO H=0.30m (Max.) de Bordes |
| 5.5 LPM. 11kW | TERMA QDS SIN DUCTO TIPO A, SU SALIDA DE GAS NATURAL SE COORDINARA CON LAS INSTALACIONES SANITARIAS RESPECTIVAS  | ---                          | ADOSADO, H=DEFINIDO EN OBRA                     |
| 4Q+horno 12kW | COCINA DOMESTICA TIPO A, SU SALIDA DE GAS NATURAL SE COORDINARA CON LAS INSTALACIONES ELECTRICAS RESPECTIVAS.  | ---                          | ADOSADO, H=DEFINIDO EN OBRA                     |
| 20 kg 5.0kW   | SECADORA TIPO A, SU SALIDA DE GAS NATURAL SE COORDINARA CON LAS INSTALACIONES ELECTRICAS RESPECTIVAS.  | ---                          | ADOSADO, H=DEFINIDO EN OBRA                     |
| —             | CANALETA METALICA O PVC PARA LA PROTECCION MECANICA DE LA LINEA MONTANTE, DIMENSIONES SERA DEFINIDO EN OBRA.   | CANALETA F'G' O PVC          | ADOSADO EN TECHO                                |



NOTAS:

- ESTE PLANO SE COMPLEMENTA CON EL INFORME FINAL DE TESIS.
- VER DETALLES Y ISOMETRIA LINEA MONTANTE EN PLANO IG-01.
- VER NOTAS, ESPECIFICACIONES TECNICAS Y ISOMETRIA LINEA INDIVIDUAL EN PLANO IG-02.

LEYENDA DE INSTALACIONES MECANICAS PARA GAS NATURAL SECO

| SIMBOLO  | DESCRIPCION   | CAJAS (mm.)                  | ALTURA AL EJE (m. S.N.P.T.)                     |
|--|---|------------------------------|---|
| GN   | TUBERIA PARA GAS NATURAL SECO TIPO DE COBRE DIAMETRO INDICADO   | ---                          | EMPOTRADA EN PARED O PISO                       |
| TUB. Cu- $\phi$ 1/2"   | TUB: TUBERIA DE COBRE TIPO "L" DE 13.84mm DE DIAMETRO INTERIOR, UNIONES Y ACCESORIOS SOLDABLES POR CAPILARIDAD. | ---                          | EMPOTRADA EN PARED O PISO                       |
| TUB. Cu- $\phi$ 3/4"   | TUB: TUBERIA DE COBRE TIPO "L" DE 19.95mm DE DIAMETRO INTERIOR, UNIONES Y ACCESORIOS SOLDABLES POR CAPILARIDAD. | ---                          | EMPOTRADA EN PARED O PISO                       |
| TUB. Cu- $\phi$ 1"   | TUB: TUBERIA DE COBRE TIPO "L" DE 26.04mm DE DIAMETRO INTERIOR, UNIONES Y ACCESORIOS SOLDABLES POR CAPILARIDAD. | ---                          | ADOSADO EN TECHO O DUCTO                        |
| CM   | CENTRO DE REGULACION Y MEDICION PARA 2ª ETAPA (POR CONCESIONARIO)   | INDICADA EN DETALLES         | ADOSADO A DUCTO H=1.80m (B.S.)                  |
| S-22   | CENTRO DE REGULACION 1ª ETAPA PARA GAS NATURAL SECO (POR CONCESIONARIO)   | RECTANGULAR F'G' 250x300x190 | EMPOTRADA EN MURO H=0.30m (B.I.)                |
| ACC. COBRE: CODO RECTO 90°, SOLDABLE POR CAPILARIDAD. ACC. PAP: CODO RECTO 90° o CURVA DE SER NECESARIO, GRAFADO.  |   | ---                          | EMPOTRADA EN PARED O PISO                       |
| ACC. COBRE: TEE RECTO 90°, SOLDABLE POR CAPILARIDAD. ACC. PAP: TEE RECTO 90°, UNION TIPO GRAFADO.  |   | ---                          | EMPOTRADA EN PARED O PISO                       |
| TUBERIA QUE BAJA.  |   | ---                          | EMPOTRADA EN PARED O PISO                       |
| TUBERIA QUE SUBE.  |   | ---                          | EMPOTRADA EN PARED O PISO                       |
| VALVULA DE BOLA DE 1/4 DE VUELTA Y TOPE, CON MANIJA TIPO MARIPOSA O SEGUN INDICACION, DIAMETRO INDICADO.   |   | NICHO 130x100x70             | EN PARED H=0.70m (B.S.)                         |
| VALVULA DE BOLA DE 1/4 DE VUELTA Y TOPE, CON MANIJA TIPO PALANCA O SEGUN INDICACION, DIAMETRO INDICADO.  |   | RECTANGULAR F'G' 250x300x150 | EN PARED H=0.93m (EJE)                          |
| REJILLA DE VENTILACION DE MATERIAL PLASTICO O ALUMINIO. SUS DIMENSIONES PUEDEN VARIAR SIEMPRE QUE SE MANTENGA O SUPERE SU AREA MINIMA EFECTIVA INDICADO EN PLANOS. |   | INDICADO EN PLANOS           | SEPARADO DE TECHO/PISO H=0.30m (Max.) de Bordes |
| TERMO QDS SIN DUCTO TIPO A, SU SALIDA DE GAS NATURAL SE COORDINARA CON LAS INSTALACIONES SANITARIAS RESPECTIVAS  |   | ---                          | ADOSADO, H=DEFINIDO EN OBRA                     |
| 40+horno 12kW  | COCINA DOMESTICA TIPO A, SU SALIDA DE GAS NATURAL SE COORDINARA CON LAS INSTALACIONES ELECTRICAS RESPECTIVAS.   | ---                          | ADOSADO, H=DEFINIDO EN OBRA                     |
| 20 kg 5.0kW  | SECADORA TIPO A, SU SALIDA DE GAS NATURAL SE COORDINARA CON LAS INSTALACIONES ELECTRICAS RESPECTIVAS.           | ---                          | ADOSADO, H=DEFINIDO EN OBRA                     |
| CANAleta METALICA O PVC PARA LA PROTECCION MECANICA DE LA LINEA MONTANTE, DIMENSIONES SERA DEFINIDO EN OBRA.   |   | CANAleta F'G' O PVC          | ADOSADO EN TECHO                                |

ESPECIFICACIONES TECNICAS RNE EM-040

VENTILACION

PARA EDIFICACIONES NUEVAS:

SE DEBERA CONSIDERAR OBLIGATORIAMENTE EN EL DISEÑO ARQUITECTONICO DE LAS AREAS DE LAVANDERIA Y/O COCINA LA EXISTENCIA DE UNA ABERTURA INFERIOR Y OTRA SUPERIOR PARA VENTILACION, AMBAS PERMANENTES Y CON ACCESO AL EXTERIOR DE LA EDIFICACION (ES DECIR, CON ACCESO A LA ATMOSFERA EXTERIOR, A UN PATIO DE VENTILACION O A UN AMBIENTE ABIERTO HACIA EL EXTERIOR).

EL LADO INFERIOR DE LA ABERTURA INFERIOR ASI COMO EL LADO SUPERIOR DE LA ABERTURA SUPERIOR ESTARAN UBICADOS COMO MAXIMO A LOS 30 cm SOBRE EL NIVEL DEL PISO Y DEL TECHO TERMINADO RESPECTIVAMENTE CON UNA AREA MINIMA TOTAL DE 280 cm<sup>2</sup> C/U HACIA EL EXTERIOR, 645 cm<sup>2</sup> C/U HACIA EL INTERIOR Y CUYO LADO MINIMO SERA DE 8 cm.

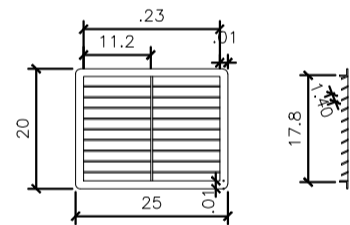
EN CASO EXISTA UN ELEMENTO ESTRUCTURAL; LA VENTILACION SUPERIOR SE UBICARA SEGUIDAMENTE DE DICHA ESTRUCTURA (VIGA)

EN CASO EXISTA UN DINTEL DE DRYWALL, LADRILLO U OTRO MATERIAL; LA VENTILACION SUPERIOR SE UBICARA SOBRE EL MISMO, RESPETANDO LOS 30 cm COMO MAXIMO.

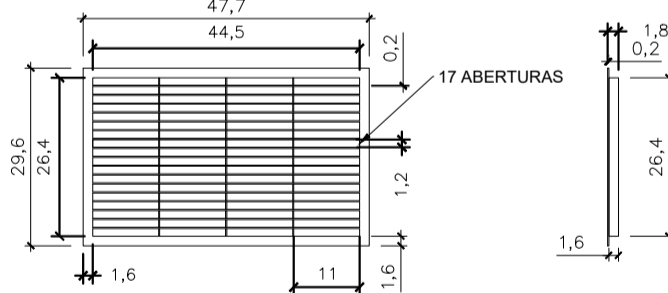
PATIO DE VENTILACION:

EN VIVIENDAS UNIFAMILIARES SE VA A CONSIDERAR UNA SECCION TRANSVERSAL NO MENOR A 4 m<sup>2</sup> NO DEBIENDO SU LADO MENOR SER INFERIOR A 2 m.

EN VIVIENDAS MULTIFAMILIARES LA SECCION TRANSVERSAL MINIMA SERA DE 4.84 m<sup>2</sup> Y EL LADO MENOR NO DEBERA SER INFERIOR A 2.20 m.

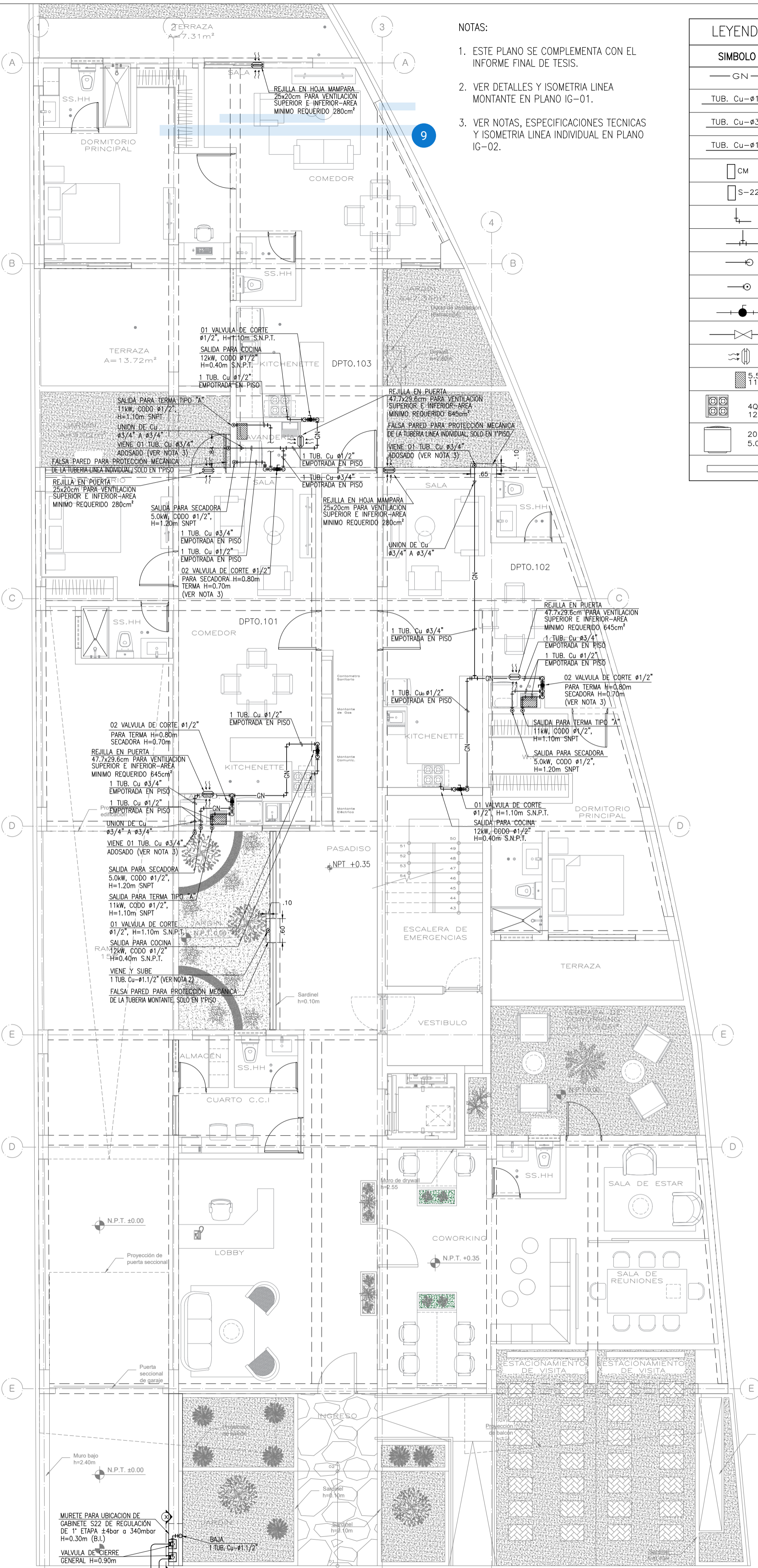
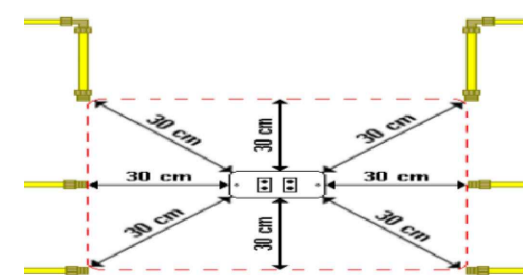


DETALLE REFERENCIAL PARA LA REJILLA DE VENTILACION (cm) AREA EFECTIVA DE LA VENTILACION DE 280cm<sup>2</sup> S./E.



DETALLE REFERENCIAL PARA LA REJILLA DE VENTILACION (cm) AREA EFECTIVA DE LA VENTILACION DE 645cm<sup>2</sup> S./E.

Distancias de tomacorrientes Al punto de conexión al artefacto. (Incluye la instalación interna y artefacto)



TUBERIA DE CONEXION DE LA RED EXTERNA AL REGULADOR DE 1ª ETAPA (4bar a 340mbar).  
 MURETE PARA UBICACION DE GABINETE S22 DE REGULACION DE 1ª ETAPA ±4bar a 340mbar H=0.30m (B.I.)  
 VALVULA DE CIERRE GENERAL H=0.90m  
 DISTANCIA MINIMA DE 1m. DE ARBOLES Y POSTE EXISTENTES Y 0.50m. DE OTROS SERVICIOS

NOTAS:

1. ESTE PLANO SE COMPLEMENTA CON EL INFORME FINAL DE TESIS.
2. VER DETALLES Y ISOMETRIA LINEA MONTANTE EN PLANO IG-01.
3. VER NOTAS, ESPECIFICACIONES TECNICAS Y ISOMETRIA LINEA INDIVIDUAL EN PLANO IG-02.

| LEYENDA DE INSTALACIONES MECANICAS PARA GAS NATURAL SECO   |   |                              |   |
|--|---|------------------------------|---|
| SIMBOLO  | DESCRIPCION   | CAJAS (mm.)                  | ALTURA AL EJE (m. S.N.P.T.)                     |
| GN   | TUBERIA PARA GAS NATURAL SECO TIPO DE COBRE DIAMETRO INDICADO   | ---                          | EMPOTRADA EN PARED O PISO                       |
| TUB. Cu- $\phi 1/2"$   | TUB: TUBERIA DE COBRE TIPO "L" DE 13.84mm DE DIAMETRO INTERIOR, UNIONES Y ACCESORIOS SOLDABLES POR CAPILARIDAD. | ---                          | EMPOTRADA EN PARED O PISO                       |
| TUB. Cu- $\phi 3/4"$   | TUB: TUBERIA DE COBRE TIPO "L" DE 19.95mm DE DIAMETRO INTERIOR, UNIONES Y ACCESORIOS SOLDABLES POR CAPILARIDAD. | ---                          | EMPOTRADA EN PARED O PISO                       |
| TUB. Cu- $\phi 1"$   | TUB: TUBERIA DE COBRE TIPO "L" DE 26.04mm DE DIAMETRO INTERIOR, UNIONES Y ACCESORIOS SOLDABLES POR CAPILARIDAD. | ---                          | ADOSADO EN TECHO O DUCTO                        |
| CM   | CENTRO DE REGULACION Y MEDICION PARA 2ª ETAPA (POR CONCESIONARIO)   | INDICADA EN DETALLES         | ADOSADO A DUCTO H=1.80m (B.S.)                  |
| S-22   | CENTRO DE REGULACION 1ª ETAPA PARA GAS NATURAL SECO (POR CONCESIONARIO)   | RECTANGULAR F'G' 230x100x190 | EMPOTRADA EN MURO H=0.30m (B.I.)                |
| ACC. COBRE: CODO RECTO 90°   | ACC. COBRE: CODO RECTO 90° o CURVA DE SER NECESARIO, GRAFADO.   | ---                          | EMPOTRADA EN PARED O PISO                       |
| ACC. COBRE: TEE RECTO 90°  | ACC. COBRE: TEE RECTO 90°, UNION TIPO GRAFADO.  | ---                          | EMPOTRADA EN PARED O PISO                       |
| TUBERIA QUE BAJA.  | ---   | ---                          | EMPOTRADA EN PARED O PISO                       |
| TUBERIA QUE SUBE.  | ---   | ---                          | EMPOTRADA EN PARED O PISO                       |
| VALVULA DE BOLA DE 1/4 DE VUELTA Y TOPE, CON MANIJA TIPO PALANCA O SEGUN INDICACION, DIAMETRO INDICADO.  | ---   | NICHO 130x100x70             | EN PARED H=0.70m (SALVO INDICACION)             |
| VALVULA DE BOLA DE 1/4 DE VUELTA Y TOPE, CON MANIJA TIPO PALANCA O SEGUN INDICACION, DIAMETRO INDICADO.  | ---   | RECTANGULAR F'G' 250x300x150 | EN PARED H=0.93m (EJE)                          |
| REJILLA DE VENTILACION DE MATERIAL PLASTICO O ALUMINIO. SUS DIMENSIONES PUEDEN VARIAR SIEMPRE QUE SE MANTENGA O SUPERE SU AREA MINIMA EFECTIVA INDICADO EN PLANOS. | ---   | INDICADO EN PLANOS           | SEPARADO DE TECHO/PISO H=0.30m (Max.) de Bordes |
| TERMO ADS SIN DUCTO TIPO A, SU SALIDA DE GAS NATURAL SE COORDINARA CON LAS INSTALACIONES SANITARIAS RESPECTIVAS  | ---   | ---                          | ADOSADO, H=DEFINIDO EN OBRA                     |
| 40+horno 12kW  | COCINA DOMESTICA TIPO A, SU SALIDA DE GAS NATURAL SE COORDINARA CON LAS INSTALACIONES ELECTRICAS RESPECTIVAS.   | ---                          | ADOSADO, H=DEFINIDO EN OBRA                     |
| 20 kg 5.0kW  | SECADORA TIPO A, SU SALIDA DE GAS NATURAL SE COORDINARA CON LAS INSTALACIONES ELECTRICAS RESPECTIVAS.           | ---                          | ADOSADO, H=DEFINIDO EN OBRA                     |
| CANAleta METALICA O PVC PARA LA PROTECCION MECANICA DE LA LINEA MONTANTE, DIMENSIONES SERA DEFINIDO EN OBRA.   | ---   | CANAleta F'G' O PVC          | ADOSADO EN TECHO                                |

ESPECIFICACIONES TECNICAS RNE EM-040

VENTILACION

PARA EDIFICACIONES NUEVAS:

SE DEBERA CONSIDERAR OBLIGATORIAMENTE EN EL DISEÑO ARQUITECTONICO DE LAS AREAS DE LAVANDERIA Y/O COCINA LA EXISTENCIA DE UNA ABERTURA INFERIOR Y OTRA SUPERIOR PARA VENTILACION, AMBAS PERMANENTES Y CON ACCESO AL EXTERIOR DE LA EDIFICACION (ES DECIR, CON ACCESO A LA ATMOSFERA EXTERIOR, A UN PATIO DE VENTILACION O A UN AMBIENTE ABIERTO HACIA EL EXTERIOR).

EL LADO INFERIOR DE LA ABERTURA INFERIOR ASI COMO EL LADO SUPERIOR DE LA ABERTURA SUPERIOR ESTARAN UBICADOS COMO MAXIMO A LOS 30 cm SOBRE EL NIVEL DEL PISO Y DEL TECHO TERMINADO RESPECTIVAMENTE CON UNA AREA MINIMA TOTAL DE 280 cm<sup>2</sup> C/U HACIA EL EXTERIOR, 645 cm<sup>2</sup> C/U HACIA EL INTERIOR Y CUYO LADO MINIMO SERA DE 8 cm.

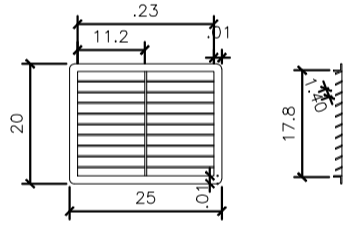
EN CASO EXISTA UN ELEMENTO ESTRUCTURAL; LA VENTILACION SUPERIOR SE UBICARA SEGUIDAMENTE DE DICHA ESTRUCTURA (VIGA)

EN CASO EXISTA UN DINTEL DE DRYWALL, LADRILLO U OTRO MATERIAL; LA VENTILACION SUPERIOR SE UBICARA SOBRE EL MISMO, RESPETANDO LOS 30 cm COMO MAXIMO.

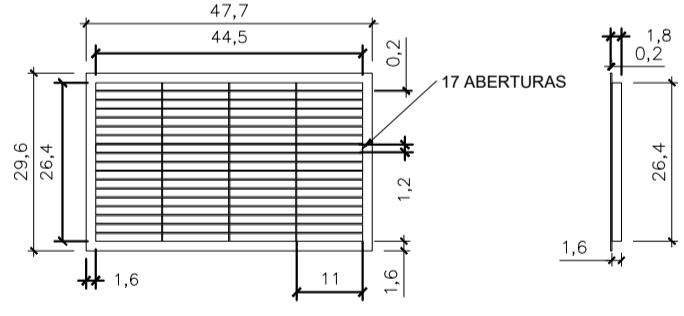
PATIO DE VENTILACION:

EN VIVIENDAS UNIFAMILIARES SE VA A CONSIDERAR UNA SECCION TRANSVERSAL NO MENOR A 4 m<sup>2</sup> NO DEBIENDO SU LADO MENOR SER INFERIOR A 2 m.

EN VIVIENDAS MULTIFAMILIARES LA SECCION TRANSVERSAL MINIMA SERA DE 4.84 m<sup>2</sup> Y EL LADO MENOR NO DEBERA SER INFERIOR A 2.20 m.

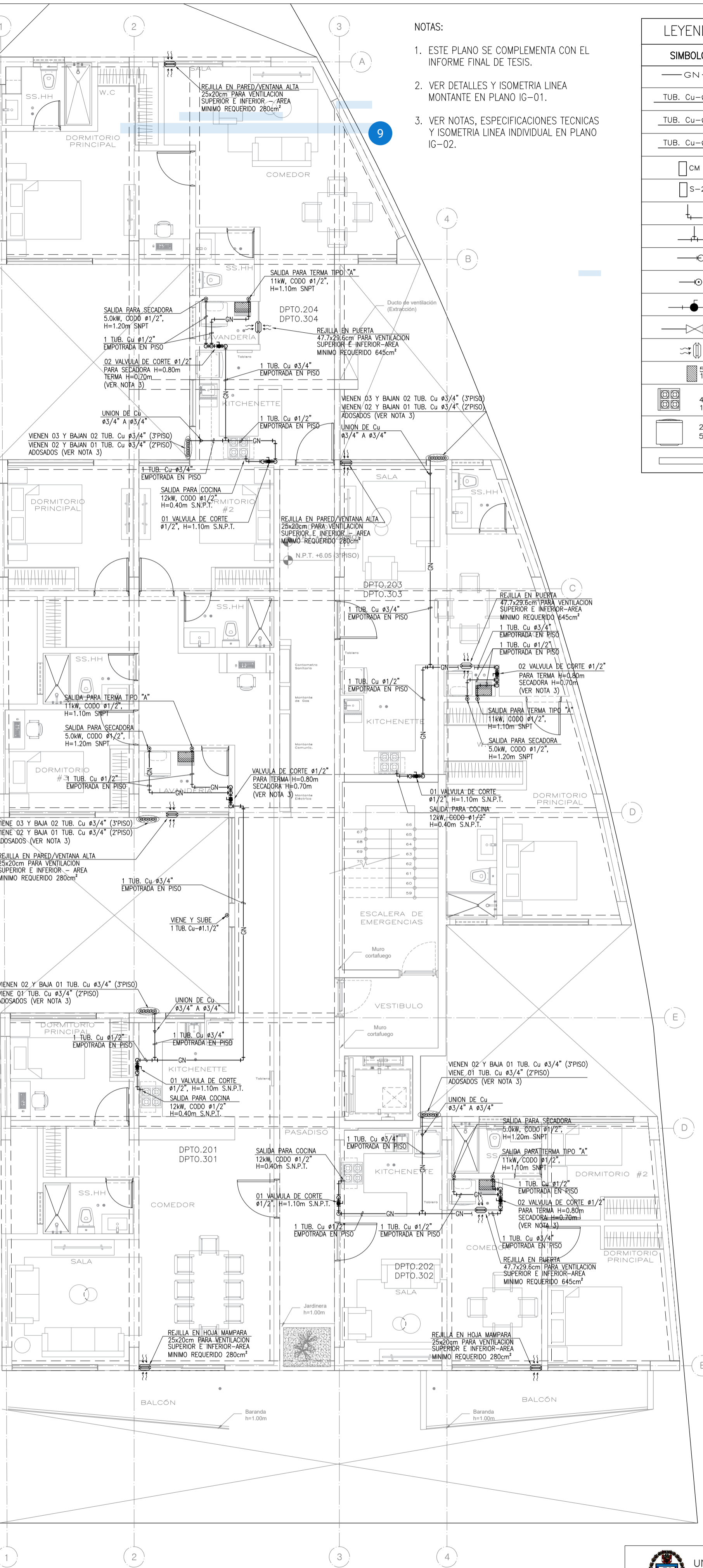
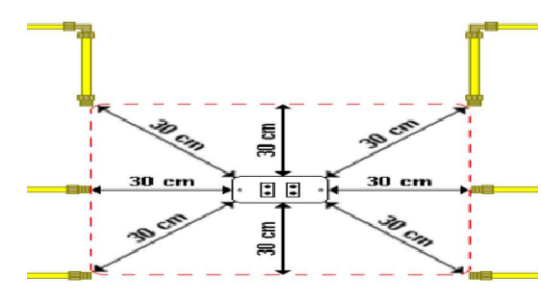


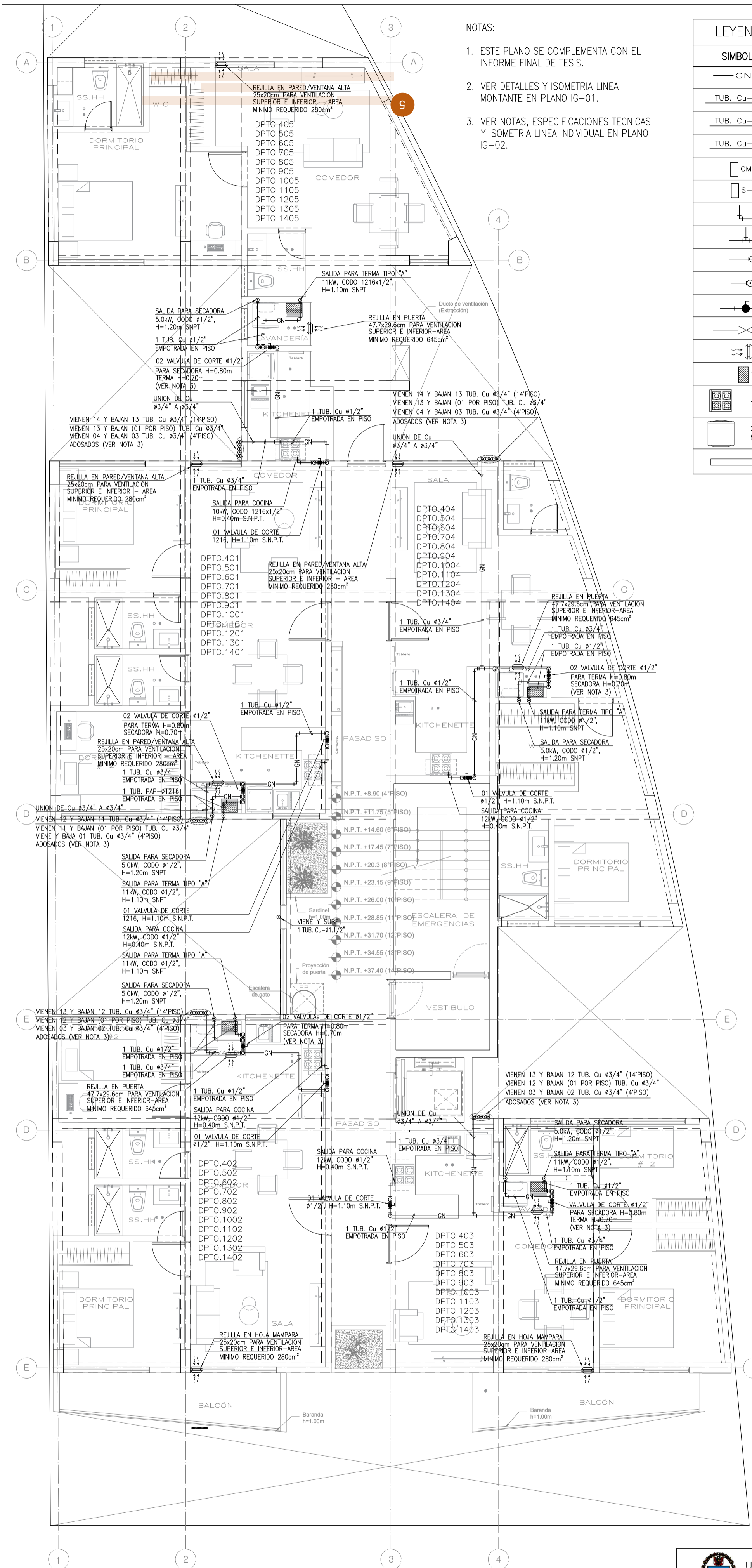
DETALLE REFERENCIAL PARA LA REJILLA DE VENTILACION (cm) AREA EFECTIVA DE LA VENTILACION DE 280cm<sup>2</sup> S./E.



DETALLE REFERENCIAL PARA LA REJILLA DE VENTILACION (cm) AREA EFECTIVA DE LA VENTILACION DE 645cm<sup>2</sup> S./E.

Distancias de tomacorrientes Al punto de conexión al artefacto. (Incluye la instalación interna y artefacto)





**NOTAS:**

1. ESTE PLANO SE COMPLEMENTA CON EL INFORME FINAL DE TESIS.
2. VER DETALLES Y ISOMETRIA LINEA MONTANTE EN PLANO IG-01.
3. VER NOTAS, ESPECIFICACIONES TECNICAS Y ISOMETRIA LINEA INDIVIDUAL EN PLANO IG-02.

**LEYENDA DE INSTALACIONES MECANICAS PARA GAS NATURAL SECO**

| SIMBOLO   | DESCRIPCION  | CAJAS (mm.)                 | ALTURA AL EJE (m. S.N.P.T.)                     |
|---|--|-----------------------------|---|
| GN  | TUBERIA PARA GAS NATURAL SECO TIPO DE COBRE  | ---                         | EMPOTRADA EN PARED O PISO                       |
| TUB. Cu-Ø1/2"   | TUB: TUBERIA DE COBRE TIPO "L" DE 13.84mm DE DIAMETRO INTERIOR, UNIONES Y ACCESORIOS SOLDABLES POR CAPILARIDAD.  | ---                         | EMPOTRADA EN PARED O PISO                       |
| TUB. Cu-Ø3/4"   | TUB: TUBERIA DE COBRE TIPO "L" DE 19.95mm DE DIAMETRO INTERIOR, UNIONES Y ACCESORIOS SOLDABLES POR CAPILARIDAD.  | ---                         | EMPOTRADA EN PARED O PISO                       |
| TUB. Cu-Ø1"   | TUB: TUBERIA DE COBRE TIPO "L" DE 26.04mm DE DIAMETRO INTERIOR, UNIONES Y ACCESORIOS SOLDABLES POR CAPILARIDAD.  | ---                         | ADOSADO EN DUCTO                                |
| CM  | CENTRO DE REGULACION Y MEDICION PARA 2ª ETAPA (POR CONCESIONARIO)  | INDICADA EN DETALLES        | ADOSADO A DUCTO H=1.80m (B.S.)                  |
| S-22  | CENTRO DE REGULACION 1ª ETAPA PARA GAS NATURAL SECO (POR CONCESIONARIO)  | RECTANGULAR F'G 230x340x190 | EMPOTRADA EN MURO H=0.30m (B.I.)                |
| ACC. COBRE: CODO RECTO 90°, SOLDABLE POR CAPILARIDAD. | ACC. PAP: CODO RECTO 90° o CURVA DE SER NECESARIO, GRAFADO.  | ---                         | EMPOTRADA EN PARED O PISO                       |
| ACC. COBRE: TEE RECTO 90°, SOLDABLE POR CAPILARIDAD.  | ACC. PAP: TEE RECTO 90°, UNION TIPO GRAFADO.   | ---                         | EMPOTRADA EN PARED O PISO                       |
| ---   | TUBERIA QUE BAJA.  | ---                         | EMPOTRADA EN PARED O PISO                       |
| ---   | TUBERIA QUE SUBE.  | ---                         | EMPOTRADA EN PARED O PISO                       |
| ---   | VALVULA DE BOLA DE 1/4 DE VUELTA Y TOPE, CON MANIJA TIPO MARIPOSA O SEGUN INDICACION, DIAMETRO INDICADO.   | NICHO 130x100x70            | EN PARED H=0.70m (SALVO INDICACION)             |
| ---   | VALVULA DE BOLA DE 1/4 DE VUELTA Y TOPE, CON MANIJA TIPO PALANCA O SEGUN INDICACION, DIAMETRO INDICADO.  | RECTANGULAR F'G 250x300x150 | EN PARED H=0.93m (EJE)                          |
| ---   | REJILLA DE VENTILACION DE MATERIAL PLASTICO O ALUMINIO. SUS DIMENSIONES PUEDEN VARIAR SIEMPRE QUE SE MANTENGA O SUPERE SU AREA MINIMA EFECTIVA INDICADO EN PLANOS. | INDICADO EN PLANOS          | SEPARADO DE TECHO/PISO H=0.30m (Max.) de Bordes |
| ---   | TERMA ODS SIN DUCTO TIPO A, SU SALIDA DE GAS NATURAL SE COORDINARA CON LAS INSTALACIONES SANITARIAS RESPECTIVAS  | ---                         | ADOSADO, H=DEFINIDO EN OBRA                     |
| ---   | COCINA DOMESTICA TIPO A, SU SALIDA DE GAS NATURAL SE COORDINARA CON LAS INSTALACIONES ELECTRICAS RESPECTIVAS.  | ---                         | ADOSADO, H=DEFINIDO EN OBRA                     |
| ---   | SECADORA TIPO A, SU SALIDA DE GAS NATURAL SE COORDINARA CON LAS INSTALACIONES ELECTRICAS RESPECTIVAS.  | ---                         | ADOSADO, H=DEFINIDO EN OBRA                     |
| ---   | CANALETAS METALICAS O PVC PARA LA PROTECCION MECANICA DE LA LINEA MONTANTE, DIMENSIONES SERA DEFINIDO EN OBRA.   | CANALETAS F'G O PVC         | ADOSADO EN TECHO                                |

**ESPECIFICACIONES TECNICAS RNE EM-040**

**VENTILACION**

**PARA EDIFICACIONES NUEVAS:**

SE DEBERA CONSIDERAR OBLIGATORIAMENTE EN EL DISEÑO ARQUITECTONICO DE LAS AREAS DE LAVANDERIA Y/O COCINA LA EXISTENCIA DE UNA ABERTURA INFERIOR Y OTRA SUPERIOR PARA VENTILACION, AMBAS PERMANENTES Y CON ACCESO AL EXTERIOR DE LA EDIFICACION (ES DECIR, CON ACCESO A LA ATMOSFERA EXTERIOR, A UN PATIO DE VENTILACION O A UN AMBIENTE ABIERTO HACIA EL EXTERIOR).

EL LADO INFERIOR DE LA ABERTURA INFERIOR ASI COMO EL LADO SUPERIOR DE LA ABERTURA SUPERIOR ESTARAN UBICADOS COMO MAXIMO A LOS 30 cm SOBRE EL NIVEL DEL PISO Y DEL TECHO TERMINADO RESPECTIVAMENTE CON UNA AREA MINIMA TOTAL DE 280 cm<sup>2</sup> C/U HACIA EL EXTERIOR, 645 cm<sup>2</sup> C/U HACIA EL INTERIOR Y CUYO LADO MINIMO SERA DE 8 cm.

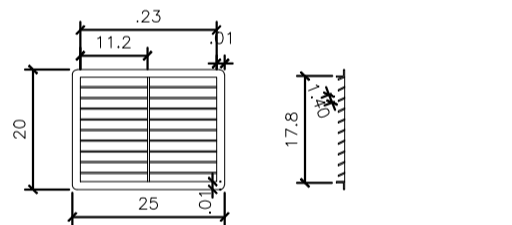
EN CASO EXISTA UN ELEMENTO ESTRUCTURAL LA VENTILACION SUPERIOR SE UBICARA SEGUIDAMENTE DE DICHA ESTRUCTURA (VIGA)

EN CASO EXISTA UN DINTEL DE DRYWALL, LADRILLO U OTRO MATERIAL; LA VENTILACION SUPERIOR SE UBICARA SOBRE EL MISMO, RESPETANDO LOS 30 cm COMO MAXIMO.

**PATIO DE VENTILACION:**

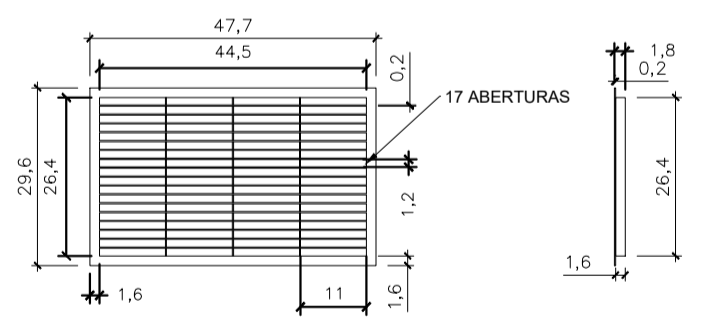
EN VIVIENDAS UNIFAMILIARES SE VA A CONSIDERAR UNA SECCION TRANSVERSAL NO MENOR A 4 m<sup>2</sup> NO DEBIENDO SU LADO MENOR SER INFERIOR A 2 m.

EN VIVIENDAS MULTIFAMILIARES LA SECCION TRANSVERSAL MINIMA SERA DE 4.84 m<sup>2</sup> Y EL LADO MENOR NO DEBERA SER INFERIOR A 2.20 m.



DETALLE REFERENCIAL PARA LA REJILLA DE VENTILACION (cm) AREA EFECTIVA DE LA VENTILACION DE 280cm<sup>2</sup>

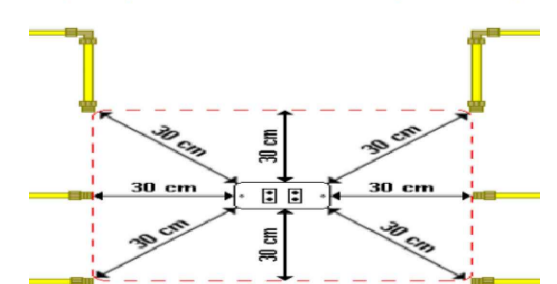
S./E.



DETALLE REFERENCIAL PARA LA REJILLA DE VENTILACION (cm) AREA EFECTIVA DE LA VENTILACION DE 645cm<sup>2</sup>

S./E.

Distancias de tomacorrientes  
Al punto de conexión al artefacto.  
(Incluye la instalación interna y artefacto)



UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR  
FACULTA DE INGENIERÍA Y GESTIÓN  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

LÁMINA

**IG-06**

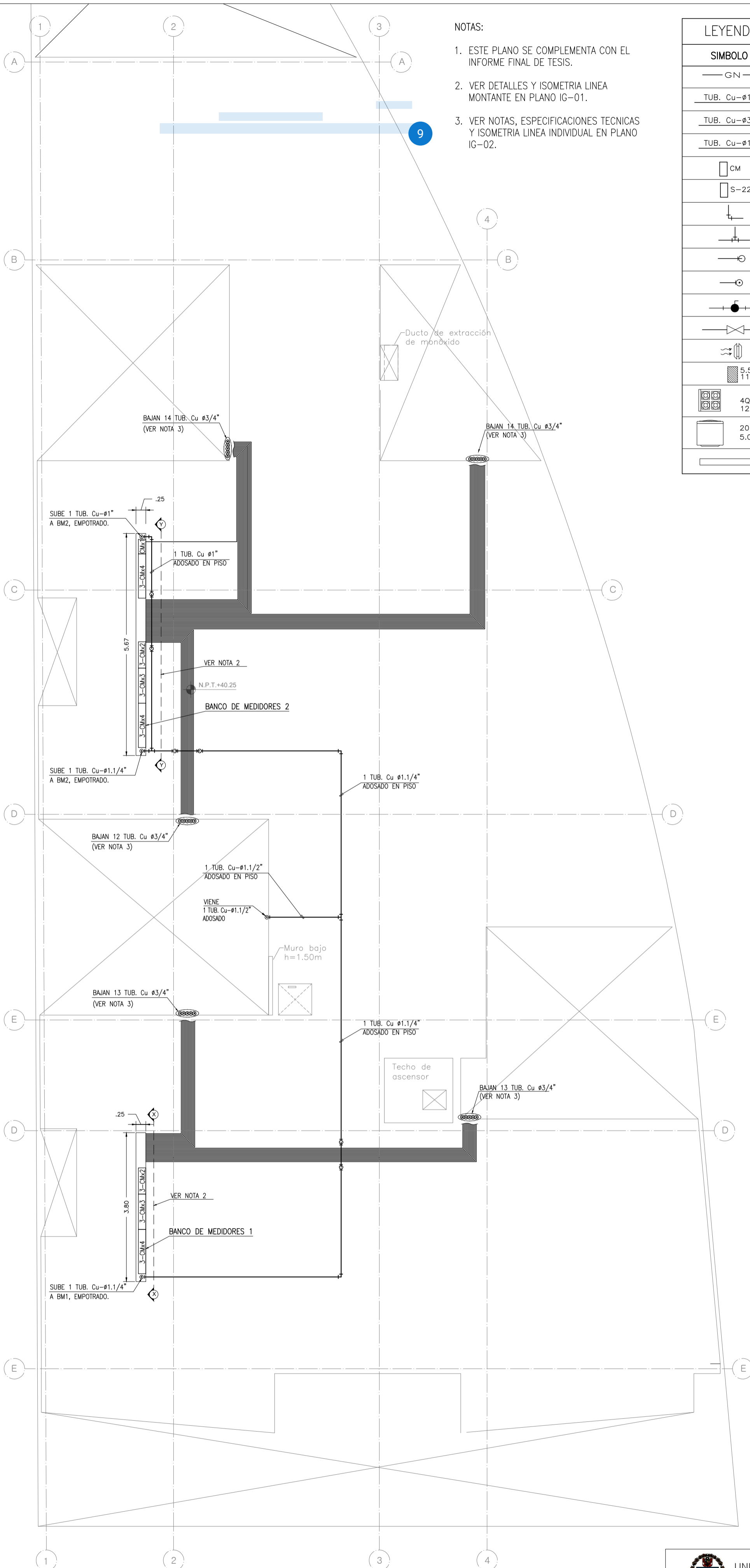
|               |   |               |                                |            |                                |
|---------------|---|---------------|--------------------------------|------------|--------------------------------|
| PLANO:        | TOPOLOGÍA 3<br>PLANTA 4°, 5°, 6°, 7°, 8°, 9°, 10°, 11°, 12°, 13° Y 14° PISO | FECHA:        | Diciembre 2023                 | ESCALA:    | 1/75                           |
| DISEÑADO POR: | 1. Bach. Rudy Jesus Capa Ilizarbe<br>2. Bach. José Jean Franco Ramos Rupay  | PROYECTO:     | EDIFICIO MULTIFAMILIAR SIENA   | UBICACION: | DISTRITO DE LA VICTORIA - LIMA |
|               |   | ESPECIALIDAD: | INSTALACIONES MECANICAS DE GNS |            |                                |

NOTAS:

1. ESTE PLANO SE COMPLEMENTA CON EL INFORME FINAL DE TESIS.
2. VER DETALLES Y ISOMETRIA LINEA MONTANTE EN PLANO IG-01.
3. VER NOTAS, ESPECIFICACIONES TECNICAS Y ISOMETRIA LINEA INDIVIDUAL EN PLANO IG-02.

LEYENDA DE INSTALACIONES MECANICAS PARA GAS NATURAL SECO

| SIMBOLO              | DESCRIPCION  | CAJAS (mm.)                  | ALTURA AL EJE (m. S.N.P.T.)                     |
|----------------------|--|------------------------------|---|
| — GN —               | TUBERIA PARA GAS NATURAL SECO TIPO DE COBRE DIAMETRO INDICADO  | ---                          | EMPOTRADA EN PARED O PISO                       |
| TUB. Cu- $\phi 1/2"$ | TUB: TUBERIA DE COBRE TIPO "L" DE 13.84mm DE DIAMETRO INTERIOR, UNIONES Y ACCESORIOS SOLDABLES POR CAPILARIDAD.  | ---                          | EMPOTRADA EN PARED O PISO                       |
| TUB. Cu- $\phi 3/4"$ | TUB: TUBERIA DE COBRE TIPO "L" DE 19.95mm DE DIAMETRO INTERIOR, UNIONES Y ACCESORIOS SOLDABLES POR CAPILARIDAD.  | ---                          | EMPOTRADA EN PARED O PISO                       |
| TUB. Cu- $\phi 1"$   | TUB: TUBERIA DE COBRE TIPO "L" DE 26.04mm DE DIAMETRO INTERIOR, UNIONES Y ACCESORIOS SOLDABLES POR CAPILARIDAD.  | ---                          | ADOSADO EN PARED O DUCTO                        |
| CM                   | CENTRO DE REGULACION Y MEDICION PARA 2ª ETAPA (POR CONCESIONARIO)  | INDICADA EN DETALLES         | ADOSADO A DUCTO H=1.80m (B.S.)                  |
| S-22                 | CENTRO DE REGULACION 1ª ETAPA PARA GAS NATURAL SECO (POR CONCESIONARIO)  | RECTANGULAR F'G' 230x340x190 | EMPOTRADA EN MURO H=0.30m (B.I.)                |
| +                    | ACC. COBRE: CODO RECTO 90°, SOLDABLE POR CAPILARIDAD. ACC. PAP: CODO RECTO 90° o CURVA DE SER NECESARIO, GRAFADO.  | ---                          | EMPOTRADA EN PARED O PISO                       |
| +                    | ACC. COBRE: TEE RECTO 90°, SOLDABLE POR CAPILARIDAD. ACC. PAP: TEE RECTO 90°, UNION TIPO GRAFADO.  | ---                          | EMPOTRADA EN PARED O PISO                       |
| ○                    | TUBERIA QUE BAJA.  | ---                          | EMPOTRADA EN PARED O PISO                       |
| ○                    | TUBERIA QUE SUBE.  | ---                          | EMPOTRADA EN PARED O PISO                       |
| ●                    | VALVULA DE BOLA DE 1/4 DE VUELTA Y TOPE, CON MANIJA TIPO MARIPOSA O SEGUN INDICACION, DIAMETRO INDICADO.   | NICHO 130x100x70             | EN PARED H=0.70m (SALVO INDICACION)             |
| ●                    | VALVULA DE BOLA DE 1/4 DE VUELTA Y TOPE, CON MANIJA TIPO PALANCA O SEGUN INDICACION, DIAMETRO INDICADO.  | RECTANGULAR F'G' 250x300x150 | EN PARED H=0.93m (EJE)                          |
| ⋈                    | REJILLA DE VENTILACION DE MATERIAL PLASTICO O ALUMINIO. SUS DIMENSIONES PUEDEN VARIAR SIEMPRE QUE SE MANTENGA O SUPERE SU AREA MINIMA EFECTIVA INDICADO EN PLANOS. | INDICADO EN PLANOS           | SEPARADO DE TECHO/PISO H=0.30m (Max.) de Bordes |
| 5.5 LPM. 11kW        | TERMO QDS SIN DUCTO TIPO A, SU SALIDA DE GAS NATURAL SE COORDINARA CON LAS INSTALACIONES SANITARIAS RESPECTIVAS  | ---                          | ADOSADO, H=DEFINIDO EN OBRA                     |
| 4Q+horno 12kW        | COCINA DOMESTICA TIPO A, SU SALIDA DE GAS NATURAL SE COORDINARA CON LAS INSTALACIONES ELECTRICAS RESPECTIVAS.  | ---                          | ADOSADO, H=DEFINIDO EN OBRA                     |
| 20 kg 5.0kW          | SECADORA TIPO A, SU SALIDA DE GAS NATURAL SE COORDINARA CON LAS INSTALACIONES ELECTRICAS RESPECTIVAS.  | ---                          | ADOSADO, H=DEFINIDO EN OBRA                     |
| —                    | CANAleta METALICA O PVC PARA LA PROTECCION MECANICA DE LA LINEA MONTANTE, DIMENSIONES SERA DEFINIDO EN OBRA.   | CANAleta F'G' O PVC          | ADOSADO EN TECHO                                |



## ● 5% de similitud general

Principales fuentes encontradas en las siguientes bases de datos:

- 4% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 0% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

### FUENTES PRINCIPALES

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

|   |  |     |
|---|--|-----|
| 1 | <b>repositorio.unac.edu.pe</b><br>Internet     | <1% |
| 2 | <b>repositorio.utelesup.edu.pe</b><br>Internet | <1% |
| 3 | <b>vsip.info</b><br>Internet                   | <1% |
| 4 | <b>hdl.handle.net</b><br>Internet              | <1% |
| 5 | <b>coursehero.com</b><br>Internet              | <1% |
| 6 | <b>repositorio.untels.edu.pe</b><br>Internet   | <1% |
| 7 | <b>pdfcookie.com</b><br>Internet               | <1% |
| 8 | <b>idus.us.es</b><br>Internet                  | <1% |



|    |   |     |
|----|---|-----|
| 9  | <b>repositorio.unsa.edu.pe</b><br>Internet    | <1% |
| 10 | <b>1library.co</b><br>Internet                | <1% |
| 11 | <b>dincorsa.com</b><br>Internet               | <1% |
| 12 | <b>repositorio.uladech.edu.pe</b><br>Internet | <1% |
| 13 | <b>slideshare.net</b><br>Internet             | <1% |
| 14 | <b>dspace.unitru.edu.pe</b><br>Internet       | <1% |
| 15 | <b>cybertesis.unmsm.edu.pe</b><br>Internet    | <1% |
| 16 | <b>docplayer.es</b><br>Internet               | <1% |
| 17 | <b>patents.google.com</b><br>Internet         | <1% |
| 18 | <b>scribd.com</b><br>Internet                 | <1% |
| 19 | <b>all-imm.com</b><br>Internet                | <1% |
| 20 | <b>documentop.com</b><br>Internet             | <1% |

|    |  |     |
|----|--|-----|
| 21 | <b>es.scribd.com</b><br>Internet             | <1% |
| 22 | <b>tdx.cat</b><br>Internet                   | <1% |
| 23 | <b>idoc.pub</b><br>Internet                  | <1% |
| 24 | <b>buenastareas.com</b><br>Internet          | <1% |
| 25 | <b>repositorio.ucv.edu.pe</b><br>Internet    | <1% |
| 26 | <b>repositorio.unasam.edu.pe</b><br>Internet | <1% |
| 27 | <b>vdocuments.mx</b><br>Internet             | <1% |
| 28 | <b>repositorio.upig.edu.pe</b><br>Internet   | <1% |
| 29 | <b>renati.sunedu.gob.pe</b><br>Internet      | <1% |
| 30 | <b>sourceforge.net</b><br>Internet           | <1% |
| 31 | <b>tesis.ucsm.edu.pe</b><br>Internet         | <1% |
| 32 | <b>brevets-patents.ic.gc.ca</b><br>Internet  | <1% |

|    |  |     |
|----|--|-----|
| 33 | <b>tgp.com.pe</b><br>Internet  | <1% |
| 34 | <b>repositorio.uncp.edu.pe</b><br>Internet   | <1% |
| 35 | <b>repositorio.upn.edu.pe</b><br>Internet  | <1% |
| 36 | <b>tesis.pucp.edu.pe</b><br>Internet   | <1% |
| 37 | <b>osinergmin.gob.pe</b><br>Internet   | <1% |
| 38 | <b>Anderson, Daniela Eduardo. "Comparación del Nivel de Desarrollo Morf..."</b><br>Publication | <1% |
| 39 | <b>yumpu.com</b><br>Internet   | <1% |
| 40 | <b>en.wikisource.org</b><br>Internet   | <1% |
| 41 | <b>procobreperu.org</b><br>Internet  | <1% |
| 42 | <b>hidrosoluciones.cl</b><br>Internet  | <1% |
| 43 | <b>pt.scribd.com</b><br>Internet   | <1% |
| 44 | <b>catalonica.bnc.cat</b><br>Internet  | <1% |

|    |   |     |
|----|---|-----|
| 45 | <b>pdffox.com</b><br>Internet   | <1% |
| 46 | <b>repositorio.uarm.edu.pe</b><br>Internet  | <1% |
| 47 | <b>repositorio.unap.edu.pe</b><br>Internet  | <1% |
| 48 | <b>IBAÑEZ NAVARRO ISRAEL ESSAU. "EIA-SD del Proyecto Relleno Sanita...</b><br>Publication | <1% |
| 49 | <b>cdn.gob.pe</b><br>Internet   | <1% |
| 50 | <b>qdoc.tips</b><br>Internet  | <1% |
| 51 | <b>eduportal.com.pe</b><br>Internet   | <1% |
| 52 | <b>gasflex.com</b><br>Internet  | <1% |
| 53 | <b>ri2.bib.udo.edu.ve:8080</b><br>Internet  | <1% |
| 54 | <b>upc.aws.openrepository.com</b><br>Internet   | <1% |
| 55 | <b>ptolomeo.unam.mx:8080</b><br>Internet  | <1% |
| 56 | <b>semanticscholar.org</b><br>Internet  | <1% |

|    |  |     |
|----|--|-----|
| 57 | <b>pdfcoffee.com</b><br>Internet   | <1% |
| 58 | <b>repositorio.unsaac.edu.pe</b><br>Internet   | <1% |
| 59 | <b>Cossio Mendieta, Freddy Enrique   Hoefsloot Lenis, Jan Emilio   Olivero...</b><br>Publication | <1% |
| 60 | <b>INGENIERIA Y SOLUCIONES PRACTICAS SRL ISOPRAC. "Actualización...</b><br>Publication           | <1% |
| 61 | <b>propuestaciudadana.org.pe</b><br>Internet   | <1% |
| 62 | <b>rcta.unah.edu.cu</b><br>Internet  | <1% |
| 63 | <b>repositorio.pucp.edu.pe</b><br>Internet   | <1% |
| 64 | <b>123dok.org</b><br>Internet  | <1% |
| 65 | <b>Naomi Keena, Daniel R. Rondinel-Oviedo, Alejandra Acevedo De-los-Rí...</b><br>Crossref        | <1% |
| 66 | <b>criterio.hn</b><br>Internet   | <1% |
| 67 | <b>dspace.esPOCH.edu.ec</b><br>Internet  | <1% |
| 68 | <b>cris.utec.edu.pe</b><br>Internet  | <1% |

|    |   |     |
|----|---|-----|
| 69 | <b>ebin.pub</b><br>Internet   | <1% |
| 70 | <b>fdocuments.ec</b><br>Internet  | <1% |
| 71 | <b>repebis.upch.edu.pe</b><br>Internet  | <1% |
| 72 | <b>repositorio.uni.edu.pe</b><br>Internet   | <1% |
| 73 | <b>repositorioacademico.upc.edu.pe</b><br>Internet  | <1% |
| 74 | <b>up.edu.pe</b><br>Internet  | <1% |
| 75 | <b>Brossard del Rosario, Fernando. "Capacidad operativa del gobierno loc..."</b><br>Publication | <1% |
| 76 | <b>antezanasac.com</b><br>Internet  | <1% |
| 77 | <b>repositorio.escuelaing.edu.co</b><br>Internet  | <1% |
| 78 | <b>revistas.unal.edu.co</b><br>Internet   | <1% |
| 79 | <b>ardo.odessa.ua</b><br>Internet   | <1% |
| 80 | <b>hydro-1.net</b><br>Internet  | <1% |

|    |  |     |
|----|--|-----|
| 81 | <b>ERM PERU S.A.. "PMA para la Conversión a Ciclo Combinado de la Cen...</b> | <1% |
|    | Publication  |     |
| 82 | <b>WALSH PERU S.A. INGENIEROS Y CIENTIFICOS CONSULTORES. "DIA d...</b>       | <1% |
|    | Publication  |     |
| 83 | <b>alumni.up.edu.pe</b>  | <1% |
|    | Internet   |     |
| 84 | <b>cvperu1.blogspot.com</b>  | <1% |
|    | Internet   |     |
| 85 | <b>dspace.ucuenca.edu.ec</b>   | <1% |
|    | Internet   |     |
| 86 | <b>manualzz.com</b>  | <1% |
|    | Internet   |     |
| 87 | <b>repositorio.upse.edu.ec</b>   | <1% |
|    | Internet   |     |
| 88 | <b>repositorio.urp.edu.pe</b>  | <1% |
|    | Internet   |     |
| 89 | <b>akal.mx</b>   | <1% |
|    | Internet   |     |
| 90 | <b>car.gov.co</b>  | <1% |
|    | Internet   |     |
| 91 | <b>perupetro.com.pe</b>  | <1% |
|    | Internet   |     |
| 92 | <b>rankia.cl</b>   | <1% |
|    | Internet   |     |