

UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA



**“ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO, EN BAJA TENSIÓN,
PARA LA ELECTRIFICACIÓN DEL CENTRO COMERCIAL PLAZA VEA,
ILO, MOQUEGUA”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar por el Título Profesional de

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

PRESENTADO POR EL BACHILLER

CARRILLO ZAMBRANO, SERGIO EMILIO

Villa El Salvador

2019

Dedicatoria

A Dios por guiarme y ayudarme a ser una persona de bien. A mis padres: Emilio Carrillo y Ana María Zambrano por su permanente apoyo moral en cada instante de mi formación profesional.

Agradecimientos

En primer lugar, agradezco a Dios, porque a pesar de todas las pruebas puestas en el camino, siempre supo guiarme de manera correcta. A mis padres que siempre dieron lo mejor de sí para que yo pueda ser una mejor persona en todo sentido. A mis hermanos que siempre me estuvieron alentando a continuar. A la universidad, mi segunda casa que nunca olvidaré, porque siempre me brindó un espacio para poder desarrollarme académicamente.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE GENERAL.....	iv
LISTADO DE FIGURAS.....	vi
LISTADO DE TABLAS.....	vii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	
1.1 Descripción de la Realidad Problemática.....	2
1.2 Justificación del Problema.....	3
1.3 Delimitación del Proyecto.....	3
1.3.1 Teórica.....	3
1.3.2 Temporal.....	4
1.3.3 Espacial.....	4
1.4 Formulación del Problema.....	4
1.4.1 Problema General.....	4
1.4.2 Problemas Específicos.....	4
1.5 Objetivos.....	4
1.5.1 Objetivo General.....	4
1.5.2 Objetivos Específicos.....	5
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	
2.1 Antecedentes.....	6
2.1.1 Antecedentes Nacionales.....	6
2.1.2 Antecedentes Internacionales.....	8
2.2 Bases Teóricas.....	9
2.3 Definición de Términos Básicos.....	16
CAPÍTULO III: DESARROLLO DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL	
3.1 Modelo Propuesto.....	18
3.1.1 Cuadro de Cargas.....	18
3.1.2 Selección de alimentadores y elementos de protección.....	21
	iv

3.1.3 Calculo del Sistema de Puesta a Tierra.....	28
3.2 Resultados.....	32
CONCLUSIONES.....	54
RECOMENDACIONES.....	55
BIBLIOGRAFÍA.....	56
ANEXO.....	58

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1: Diseño de la malla del Mall, según software TecAt Plus.....	51
Figura 2: Diseño de curva, según software TecAt Plus/ resistencia malla: 1.081 Ω	51
Figura 3: Diseño de la malla Plaza Vea, según software TecAt Plus.....	52
Figura 4: Diseño de curva, según software TecAt Plus/ resistencia malla: 1.503 Ω	52

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1:	Potencia instalada CC – Ilo para la plaza comercial, ubicada en el NPT - 7.00	19
Tabla 2:	Potencia instalada CC – Ilo para la plaza comercial, ubicada en el NPT - 3.00	19
Tabla 3:	Potencia instalada CC – Ilo para la plaza comercial, ubicada en el NPT - 0.00	20
Tabla 4:	potencia instalada CC – Ilo para la plaza comercial, ubicada en el NPT - 5.00	20
Tabla 5:	Ficha técnica del conductor eléctrico NH-80	22
Tabla 6:	Ficha técnica del conductor eléctrico N2XOH	23
Tabla 7:	Tablero TN-1	25
Tabla 8:	Tablero TN-1 (Nivel -7.00)	27
Tabla 9:	Máxima demanda CC – Ilo	33
Tabla 10:	Características de diseño para el tablero TGN-1–Tablero general normal	34
Tabla 11:	Características de diseño para el tablero TNL-1–Tablero general normal	35
Tabla 12:	Características de diseño para el tablero TNL-2–Tablero general normal	36
Tabla 13:	Características de diseño para los tableros TTA-1/TGE-1 – Tablero general de emergencia	37
Tabla 14:	Características de diseño para el tablero TEL-2 – Tablero general de emergencia	38
Tabla 15:	Características de diseño para el tablero TNL-2 – Sub tableros normales	39
Tabla 16:	Características de diseño para el tablero TN-ES– Sub tableros normales	40
Tabla 17:	Características de diseño para el tablero TN-2– Sub tableros normales	41
Tabla 18:	Características de diseño para el tablero TE-1 – Sub tableros de emergencia	42
Tabla 19:	Características de diseño para el tablero TE-ES – Sub tableros de emergencia	43
Tabla 20:	Características de diseño para el tablero TM-ES – Sub tableros de emergencia	44

Tabla 21: Características de diseño para el tablero TE-2 – Sub tableros de emergencia.....	45
Tabla 22: Características de diseño para el tablero T-CEL – Sub tableros de emergencia.....	46
Tabla 23: Características de diseño para el tablero T-GEL – Sub tableros de emergencia.....	47
Tabla 24: Características de diseño para el tablero TVEN-1–Sub tableros de HVAC	47
Tabla 25: Características de diseño para el tablero TEXT-2–Sub tableros de HVAC	48
Tabla 26: Características de diseño para el tablero TIC-001–Sub tableros de HVAC	48
Tabla 27: Características de diseño para el tablero TIC-002–Sub tableros de HVAC	49
Tabla 28: Características de diseño para el tablero T-AS1 –Sub tableros de ascensores.....	49
Tabla 29: Características de diseño para el tablero T-AS2 –Sub tableros de ascensores.....	50
Tabla 30: Características de diseño para el tablero T-BS–Sub tableros de bombas...	50

INTRODUCCIÓN

La creciente demanda de construcciones civiles debido al aumento poblacional involucra grandes inversiones de capital en proyectos de desarrollo para obras civiles de todo tipo: edificios residenciales, centros comerciales, industrias, hospitales, etc. en los cuales, parte importante en la ejecución de estos proyectos son los sistemas de distribución eléctrica.

La creación de cualquier tipo de infraestructura requiere por necesidad que sea electrificada, por consiguiente, la demanda que existe en el rubro de la construcción conlleva a un importante análisis de cálculo de la demanda de energía a emplearse en cada establecimiento, y para poder satisfacerla, cabe preguntarse de qué manera cubrir esta demanda, qué métodos se podrían aplicar o qué técnicas se podría utilizar.

Hoy en día la energía eléctrica es considerada de vital importancia en casi todas las actividades que realiza el hombre, donde se tiene en consideración cada vez más el concepto de calidad, efectividad, rendimiento y seguridad de este. En el presente trabajo de investigación se estudiará, particularmente, el diseño eléctrico, en baja tensión, para el centro comercial Plaza Veá, Ilo, Moquegua. El diseño eléctrico para este establecimiento se desarrolló teniendo en cuenta las normas nacionales e internacionales que se describen más adelante.

Finalmente, es importante que un sistema eléctrico brinde las garantías necesarias no sólo de utilización, sino también de protección, por lo que se diseñará el sistema de puesta a tierra del proyecto, usando una configuración de mallas y electrodos con la finalidad que disminuir el riesgo para el usuario en caso de una posible falla en sistema por circunstancias extrínsecas.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la Realidad Problemática

En el año 2018, la empresa Supermercados Peruanos, operada por el grupo In Retail, apuesta por invertir en el primer Centro Comercial de la ciudad sureña Ilo, departamento de Moquegua, donde dispondrá de varios niveles dedicados al entretenimiento y alimentación para los clientes, como el local de juegos, patio de comidas, cines y, por supuesto, un supermercado.

Para poner en vigencia esta nueva construcción, se debe conseguir electrificarla de manera eficiente, considerando los parámetros necesarios de diseño. Dada la adquisición del terreno por parte de Supermercados Peruanos, con un área total de 8916 m², es necesario solicitar al cliente los planos de arquitectura del nuevo establecimiento, pues es necesario para poder desarrollar, en base a ello, el diseño eléctrico capaz de satisfacer la distribución de los ambientes y niveles considerados.

Para el presente proyecto, se debe solicitar al concesionario eléctrico la potencia necesaria para que esta construcción pueda funcionar, y para esto es necesario partir de la elaboración del cuadro de la máxima demanda de todo el establecimiento que sea capaz de satisfacer el consumo de todas las cargas, considerando los criterios que se indican en el CNE– Utilización 2006.

En base al cuadro de cargas del proyecto, se deben de elaborar los diagramas unifilares generales, los cuales representarán a los tableros eléctricos principales, además de los diagramas unifilares derivados que representan a los sub-tableros, que dependerán de la energía de los tableros principales.

También se debe realizar los cálculos justificativos para dimensionar correctamente los interruptores termo magnéticos principales de cada tablero

eléctrico; así como el tipo de conductores a emplearse y sus respectivas secciones. El establecimiento en mención no cuenta con un sistema de puesta a tierra, por ello es necesario realizar un diseño que sea capaz de aseverar la confiabilidad y la seguridad que exige la norma, de acuerdo con la sección 060 del CNE.

1.2 Justificación del Problema

El presente proyecto se justifica en el hecho de realizar un análisis y diseño del sistema eléctrico para conseguir la electrificación del centro comercial Plaza Vea, el cual tiene como propósito la existencia de fluido eléctrico en el establecimiento de manera ininterrumpida, capaz de proteger al usuario que la usa y al propio sistema, evitando o reduciendo sobre cargas eléctricas que por un mal dimensionamiento que puedan ocasionar daños perjudiciales

También, es de tener en cuenta que el inicio de este proyecto sólo se consideraba el área de terreno disponible, niveles y algunos ambientes sin tener mayor detalle de las cargas a contemplarse. Por esto, se usaron los criterios de asignación de cargas por metros cuadrados, según el CNE, cuando no se dispone de mucha información.

Por lo tanto, es necesario poder contar con un planeamiento secuencial que nos permita realizar el análisis del diseño de un proyecto. Así mismo, los resultados de este análisis servirán de guía para la ejecución de posteriores proyectos similares, pertenecientes al rubro de la construcción.

1.3 Delimitación del Proyecto

1.3.1 Teórica

El trabajo de suficiencia profesional desarrollado, desde el punto de vista teórico, abarca contenidos conceptuales tales como: Determinación de la demanda de potencia máxima simultánea en las instalaciones eléctricas; caídas de voltaje en líneas de Transmisión, Fundamentos de

puesta a tierra, código Nacional de Electricidad Utilización 2006, y el Reglamento Nacional de Edificaciones, instalaciones eléctricas interiores EM.010.

1.3.2 Temporal

Este diseño fue aprobado en periodo del mes de octubre 2019 a noviembre del 2019.

1.3.3 Espacial

El Centro Comercial Plaza Veá se encuentra ubicado en la MZ C Lote 1 Sector Av. Mariano Lino Urquieta, U.O. 5401, Distrito de Ilo, Departamento de Moquegua.

1.4 Formulación del Problema

1.4.1 Problema General

¿Cómo realizar el análisis y diseño del sistema eléctrico en baja tensión para electrificar el Centro Comercial Plaza Veá, Ilo, Moquegua?

1.4.2 Problemas Específicos

- ¿Cuál es la máxima demanda eléctrica del proyecto para solicitar la carga total al concesionario eléctrico?
- ¿Cuál es el dimensionamiento de los elementos eléctricos de protección y conductores eléctricos que intervienen en el sistema eléctrico del Centro Comercial Plaza Veá?
- ¿Cuál es el diseño y dimensionamiento del sistema puesta tierra a implementarse en el Centro Comercial Plaza Veá?

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General

Analizar y diseñar un sistema eléctrico en baja tensión, para electrificar el Centro Comercial Plaza Veá, Ilo, Moquegua.

1.5.2 Objetivos Específicos

- Determinar la máxima demanda de energía para solicitar la carga total al concesionario eléctrico, de acuerdo con la sección 050 del CNE.
- Dimensionar las capacidades de los elementos eléctricos de protección y conductores eléctricos para garantizar la confiabilidad en el uso del sistema, según la sección 030 del CNE.
- Determinar el diseño y dimensionamiento del sistema puesta a tierra, para garantizar la adecuada protección del sistema eléctrico en el Centro Comercial Plaza Veá, de acuerdo con la sección 060 del CNE.

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

2.1.1 Antecedentes Nacionales.

Zavala, L. (2000). *Proyecto integral del estudio, diseño y cálculos electromecánicos para la electrificación de la urbanización popular “Santa María”* (Tesis). Universidad Nacional del Callao, Callao, Perú.

Para esta investigación se estableció los siguientes puntos de estudio: Objetivo, alimentar las cargas eléctricas previstas en el estudio para la electrificación de la urbanización popular “Santa María” por medio de una línea primaria de distribución en 10 kV. a través de las 02 subestaciones aéreas bipostes: S.E.B. N°1 = 101.26 kW. y S.E.B. N°2 = 75.33 kW.

Tipo de investigación, Explicativa, puesto es un proyecto que se encuentra altamente estructurado, debido a que se enfoca en desarrollar el diseño eléctrico teniendo en cuenta las consideraciones de selección.

Resultados, se consiguieron datos verídicos del mismo proyecto, como tema de análisis para el correcto diseño del sistema eléctrico.

Conclusiones, permite tener la energía eléctrica en los hogares de la urbanización “Santa maría”, pudiendo utilizarla en forma variada tanto en consumo doméstico, comercial, alumbrado público, elevando el nivel socio económico de los pobladores al crear fuentes de trabajo, asegurando a las futuras generaciones.

Comentario: Se debe establecer claramente los procedimientos necesarios para poder desarrollar un proyecto de electrificación,

aportando con la teoría y el desarrollo de los cálculos que intervienen en los sistemas de media tensión y baja tensión.

Robles, F. (2007). *Metodología para el cálculo de factores de simultaneidad y demanda* (Tesis). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

Para esta investigación se estableció los siguientes puntos de estudio:
Objetivo, proponer metodologías y valores para la determinación de los factores de simultaneidad y demanda, para la optimización de las instalaciones eléctricas de suministro (Sistemas de distribución) y para las instalaciones eléctricas de utilización (Instalaciones internas), en base a registros maestres.

Tipo de investigación, Exploratoria, porque recopila, analiza y evalúa la información relacionada con los factores de simultaneidad y demanda. También se han realizado mediciones muestrales en campo para realizar el cálculo del factor de simultaneidad y demanda, de tal manera que se han empleado el uso de datos cuantitativos.

Resultados, Los diagramas de carga obtenidos en los registros efectuados, diariamente, en el tablero principal de las unidades de vivienda presentan “picos” de demanda notoriamente elevada y en diferentes horas del día. Estos “picos” corresponden, de acuerdo a las encuestas y análisis efectuados a los circuitos derivados especiales.

Conclusiones, con relación a la metodología, para determinar los factores de simultaneidad y los factores de demanda se está proponiendo seleccionar sistemas eléctricos por nivel de consumo, para ser estudiados y finalmente obtener una tabla nacional única de los factores de

simultaneidad en función solamente del número de clientes, que representan a todos los sistemas.

Comentario: El desarrollo del proyecto propuesto nos brinda conceptos y nos explica sobre el análisis de cómo saber usar todos los factores que intervienen en el diseño de la máxima demanda en proyectos de electrificación.

2.1.2 Antecedentes Internacionales.

Soler, M. (2006). *Diseño de las instalaciones eléctricas del centro comercial Metrópolis Barquisimeto* (Tesis). Universidad Simón Bolívar, Caracas, Venezuela.

Para esta investigación se estableció los siguientes puntos de estudio:

Objetivo, Realizar el diseño de las instalaciones eléctricas del centro comercial Metrópolis Barquisimeto, ubicado en Barquisimeto, estado Lara, basándose en las normas establecidas en el Código Eléctrico Nacional y en los lineamientos de la empresa Arturo Arenas & Asociados.

Tipo de investigación, Descriptiva, porque el proyecto que se considera ha sido diseñado bajo una demanda estimada que se calcula bajo los parámetros y factores que determinan un comportamiento más concordante con la realidad.

Resultados, se estableció un modelo de criterio de selección de equipamiento eléctrico, evitando sobredimensionamientos innecesarios que tren como consecuencia un elevado costo en materiales y no garantiza la seguridad respectiva.

Conclusiones, es de gran importancia realizar un estudio detallado de las características y funcionamiento de las cargas que van a ser conectadas

al sistema eléctrico para minimizar fallas eléctricas que pudieran afectar el rendimiento de los equipos, factores de riesgo para los operadores, pérdidas económicas, etc.

Comentario: La elaboración del proyecto, nos indica sobre los requisitos mínimos para tener en cuenta y la normativa, para el diseño del cuadro de cargas, tomando en cuenta la previsión de cargas a futuro y la reducción de fallas a largo plazo. Además de las fórmulas empleadas para el diseño, para la correcta instalación de conductores, esto con la finalidad de evitar fallas; así mismo, las protecciones necesarias del sistema eléctrico.

2.2 Bases Teóricas

Los conceptos o definiciones que se indican a continuación han sido tomados de la Norma DGE – Terminología en Electricidad.

2.2.1 Máxima demanda (MD).

Valor máximo de la carga durante un periodo de tiempo dado, por ejemplo, un día, un mes, un año. (DGE – Terminología en Electricidad, Sección 23, pag.16).

2.2.2 Potencia instalada (PI).

Suma de las potencias nominales de los aparatos eléctricos instalados en las instalaciones del cliente. (DGE – Terminología en Electricidad, Sección 08, pag.85).

2.2.3 Factor de carga o factor de demanda (FD).

Relación, expresada como un valor numérico o como un porcentaje, de la potencia máxima de una instalación o grupo de instalaciones durante un período determinado, y la carga total instalada de la (s)

instalación(es). DGE – Terminología en Electricidad, Sección 88, pag.91).

2.2.4 Factor de simultaneidad (FS).

Relación, expresada como un valor numérico o como un porcentaje, de la potencia simultánea máxima de un grupo de artefactos eléctricos o clientes durante un período determinado; y la suma de sus potencias individuales máximas durante el mismo período. DGE – Terminología en Electricidad, Sección 88, pag.91).

2.2.5 Niveles de tensión.

Según el Código Nacional de Electricidad (Suministro 2011), se podrá continuar utilizándose los niveles de tensión existentes y las tensiones recomendadas siguientes:

Baja Tensión:

- 380 / 220 V
- 440 / 220 V
- 220 V

2.2.6 Intensidad nominal.

Es la corriente que se debe suministrar para que una unidad funcione en su punto óptimo de rendimiento, expresado de la siguiente manera:

$$I_n = \frac{P(\text{Watts})}{K \times V(\text{Voltios}) \times \cos \varphi} \dots (1)$$

Donde:

I_n = Corriente nominal (Amperios).

P = Carga a atender (Watts)

V = Tensión Nominal de Servicio (Voltios) - 380 V.

K = Factor de suministro, siendo 1.732 (Sistema trifásico) o

1 (Sistema monofásico)

$\cos \varphi$ = 0.8 (Factor de potencia)

Para dimensionar la sección de los conductores y la protección, se considera:

$$I_d = 1.25xI_n \dots (2)$$

Donde:

I_d = Corriente de diseño (Amperios).

I_n = Corriente nominal (Amperios).

2.2.7 Caída de tensión.

Diferencia en un instante dado entre las tensiones medidas en dos puntos dados a lo largo de una línea. DGE – Terminología en Electricidad, Sección 50, pag.51).

Según regla 050-102 del CNE- Utilización 2006, en distribución final, la caída de tensión total no debe superar el 4% (Salida en baja tensión en la subestación hasta el último punto de conexión de aparatos o equipos); siendo la distribución 1.5 % en los alimentadores y 2.5 % en los circuitos derivados hacia las cargas por atender.

De esta manera se han utilizado las siguientes expresiones:

2.2.7.1 Fórmula para hallar la caída de tensión en circuitos alimentadores.

Caída de tensión: (∇V) – trifásica:

$$\nabla V1 = \frac{KxI_nxrL}{S} \dots (3)$$

Donde:

I_n = Intensidad de corriente nominal del alimentador (Amperios)

L = Longitud del alimentador (metros)

S= Sección del conductor alimentador (mm²)

K= 1.732 (Sistema trifásico)

r= Resistividad del conductor en Ω-mm²/m.

∇V1= Caída de tensión trifásica (Voltios)

Para la expresión porcentual de la caída de tensión se tendrá en cuenta: ∇V1 (%) = (∇V1/V) x 100 (Caída de tensión trifásica)

2.2.7.2 Fórmula para hallar la caída de tensión en circuitos derivados.

- *Caída de tensión: (∇V) – trifásica:*

$$\nabla V2 = \frac{K \times I_n \times r \times L}{S} \dots (4)$$

Donde:

I_n= Intensidad de corriente nominal del alimentador (Amperios)

L= Longitud del alimentador (metros)

S= Sección del conductor alimentador (mm²)

K= 1.732 (Sistema trifásico)

r= Resistividad del conductor en Ω-mm²/m.

∇V2= Caída de tensión trifásica (Voltios)

Para la expresión porcentual de la caída de tensión se tendrá en cuenta: ∇V2 (%) = (∇V2/V) x 100 (Caída de tensión trifásica)

- *Caída de tensión: (∇V) – monofásico:*

$$\nabla V3 = \frac{K \times I_n \times r \times L}{S} \dots (5)$$

Donde:

I_n = Intensidad de corriente nominal del alimentador (Amperios)

L = Longitud del alimentador (metros)

S = Sección del conductor alimentador (mm^2)

$K= 2$, (Sistema monofásico)

r = Resistividad del conductor en $\Omega\text{-mm}^2/\text{m}$.

∇V_3 = Caída de tensión trifásica (Voltios)

Para la expresión porcentual de la caída de tensión se tendrá en cuenta: $\nabla V_3 (\%) = (\nabla V_3/V) \times 100$ (Caída de tensión monofásica)

2.2.8 Interruptores diferenciales.

Son dispositivos electromecánicos que se instala en las instalaciones eléctricas de corriente alterna con el fin de proteger a las personas de accidentes directos e indirectos provocados por el contacto con partes activas de la instalación.

Para los interruptores diferenciales se tendrá presente lo especificado en el Código Nacional de Electricidad vigente en la sección 150-400 (5) al (9) que hace referencia al valor nominal de la corriente del interruptor diferencial, así como en la Norma Técnica Peruana NTP-IEC 61008-1.

2.2.9 Sistema de puesta a tierra

Es un sistema de protección que forma parte del sistema eléctrico, el cual consiste en conducir eventuales descargas eléctricas a tierra, protegiendo de esta manera al usuario que en contacto con la energía o a los equipos conectados al sistema.

2.2.9.1 Ecuaciones de Schwarz

Las ecuaciones de Schwarz establecen que la resistencia de una malla, están dadas por las siguientes expresiones:

$$K_1 = 1.43 - \frac{2.3xh}{\sqrt{S}} - 0.044 x \left[\frac{A}{B} \right] \dots (6)$$

$$K_2 = 5.5 - \frac{8xh}{\sqrt{S}} + 0.15 - \frac{h}{\sqrt{S}} x \left[\frac{A}{B} \right] \dots (7)$$

$$R_{ms} = \frac{\rho_e}{\pi xL} x \left[\ln \left(\frac{2xL}{\sqrt{hxd}} \right) + \frac{K_1 xL}{\sqrt{S}} - K_2 \right] [\Omega] \dots (8)$$

Donde:

ρ_e : Resistividad equivalente del terreno ($\Omega \cdot m$).

L: Largo total del conductor de la malla (m)

h: Profundidad de enterramiento de la malla (m)

S: Área total de la malla (m^2)

A: Lado mayor del reticulado (m)

B: Lado menor del reticulado (m)

R_{ms} : Resistencia de la malla (ohm)

La siguiente configuración de sistema puesta a tierra consiste en agregar a la malla electrodos o barras verticales, con el fin de conseguir una resistencia de menor valor, comparativamente con la lograda al ser utilizado la malla sola.

La resistencia de la malla determinada por Schwarz la denotamos como r_{ms} , y la resistencia de los electrodos como R_e .

Veremos que las expresiones que permiten determinar la resistencia total del conjunto malla – electrodos son:

$$R_e = \frac{\rho_e}{2\pi x L_1 x n} x \left[\text{Ln} \left(\frac{4xL_1}{a} \right) - 1 + \left(\frac{2xK_1 x L_1}{\sqrt{S}} \right) x (\sqrt{n} - 1)^2 \right] [\Omega] \dots (9)$$

$$R_{me} = R_{ms} - \frac{\rho_e}{\pi x L_m} x \left[\text{Ln} \left(\frac{L_1}{\sqrt{h_e x d}} \right) - 1 \right] [\Omega] \dots (10)$$

Por lo tanto, la resistencia total de la malla se calcula como sigue a continuación:

$$R_{TC} = \frac{(R_{ms} x R_e - R_{me}^2)}{R_{ms} + R_e - 2R_{me}} \dots (11)$$

Donde:

Re: Resistencia de los electrodos. (ohm)

Rme: Resistencia malla electrodos. (ohm)

Rms: Resistencia de la malla por Schwarz (ohm)

RTC: Resistencia total del conjunto. (ohm)

pe: Resistencia equivalente del terreno (ohm-m)

L1: Largo del electrodo (m)

a: Radio del electrodo (m)

n: Número de electrodos (m)

S: Superficie de la malla de puesta a tierra (m²)

Lm: Longitud total del conductor de la malla (m)

d: Diámetro del conductor de la malla (m)

h: profundidad a la cual se entierra la malla (m)

Para el cálculo computacional se usará el software TecAt Plus 5.2 que basa sus cálculos en la norma IEEE-80.

2.3 Definición de Términos Básicos

- **Conductor eléctrico.**
Elemento que ofrece una baja resistencia al movimiento de la carga eléctrica.
- **Sistema eléctrico.**
Se define como el conjunto de instalaciones, conductores y equipos necesarios para la generación, el transporte, distribución y utilización de la energía eléctrica.
- **Tensión.**
Diferencia de potencial eficaz entre dos conductores cualquiera o entre un conductor y la tierra.
- **Baja tensión.**
Es cualquier conjunto de niveles de tensión utilizados para la distribución de la electricidad. Su límite superior es generalmente menor o igual a 1kV.
- **Conductor neutro.**
Conductor del sistema distinto que el conductor de fase, que proporciona un camino de retorno de la corriente hacia la fuente.
- **Conductor de puesta a tierra.**
Conductor utilizado para conectar el equipo o sistema de cableado a uno o a varios electrodos de puesta a tierra.
- **Sistema monofásico.**
Es un sistema de generación, distribución y utilización de energía eléctrica formado por una única corriente alterna y por lo tanto todo el voltaje varía de la misma forma.
- **Sistema trifásico.**
Es un sistema de generación, distribución y utilización de energía eléctrica formado por tres corrientes alternas monofásicas con igual frecuencia y amplitud.
- **Usuario.**
Persona natural o jurídica que ocupa un predio y está en posibilidad de hacer uso del suministro eléctrico correspondiente.

- **Concesionario de distribución de energía eléctrica.**

Persona natural o jurídica, nacional o extranjera, que desarrolla actividades de distribución de energía eléctrica en una zona de concesión establecida por el ministerio de energía y minas.

- **Diagrama unifilar.**

También llamado esquema unifilar, es la manera de representar gráficamente una instalación eléctrica o sólo una parte de esta, en el cual tiene la particularidad de que las líneas usadas en este diagrama representan a un conjunto de conductores.

- **Interruptor termomagnético.**

Es un elemento de protección que se usa en instalaciones eléctricas con la finalidad de proteger el sistema, actuando el dispositivo cuando se presentan fenómenos térmicos o magnéticos.

- **Alimentador eléctrico.**

Es un conductor encargado de suministrar toda la corriente que un grupo de cargas consume.

- **Circuito derivado.**

Son todos los conductores eléctricos, dentro de una instalación, que se encargan de llevar la corriente eléctrica a las cargas finales.

- **Aislamiento.**

Es el conjunto de aislantes aplicados alrededor de los conductores y destinados a aislarlos eléctricamente.

- **Resistencia.**

Es todo aquel componente que se opone al paso de la corriente.

- **Resistividad.**

Es la resistencia eléctrica específica de un determinado material. Se designa por la letra griega minúscula “ ρ ” y se mide en ohm x metro (Ωm).

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

3.1 Modelo Propuesto

3.1.1 Cuadro de cargas.

Para hallar el cuadro de cargas del proyecto, debemos tener en cuenta que el Centro Comercial consta de 4 niveles, por consiguiente, de acuerdo con cada nivel, se realizará asignarán determinados Watts por metro cuadrado, teniendo la referencia del CNE.

Adicionalmente, se debe considerar que al ser un proyecto nuevo debemos asumir, para fines de cálculo, mayores cargas a futuro para poder disminuir la posibilidad de fallas a largo plazo.

Se consideró que para la Plaza Comercial (nivel -7.00 del Centro Comercial), $20W/m^2$ y para locatarios $150W/m^2$ (ver tabla 1).

Para la zona de estacionamientos (nivel -3.00 del Centro Comercial), se consideró $20W/m^2$ (ver tabla 2).

Para la zona de locatarios y recreación (nivel 0.00 del Centro Comercial), se consideró diversas cargas, puesto que tenemos locales de juegos y pollería (ver tabla 3).

Para la zona de los cines (nivel 5.50 del Centro Comercial), se consideró una carga total carga total de 200 kW, esto se debe a que las cargas de los cines están sujetas por otra empresa (ver tabla 4).

Tabla 1
Potencia instalada CC – Ilo para la plaza comercial, ubicada en el NPT - 7.00

CUADRO DE CARGAS POR AREA PARA LA NUEVA PLAZA COMERCIAL ILO				
DESCRIPCION	AREA m²	AREA ENT. m²	W/m²	POT. INSTAL. W
NIVEL -7.00				
L04	104	104	150	15600
L03	49.23	50	150	7500
L02 (MUNICIPAL)	59.62	60	150	9000
L01 (SERENAZGO)	19.2	20	150	3000
AREA COMUN	842	842	20	16840
EQUIPOS ESPECIALES				
ASCENSORES	3	14800	44400	44400
MONTACARGA	1	15600	15600	15600
ESCALERAS MECÁNICAS	2	12000	24000	24000
TRAVOLATOR	2	12000	24000	24000

Fuente: elaboración propia.

Tabla 2.
Potencia instalada CC – Ilo para la plaza comercial, ubicada en el NPT - 3.00

CUADRO DE CARGAS POR AREA PARA LA NUEVA PLAZA COMERCIAL ILO				
DESCRIPCION	AREA m²	AREA ENT. m²	W/m²	POT. INSTAL. W
NIVEL -3.00				
ÁREA ESTACIONAMIENTOS	5288.26	5289	20	105780

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3.

Potencia instalada CC – Ilo para la plaza comercial, ubicada en el NPT - 0.00

CUADRO DE CARGAS POR AREA PARA LA NUEVA PLAZA COMERCIAL ILO				
DESCRIPCION	AREA m²	AREA ENT. m²	W/m²	POT. INSTAL. W
NIVEL 0.00				
SUPERMERCADO	7811	7811	90	702990
LC1 (LOCAL DE COMIDA)	51	51	200	10200
LC2 (LOCAL DE COMIDA)	36	36	200	7200
LC3 (LOCAL DE COMIDA)	27	27	200	5400
LC4 (LOCAL DE COMIDA)	55	55	200	11000
LP1 (LOCAL POLLERÍA)	314	314	175	54950
LJ1 (LOCAL DE JUEGOS)	167	167	150	25050

Fuente: elaboración propia.

Tabla 4.

Potencia instalada CC – Ilo para la plaza comercial, ubicada en el NPT - 5.00

CUADRO DE CARGAS POR AREA PARA LA NUEVA PLAZA COMERCIAL ILO				
DESCRIPCION	AREA m²	AREA ENT. m²	W/m²	POT. INSTAL. W
NIVEL 5.50				
CINE	2300	2300	86.96	200000

Fuente: elaboración propia.

3.1.2 Selección de alimentadores y elementos de protección

3.1.2.1 Tipo de conductor

Según la NTP 370.252, nos especifica las características de los conductores eléctricos a usarse, los cuales se describen a continuación:

- **Alimentador tipo N2X0H**

Uno, dos, tres o cuatro conductores de cobre electrolítico recocido, cableado, unipolar. Aislamiento de Polietileno reticulado retardante a la llama, cubierta externa hecha a base de un compuesto Libre de Halógeno. Cableados entre sí. Temperatura de trabajo hasta 90°C. Tensión de servicio hasta 1,000V, para ser utilizados en acometidas eléctricas y los alimentadores principales

- **Conductor derivado tipo LS0H-80**

De cobre electrolítico recocido, solido, aislamiento compuesto de termoplástico no halogenado, temperatura de trabajo hasta 80°C, tensión de servicio 450/750 V.

3.1.2.2 Sección de los conductores

Para el cálculo de los conductores para alimentadores se ha tomado en cuenta la tabla del conductor N2XOH y para el cálculo de los conductores de los circuitos derivados como alumbrado, tomacorrientes y fuerza se ha tomado en cuenta la tabla del conductor NH-80 (LS0H-80). A continuación, se muestran las tablas mencionadas.

Tabla 5.

Ficha técnica del conductor eléctrico NH-80

CALIBRE CONDUCTOR	N° HILOS	DIAMETRO HILO	DIAMETRO CONDUCTOR	ESPESOR AISLAMIENTO	DIAMETRO EXTERIOR	PESO	AMPERAJE	
							AIRE	DUCTO
mm ²		mm	mm	mm	mm	kg/km	A	A
1.5	7	0.52	1.5	0.7	2.9	20	18	14
2.5	7	0.66	1.92	0.8	3.5	31	30	24
4	7	0.84	2.44	0.8	4	46	35	31
6	7	1.02	2.98	0.8	4.6	65	50	39
10	7	1.33	3.99	1	6	110	74	51
16	7	1.69	4.67	1	6.7	167	99	68
25	7	2.13	5.88	1.2	8.3	262	132	88
35	7	2.51	6.92	1.2	9.3	356	165	110
50	19	1.77	8.15	1.4	11	480	204	138
70	19	2.13	9.78	1.4	12.6	678	253	165
95	19	2.51	11.55	1.6	14.8	942	303	198
120	37	2.02	13	1.6	16.2	1174	352	231
150	37	2.24	14.41	1.8	18	1443	413	264
185	37	2.51	16.16	2	20.2	1809	473	303
240	37	2.87	18.51	2.2	22.9	2368	528	352
300	37	3.22	20.73	2.4	25.5	2963	633	391

Fuente: Indeco

Tabla 6.

Ficha técnica del conductor eléctrico N2XOH

SECCIÓN (mm ²)	AMPERAJE ENTERRADO 20°C (A)	AMPERAJE AIRE 30°C (A)	AMPERAJE DUCTO 20°C (A)
4	65	55	55
6	85	65	68
10	115	90	95
16	155	125	125
25	200	160	160
35	240	200	195
50	280	240	230
70	345	305	275
95	415	375	330
120	470	435	380
150	520	510	410
185	590	575	450
240	690	690	525
300	775	790	600
400	895	955	680
500	1010	1100	700

Fuente: Indeco

3.1.2.3 Cuadro de cargas y sección de conductores.

Los cuadros de cargas se presentarán en el siguiente orden: Se empezará con los cuadros para obtener la potencia del tablero principal normal, tableros generales y sub-tableros con energía normal (Energía del concesionario) incluidos los del HVAC, emergencia y estabilizado. Seguido los cálculos para los tableros de las bombas de agua, contra incendio, desagüe y pluviales, tableros de ascensores.

En la tabla se podrán encontrar cálculos como el de la corriente nominal, la de diseño, caída de tensión y sumatoria de caída de tensión, sección por corriente y sección por caída de tensión, con los cuales se elegirán los cables, los interruptores, etc.

En este caso, empezaremos con hallar la caída de tensión del sub-tablero TN-1, puesto que se cuentan con las cargas puntuales:

En la tabla 7, se aprecian los datos de la potencia unitaria para cada carga, siendo un total de 09 circuitos.

Asignamos nuestro FD entre 0.5 y 1, de acuerdo con la sección 050 – 104, 106 del CNE.

Luego, se halla la máxima demanda multiplicando la potencia por el FD y obtenemos la MD para el sub-tablero TN-1.

Tabla 7.
Tablero TN-1

CIR	DESCRIPCIÓN	N° PUNTOS	POT UNIT.	POT (W)	FD	MAX DEM (W)
TN-1	TABLERO NORMAL 1 (NIVEL-7.00)			7368.5	0.63	4631.2
C-1	ALUMBRADO PASEO PEATONAL NIVEL-7.00	16	30	480	1	480
C-2	ALUMBRADO PASEO PEATONAL NIVEL-7.01	15	30	450	1	450
C-3	ALUMBRADO TÓPICO Y SSHH Y CTO DE BASURA	8	44	352	1	352
C-4	ALUMBRADO ANDEN DESCARGA	8	25	200	1	200
C-5	TOMACORRIENTE PLAZA	9	200	1800	0.5	900
C-6	TOMACORRIENTE CAJEROS	2	200	400	0.5	200
C-7	UNIDAD EVAPORADOR UED S1-1	1	186.5	186.5	0.8	149.2
C-8	EXTRACTOR ES1-3, ES1-4	2	400	250	0.8	200
C-9	EXTRACTOR E-S-002	1	373	250	0.8	200
	RESERVA			3000	0.5	1500

Fuente: Elaboración propia

Una vez que se tiene la MD de cada carga, procedemos con hallar la I nominal del circuito 1 para una carga monofásica:

$$I_n = \frac{480}{1 \times 220 \times 0.8} = 2.73A$$

Para dimensionar la sección del alimentador y la protección, se considera:

$$I_d = 1.25 \times 2.73 = 3.41 A$$

Donde:

I_d = Corriente de diseño (Amperios).

I_n = Corriente nominal (Amperios).

Con este valor seleccionamos nuestro ITM, siendo el más próximo de 1x20A; así mismo, según la tabla 6, obtenemos la sección del cable igual a 4mm². Seguidamente, hallamos la caída de tensión del conductor con la siguiente fórmula:

$$\nabla V_3 = \frac{K \times I_n \times r \times L}{S}$$

En este caso, para fines de cálculo, hallaremos primero la sección del conductor, asignando un porcentaje de caída de tensión del 2%. Con este método aseguramos que la sección cumpla con la caída de tensión y el que porcentaje sea menor a 2.5%.

$$4.4V = \frac{2 \times 2.73 \times 0.0171 \times 116}{S}$$
$$S = 2.48mm^2$$

Se debe considerar que se presentan 2 secciones de cables, por lo cual se usará la mayor, en este caso, el cable de 4mm², como se precia en la tabla 8.

Tabla 8.
Tablero TN-1 (Nivel -7.00)

CIR	DESCRIPCIÓN	N° PUNTOS	POT UNIT.	POT (W)	FD	MAX DEM (W)	Vn (V)	FAS	In (AMP)	In x .25 (AMP)	INT (AMP)	SECC (mm2) X CORRIENTE	CAIDA TENS. (V) (%)	LONG. PLANO	SECC (mm2) X CAIDA TENSIÓN
TN-1	TABLERO NORMAL 1 (NIVEL-7.00)			7368.5	0.63	4631.2	380	3							
C-1	ALUMBRADO PASEO PEATONAL NIVEL-7.00	16	30	480	1	480	220	1	2.73	3.41	1X20	4	2	116	2.48
C-2	ALUMBRADO PASEO PEATONAL NIVEL-7.01	15	30	450	1	450	220	1	2.56	3.2	1X20	4	2	116	2.32
C-3	ALUMBRADO TÓPICO Y SSHH Y CTO DE BASURA	8	44	352	1	352	220	1	2	2.5	1X20	4	2	117	1.83
C-4	ALUMBRADO ANDEN DESCARGA	8	25	200	1	200	220	1	1.14	1.42	1X20	4	2	52	0.46
C-5	TOMACORRIENTE PLAZA	9	200	1800	0.5	900	220	1	5.11	6.39	1X20	4	2	120	4.81
C-6	TOMACORRIENTE CAJEROS	2	200	400	0.5	200	220	1	1.14	1.42	1X20	4	2	107	0.95
C-7	UNIDAD EVAPORADOR UED S1-1	1	186.5	186.5	0.8	149.2	220	1	0.85	1.06	1X20	4	2	107	0.71
C-8	EXTRACTOR ES1-3, ES1-4	2	400	250	0.8	200	220	1	1.14	1.42	1X20	4	2	121	1.08
C-9	EXTRACTOR E-S-002	1	373	250	0.8	200	220	1	1.14	1.42	1X20	4	2	107	0.95
	RESERVA			3000	0.5	1500	220	1							

Fuente: Elaboración propia

3.1.3 Cálculo del sistema puesta a tierra.

La resistividad del terreno a utilizar para el cálculo de los sistemas de tierra será: $\rho = 48 \text{ ohm} - \text{m}$, valor del estudio de resistividad.

Se utilizará el suelo artificial para el mejoramiento del suelo "Favigel" que reduce la resistividad del terreno.

3.1.3.1 Sistema de tierra de baja tensión y corrientes débiles – Mall.

Consistirá en realizar una malla de 17m x 25.5m con cable de sección 70mm^2 , en cuyos extremos se colocarán electrodos verticales (varillas de cobre de 5/8" \varnothing x 2.4m de longitud).

El electrodo vertical se colocará en el centro de un pozo con dimensiones de 1,0m x 1,0m x 2,7m, cubierta con tierra cernida y Favigel.

En el extremo superior del electrodo de cobre se soldarán los cables exotérmicamente para conectarse.

La resistencia equivalente a tierra para el sistema no será mayor a 3 ohm.

- Calculando las variables K_1 y K_2 , mediante las ecuaciones de Shwarz:

$$K_1 = 1.43 - \frac{2.3xh}{\sqrt{S}} - 0.044 x \left[\frac{A}{B} \right]$$

$$K_1 = 1.43 - \frac{2.3x0.6m}{\sqrt{433.5m^2}} - 0.044 x \left[\frac{25m}{17m} \right]$$

$$K_1 = 1.30$$

$$K_2 = 5.5 - \frac{8xh}{\sqrt{S}} + 0.15 - \frac{h}{\sqrt{S}} \times \left[\frac{A}{B} \right]$$

$$K_2 = 5.5 - \frac{8x0.6m}{\sqrt{433.5m^2}} + 0.15 - \frac{0.6m}{\sqrt{433.5m^2}} \times \left[\frac{25m}{17m} \right]$$

$$\mathbf{K_2 = 5.38}$$

- Resistencia de la malla:

$$R_{ms} = \frac{\rho_e}{\pi x L} \times \left[\text{Ln} \left(\frac{2xL}{\sqrt{hxd}} \right) + \frac{K_1 x L}{\sqrt{S}} - K_2 \right] [\Omega]$$

$$R_{ms} = \frac{48\Omega - m}{\pi x 144.5m} \times \left[\text{Ln} \left(\frac{2x144.5m}{\sqrt{0.6m x 0.0107m}} \right) + \frac{1.30x144.5m}{\sqrt{433.5m^2}} - 5.38 \right] [\Omega]$$

$$\mathbf{R_{ms} = 1.251\Omega}$$

- Resistencia de los electrodos:

$$R_e = \frac{\rho_e}{2x\pi x L_2 x n} \times \left[\text{Ln} \left(\frac{4xL_1}{a} \right) - 1 + \left(\frac{2xK_1 x L_1}{\sqrt{S}} \right) x (\sqrt{n} - 1)^2 \right] [\Omega]$$

$$R_e = \frac{48}{2x\pi x 2.4x8} \times \left[\text{Ln} \left(\frac{4x2.4}{0.0079375} \right) - 1 + \left(\frac{2x1.30x2.4}{\sqrt{233.5}} \right) x (\sqrt{8} - 1)^2 \right] [\Omega]$$

$$\mathbf{R_e = 2.969\Omega}$$

- Resistencia malla - electrodos:

$$R_{me} = R_{ms} - \frac{\rho_e}{\pi x L_m} \times \left[\text{Ln} \left(\frac{L_2}{\sqrt{h_e x d}} \right) - 1 \right] [\Omega]$$

$$R_{me} = 1.251 - \frac{48}{\pi x 144.5} \times \left[\text{Ln} \left(\frac{2.4}{\sqrt{0.6x0.0107}} \right) - 1 \right] [\Omega]$$

$$R_{me} = 0.997\Omega$$

- Resistencia total del conjunto:

$$R_{TC} = \frac{(R_{ms} \times R_e - R_{me}^2)}{R_{ms} + R_e - 2R_{me}}$$

$$R_{TC} = \frac{1.251\Omega \times 2.969\Omega - (0.997\Omega)^2}{1.251\Omega + 2.969\Omega - 2 \times 0.997\Omega}$$

$$R_{TC} = 1.219\Omega$$

- Resistencia de la malla en un 40%, mediante el aditivo "Favigel":

$$R_{TCF} = 0.6 \times R_{TC} = 0.726\Omega$$

3.1.3.2 Sistema de Tierra de Baja Tensión y corrientes débiles – Plaza Vea.

Consistirá en una malla de 14m x 16m con cable de sección 70mm², en cuyos extremos se colocarán electrodos verticales (varillas de cobre de 5/8" Ø x 2.4m de longitud).

El electrodo vertical se colocará en el centro de un pozo con dimensiones de 1,0m x 1,0m x 2,7m, cubierta con tierra cernida y Favigel. En el extremo superior se soldará exotérmicamente para conectarse a los cables troncales.

La resistencia equivalente a tierra para el sistema no será mayor a 3 ohms.

- Calculando las variables K1 y K2:

$$K_1 = 1.43 - \frac{2.3xh}{\sqrt{S}} - 0.044 x \left[\frac{A}{B} \right]$$

$$K_1 = 1.43 - \frac{2.3x0.6m}{\sqrt{224m^2}} - 0.044 x \left[\frac{16m}{14m} \right]$$

$$\mathbf{K_1 = 1.29}$$

$$K_2 = 5.5 - \frac{8xh}{\sqrt{S}} + 0.15 - \frac{h}{\sqrt{S}} x \left[\frac{A}{B} \right]$$

$$K_2 = 5.5 - \frac{8x0.6m}{\sqrt{224m^2}} + 0.15 - \frac{0.6m}{\sqrt{224m^2}} x \left[\frac{16m}{14m} \right]$$

$$\mathbf{K_2 = 5.28}$$

- Resistencia de la malla:

$$R_{ms} = \frac{\rho_e}{\pi x L} x \left[\ln \left(\frac{2xL}{\sqrt{hxd}} \right) + \frac{K_1 x L}{\sqrt{S}} - K_2 \right] [\Omega]$$

$$R_{ms} = \frac{48\Omega - m}{\pi x 90m} x \left[\ln \left(\frac{2x90m}{\sqrt{0.6mx0.0107m}} \right) + \frac{1.29x90m}{\sqrt{224m^2}} - 5.28 \right] [\Omega]$$

$$\mathbf{R_{ms} = 1.731\Omega}$$

- Resistencia de los electrodos:

$$R_e = \frac{\rho_e}{2x\pi x L_2 x n} x \left[\ln \left(\frac{4xL_2}{a} \right) - 1 + \left(\frac{2xK_1 x L_2}{\sqrt{S}} \right) x (\sqrt{n} - 1)^2 \right] [\Omega]$$

$$R_e = \frac{48}{2x\pi x 2.4x4} x \left[\ln \left(\frac{4x2.4}{0.0079375} \right) - 1 + \left(\frac{2x1.29x2.4}{\sqrt{224}} \right) x (\sqrt{4} - 1)^2 \right] [\Omega]$$

$$R_e = 5.182\Omega$$

- Resistencia malla - electrodos:

$$R_{me} = R_{ms} - \frac{\rho_e}{\pi x L_m} x \left[\text{Ln} \left(\frac{L_2}{\sqrt{h_e x d}} \right) - 1 \right] [\Omega]$$

$$R_{me} = 1.731 - \frac{48}{\pi x 90} x \left[\text{Ln} \left(\frac{2.4}{\sqrt{0.6 x 0.0107}} \right) - 1 \right] [\Omega]$$

$$R_{me} = 1.324\Omega$$

- Resistencia total del conjunto:

$$R_{TC} = \frac{(R_{ms} x R_e - R_{me}^2)}{R_{ms} + R_e - 2 x R_{me}}$$

$$R_{TC} = \frac{1.731\Omega x 5.182\Omega - (1.324\Omega)^2}{1.731\Omega + 5.182\Omega - 2 x 1.324\Omega}$$

$$R_{TC} = 1.692 \Omega$$

- Resistencia de la malla en un 40%, mediante el aditivo "Favigel":

$$R_{TCF} = 0.6 x R_{TC} = 1.692 \Omega$$

3.2 Resultados

3.2.1 Carga a contratar al concesionario eléctrico

En la siguiente tabla se muestra la máxima demanda del CC Ilo, SE-01.

Tabla 9.
Máxima demanda CC - llo

DESCRIPCIÓN	POT. INST. W	F.D.	MAX. DEM. W	F.S.	MAX. DEM. DIV. W
SE01	1282510	0.85	1090133.5	0.85	926613.48
TOTALES	1282510	0.85	1090133.50	0.85	926613.48
SUMINISTRO NECESARIO PARA EL PROYECTO (kW)					1200

Fuente: Elaboración propia.

Sumando la columna de Max. Dem. diversificada, se tiene la carga total para el proyecto que nos da: 926.61 kW.

Por lo tanto, se deberá solicitar al concesionario un suministro eléctrico con potencia de 1200 kW.

3.2.2 Cuadro de cargas del proyecto.

En las siguientes tablas, se contemplan los datos hallados de todo el proyecto, usándolas fórmulas anteriores de cálculo de corriente, caída de tensión, selección del conductor e interruptor de protección.

Se muestra a continuación los datos para las áreas de tableros generales, tableros generales de emergencia, sub-tableros HVAC, sub tableros de ascensores, Sub tableros de bombas; en ese respectivo orden.

Tabla 10.

Características de diseño para el tablero TGN-1 – Tablero general normal

CIR	DESCRIPCIÓN	POT (W)	FD	MAX DEM (W)	Vn (V)	FAS	In (AMP)	In x .25 (AMP)	INT (AMP)	SECC (mm2) X CORRIENTE	CAIDA TENS. (V) (%)	LONG. PLANO	SECC (mm2) X CAIDA TENSIÓN
TGN-1	TABLERO GENERAL NORMAL 1 (PRINCIPAL)	834839.5	0.9	751355.6	380	3							
C-1	TNL-1	67100	0.78	52338	380	3	99.40	124.25	3x160	50	0.9	73	63.42
C-2	TNL-2	134050	0.84	112602	380	3	213.86	267.32	3x320	150	0.7	65	156.1
C-3	TN-1	7368.5	0.63	4642.155	380	3	8.82	11.02	3x40	10	1.7	73	2.97
C-4	TN-ES	10180	0.72	7329.6	380	3	13.92	17.40	3x40	10	1.7	69	4.47
C-5	TN-2	26141	0.78	20389.98	380	3	38.73	48.41	3x63	10	1.7	63	11.23
C-6	CINE	200000	0.9	180000	380	3	341.86	427.33	3x500	190	1.7	50	79.01
C-7	TEP-003	60000	1	60000	380	3	113.95	142.44	3x200	70	1.7	103	54.25
	TTA-1	300000	1	300000	380	3	569.77	712.21	3x800	480	0.2	5	111.93
	RESERVA	30000	0.5	15000									

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11.

Características de diseño para el tablero TNL-1 – Tablero general normal

CIR	DESCRIPCIÓN	POT (W)	FD	MAX DEM (W)	Vn (V)	FAS	In (AMP)	In x .25 (AMP)	INT (AMP)	SECC (mm2) X CORRIENTE	CAIDA TENS. (V) (%)	LONG. PLANO	SECC (mm2) X CAIDA TENSIÓN
TNL-1	TABLERO LOCATARIOS NIVEL -7.0	67100	0.78	52390	380	3							
C-1	L04	15600	0.9	14040	380	3	26.67	33.33	3X50	10.00	1.30	99	15.96
C-2	L03	7500	0.9	6750	380	3	12.82	16.02	3X32	6	1.30	88	6.82
C-3	L02 (MUNICIPAL)	9000	0.9	8100	380	3	15.38	19.23	3X32	6	1.30	80	7.44
C-4	L01 (SERENAZGO)	3000	0.9	2700	380	3	5.13	6.41	3X32	6	1.30	77	2.39
C-5	EM03 (ESCALERA MECÁNICA)	12000	0.9	10800	380	3	20.51	32.82	3X50	10	1.30	105	13.02
	RESERVA	20000	0.5	10000									

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12.

Características de diseño para el tablero TNL-2 – Tablero general normal

CIR	DESCRIPCIÓN	POT (W)	FD	MAX DEM (W)	Vn (V)	FAS	In (AMP)	In x .25 (AMP)	INT (AMP)	SECC (mm2) X CORRIENTE	CAIDA TENS. (V) (%)	LONG. PLANO	SECC (mm2) X CAIDA TENSIÓN
TNL-2	TABLERO LOCATARIOS NIVEL -7.0	134050	0.84	112645	380	3							
C-1	LC1 (LOCAL DE COMIDA)	8000	0.9	7200	380	3	13.67	17.09	3X32	6	1.5	62	4.44
C-2	LC2 (LOCAL DE COMIDA)	6000	0.9	5400	380	3	10.26	12.82	3X32	6	1.5	68	3.65
C-3	LC3 (LOCAL DE COMIDA)	4000	0.9	3600	380	3	6.84	8.55	3X32	6	1.5	31	1.11
C-4	LC4 (LOCAL DE COMIDA)	8000	0.9	7200	380	3	13.67	17.09	3X32	6	1.5	108	7.74
C-5	LP1 (LOCAL POLLERÍA)	39000	0.9	35100	380	3	66.66	83.33	3X100	25	1.5	31	10.83
C-6	LJ1 (LOCAL DE JUEGOS)	25050	0.9	22545	380	3	42.82	53.52	3X80	16	1.5	45	10.09
C-7	EM1	12000	0.9	10800	380	3	20.51	32.82	3X50	10	1.5	118	12.68
C-8	EM2	12000	0.9	10800	380	3	20.51	32.82	3X50	10	1.5	118	12.68
	RESERVA	20000	0.5	10000									

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13.

Características de diseño para los tableros TTA-1/TGE-1 – Tablero general de emergencia

CIR	DESCRIPCIÓN	POT (W)	FD	MAX DEM (W)	Vn (V)	FAS	In (AMP)	In x .25 (AMP)	INT (AMP)	SECC (mm2) X CORRIENTE	CAIDA TENS. (V) (%)	LONG. PLANO	SECC (mm2) X CAIDA TENSIÓN
TTA-1	TABLERO DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA	413588.8	0.878	363176.2	380	3							
C-1	TM-ES	14190	0.89	12690	380	3	24.1	30.13	3X40	10	1.5	99	13.51
C-2	TVEN-1	39300	0.97	38300	380	3	72.74	116.38	3X160	50	1.5	164	66.68
C-3	TEXT-2	39300	0.97	38300	380	3	72.74	116.38	3X160	50	1.5	211	85.36
C-4	TIC-001	9460	0.89	8460	380	3	16.07	25.71	3X40	10	1.5	211	18.85
C-5	TIC-002	9460	0.89	8460	380	3	16.07	25.71	3X40	10	1.5	211	18.85
TGE-1	TABLERO GENERAL DE EMERGENCIA	301878.8	0.85	256597	380	3							
C-1	TEL-2	141640	0.9	127040	380	3	241.27	301.59	3X400	240	0.8	65	168.26
C-2	TE-1	7125	0.79	5625	380	3	10.68	13.35	3X40	10	1.5	73	4.42
C-3	TE-ES	12783	0.88	11283	380	3	21.43	26.79	3X40	10	1.5	69	8.42
C-4	TE-2	5169	0.71	3669	380	3	6.97	8.71	3X40	10	1.5	63	5.52
C-5	T-CEL	12239	0.74	9021.6	380	3	17.13	21.42	3X40	10	1.5	20	2.15
C-6	T-GEL	11000	0.91	10000	380	3	18.99	23.74	3X32	6	1.5	20	2.39
C-7	TG-B	41922.8	0.82	34327.6	380	3	65.19	104.31	3X125	35	1.5	1150	42.01
	RESERVA CINE	50000	0.8	40000									
	RESERVA	20000	0.8	16000									

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14.

Características de diseño para el tablero TEL-2 – Tablero general de emergencia

CIR	DESCRIPCIÓN	POT (W)	FD	MAX DEM (W)	Vn (V)	FAS	In (AMP)	In x .25 (AMP)	INT (AMP)	SECC (mm2) X CORRIENTE	CAIDA TENS. (V) (%)	LONG. PLANO	SECC (mm2) X CAIDA TENSIÓN
TEL-2	TABLERO EMERGENCIA LOCALES NIVEL 0.000	141640	0.9	127040	380	3							
C-1	LC1 (LOCAL DE COMIDA)	5000	1	5000	380	3	9.5	11.87	3X40	10	1.2	62	3.86
C-2	LC2 (LOCAL DE COMIDA)	3000	1	3000	380	3	5.7	7.12	3X32	6	1.2	68	2.54
C-3	LC3 (LOCAL DE COMIDA)	2000	1	2000	380	3	3.8	4.75	3X32	6	1.2	62	1.54
C-4	LC4 (LOCAL DE COMIDA)	4000	1	4000	380	3	7.6	9.5	3X32	6	1.2	68	3.38
C-5	LP1 (LOCAL POLLERÍA)	15000	1	15000	380	3	28.49	35.61	3X50	10	1.2	31	5.78
C-6	T-AS1	67980	0.96	65280	380	3	123.98	198.37	3X250	95	1.2	108	87.68
C-7	T-AS2	24160	0.92	22760	380	3	43.23	69.16	3X100	25	1.2	78	10.76
		20000	0.5	10000									

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15.

Características de diseño para el tablero TNL-2 – Sub tableros normales

CIR	DESCRIPCIÓN	N° PUNTOS	POT UNIT.	POT (W)	FD	MAX DEM (W)	Vn (V)	FAS	In (AMP)	In x .25 (AMP)	INT (AMP)	SECC (mm2) X CORRIENTE	CAIDA TENS. (V) (%)	LONG. PLANO	SECC (mm2) X CAIDA TENSIÓN
TN-1	TABLERO NORMAL 1 (NIVEL-7.00)			7368.5	0.63	4631.2	380	3							
C-1	ALUMBRADO PASEO PEATONAL NIVEL-7.00	16	30	480	1	480	220	1	2.73	3.41	1X20	4	2	116	2.48
C-2	ALUMBRADO PASEO PEATONAL NIVEL-7.01	15	30	450	1	450	220	1	2.56	3.2	1X20	4	2	116	2.32
C-3	ALUMBRADO TÓPICO Y SSHH Y CTO DE BASURA	8	44	352	1	352	220	1	2	2.5	1X20	4	2	117	1.83
C-4	ALUMBRADO ANDEN DESCARGA	8	25	200	1	200	220	1	1.14	1.42	1X20	4	2	52	0.46
C-5	TOMACORRIENTE PLAZA	9	200	1800	0.5	900	220	1	5.11	6.39	1X20	4	2	120	4.81
C-6	TOMACORRIENTE CAJEROS	2	200	400	0.5	200	220	1	1.14	1.42	1X20	4	2	107	0.95
C-7	UNIDAD EVAPORADOR UED S1-1	1	186.5	186.5	0.8	149.2	220	1	0.85	1.06	1X20	4	2	107	0.71
C-8	EXTRACTOR ES1-3, ES1-4	2	400	250	0.8	200	220	1	1.14	1.42	1X20	4	2	121	1.08
C-9	EXTRACTOR E-S-002	1	373	250	0.8	200	220	1	1.14	1.42	1X20	4	2	107	0.95
	RESERVA			3000	0.5	1500	220	1							

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16.

Características de diseño para el tablero TN-ES – Sub tableros normales

CIR	DESCRIPCIÓN	N° PUNTOS	POT UNIT.	POT (W)	FD	MAX DEM (W)	Vn (V)	FAS	In (AMP)	In x .25 (AMP)	INT (AMP)	SECC (mm2) X CORRIENTE	CAIDA TENS. (V) (%)	LONG. PLANO	SECC (mm2) X CAIDA TENSIÓN
TN-ES	TABLERO NORMAL - ESTACIONAMIENTOS (-3.25)			10180	0.72	7380	380	3							
C-1	ALUMBRADO ESTACIONAMIENTO	12	44	528	1	528	220	1	3	3.75	1X20	4	2	128	3.01
C-2	ALUMBRADO ESTACIONAMIENTO	12	44	528	1	528	220	1	3	3.75	1X20	4	2	132	3.1
C-3	ALUMBRADO ESTACIONAMIENTO	14	44	616	1	616	220	1	3.5	4.38	1X20	4	2	112	3.07
C-4	ALUMBRADO ESTACIONAMIENTO	14	44	616	1	616	220	1	3.5	4.38	1X20	4	2	109	2.99
C-5	ALUMBRADO ESTACIONAMIENTO	9	44	396	1	396	220	1	2.25	2.81	1X20	4	2	95	1.68
C-6	ALUMBRADO ESTACIONAMIENTO	9	44	396	1	396	220	1	2.25	2.81	1X20	4	2	99	1.65
C-7	TOMACORRIENTES ESTACIONAMIENTOS	6	200	1200	0.5	600	220	1	3.41	4.26	1X20	4	2	114	3.05
C-8	TOMACORRIENTES CUARTO TÉCNICO	2	200	400	0.5	200	220	1	1.14	1.42	1X20	4	2	12	0.11
C-9	CONTROL DE INGRESO	1	500	500	0.8	400	220	1	2.27	2.84	1X20	4	2	71	1.26
C-10	CONTROL DE SALIDA	1	500	500	0.8	400	220	1	2.27	2.84	1X20	4	2	71	1.26
C-11	CONTROL DE INGRESO	1	500	500	0.8	400	220	1	2.27	2.84	1X20	4	2	75	1.34
C-12	CONTROL DE SALIDA	1	500	500	0.8	400	220	1	2.27	2.84	1X20	4	2	75	1.34
C-13	EXTRACTOR SS-3	1	200	200	0.8	160	220	1	0.91	1.14	1X20	4	2	75	0.53
C-14	VENTILADOR VSS-1 Y EXTRACTOR ESS-4	2	150	300	0.8	240	220	1	1.36	1.7	1X20	4	2	75	0.8
	RESERVA			3000	0.5	1500									

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17.

Características de diseño para el tablero TN-2 – Sub tableros normales

CIR	DESCRIPCIÓN	N° PUNTOS	POT UNIT.	POT (W)	FD	MAX DEM (W)	Vn (V)	FAS	In (AMP)	In x .25 (AMP)	INT (AMP)	SECC (mm2) X CORRIENTE	CAIDA TENS. (V) (%)	LONG. PLANO	SECC (mm2) X CAIDA TENSIÓN
TN-2	TABLERO NORMAL 2 - NIVEL (0.00)			26141	0.78	20296.8	380	3							
C-1	ALUMBRADO PASADIZO DE EVACUACIÓN	9	25	225	1	225	220	1	1.28	1.6	1X20	4	2	63	0.63
C-2	ALUMBRADO SERVICIOS GENERALES	13	44	572	1	572	220	1	3.25	4.06	1X20	4	2	46	1.17
C-3	ALUMBRADO DE BAÑOS	16	8	128	1	128	220	1	0.73	0.91	1X20	4	2	68	0.39
C-4	ALUMBRADO PATIO DE COMIDAS	9	30	270	1	270	220	1	1.53	1.92	1X20	4	2	79	0.95
C-5	ALUMBRADO PATIO DE COMIDAS	11	30	330	1	330	220	1	1.88	2.34	1X20	4	2	82	1.12
C-6	ALUMBRADO PATIO DE COMIDAS	11	30	330	1	330	220	1	1.88	2.34	1X20	4	2	96	1.41
C-7	ALUMBRADO PATIO DE COMIDAS	9	30	270	1	270	220	1	1.53	1.92	1X20	4	2	95	1.14
C-8	CINTA LED MURO CORTINA	78	15	1170	1	1170	220	1	6.65	8.31	1X20	4	2	95	4.95
C-9	CINTA LED MURO CORTINA	40	15	600	1	600	220	1	3.41	4.26	1X20	4	2	93	2.48
C-10	CINTA LED ESCALERA SALIDA N11	35	15	525	1	525	220	1	2.98	3.73	1X20	4	2	117	2.73
C-11	TOMACORRIENTE	5	200	1000	0.5	500	220	1	2.84	3.55	1X20	4	2	63	1.4
C-12	TOMACORRIENTE	5	200	1000	0.5	500	220	1	2.84	3.55	1X20	4	2	98	2.18
C-13	EXTRACTOR E1-1	1	746	746	0.8	596.8	220	1	3.39	4.24	1X20	4	2	30	0.8
C-14	EXTRACTOR E1-2	1	100	100	0.8	80	220	1	0.45	0.57	1X20	4	2	40	0.14
C-15	VENTILACIÓN V1-1	1	1119	1119	0.8	895.2	380	3	1.7	2.13	3X20	4	2	60	0.4
C-16	VENTILACIÓN V1-2	1	746	746	0.8	596.8	220	1	3.39	4.24	1X20	4	2	58	1.54
C-17	UNIDAD EVAPORADOR UE1-1	1	5595	5595	0.8	4476	380	3	8.5	10.63	3X20	4	2	81	2.71
C-18	UNIDAD EVAPORADOR UE1-2	1	5595	5595	0.8	4476	380	3	8.5	10.63	3X20	4	2	64	2.14
C-19	CORTINA DE AIRE CA-1	3	940	2820	0.8	2256	380	3	4.28	5.36	3X20	4	2	97	1.63
	RESERVA			3000	0.5	1500									

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18.

Características de diseño para el tablero TE-1 – Sub tableros de emergencia

CIR	DESCRIPCIÓN	N° PUNTOS	POT UNIT.	POT (W)	FD	MAX DEM (W)	Vn (V)	FAS	In (AMP)	In x .25 (AMP)	INT (AMP)	SECC (mm2) X CORRIENTE	CAIDA TENS. (V) (%)	LONG. PLANO	SECC (mm2) X CAIDA TENSIÓN
TE-1	TABLERO EMERGENCIA1 - (NIVEL -7.00)			7125	0.79	5625	380	3							
C-1	ALUMBRADO PASEO PEATONAL (NIVEL -7.00)	16	30	480	1	480	220	1	2.73	3.41	1X20	4	2	108	2.31
C-2	ALUMBRADO CORREDO TÓPICO	9	30	270	1	270	220	1	1.53	1.91	1X20	4	2	117	1.41
C-2A	LUCES DE EMERGENCIA	4	100	400	1	400	220	1	2.27	2.84	1X20	4	2	107	1.91
C-3	ALUMBRADO CAJEROS	2	25	50	1	50	220	1	0.28	0.35	1X20	4	2	107	0.24
C-4	ALUMBRADO ESCALERA 10A/B	9	25	225	1	225	220	1	1.28	1.60	1X20	4	2	130	1.3
C-4A	LUCES DE EMERGENCIA ESALERA N10A/B	8	100	800	1	800	220	1	4.55	5.69	1X20	4	2	135	4.81
C-5	ALUMBRADO ESCALERAS 13A/B	10	25	250	1	250	220	1	1.42	1.78	1X20	4	2	25	0.28
C-6	ALUMBRADO CTO DE TABLEROS	2	25	50	1	50	220	1	0.28	0.35	1X20	4	2	8	0.02
C-6A	LUCES DE EMERGENCIA ESCALERA 13A/B	8	100	800	1	800	220	1	4.55	5.69	1X20	4	2	25	0.89
C-7	SEÑALÉTICA	4	100	400	1	400	220	1	2.27	2.84	1X20	4	2	106	1.89
C-8	SEÑALÉTICA	2	100	200	1	200	220	1	1.14	1.43	1X20	4	2	21	0.19
C-9	SEÑALÉTICA	2	100	200	1	200	220	1	1.14	1.43	1X20	4	2	123	1.1
	RESERVA			3000	0.5	1500									

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19.

Características de diseño para el tablero TE-ES – Sub tableros de emergencia

CIR	DESCRIPCIÓN	N° PUNTOS	POT UNIT.	POT (W)	FD	MAX DEM (W)	Vn (V)	FAS	In (AMP)	In x .25 (AMP)	INT (AMP)	SECC (mm2) X CORRIENTE	CAIDA TENS. (V) (%)	LONG. PLANO	SECC (mm2) X CAIDA TENSIÓN
TE-ES	TABLERO EMERGENCIA - ESTACIONAMIENTO (NIVEL -3.00)			12783	0.88	11283	380	3							
C-1	ALUMBRADO ESTACIONAMIENTO	12	44	528	1	528	380	3	1	1.25	3X20	4	2	118	0.46
C-1A	LUCES DE EMERGENCIA ESTACIONAMIENTO	16	100	1600	1	1600	380	3	3.04	3.80	3X20	4	2	126	1.5
C-2	ALUMBRADO ESTACIONAMIENTO	11	44	484	1	484	380	3	0.92	1.15	3X20	4	2	102	0.37
C-2A	LUCES DE EMERGENCIA ESTACIONAMIENTO	14	100	1400	1	1400	380	3	2.66	3.33	3X20	4	2	120	1.25
C-3	ALUMBRADO ESTACIONAMIENTO	7	44	308	1	308	380	3	0.58	0.73	3X20	4	2	57	0.13
C-3A	LUCES DE EMERGENCIA ESTACIONAMIENTO	15	100	1500	1	1500	380	3	2.85	3.56	3X20	4	2	105	1.18
C-4	ALUMBRADO CTO TÉCNICO	2	44	88	1	88	220	1	0.5	0.63	1X20	4	2	20	0.08
C-5	ALUMBRADO ESCALERAS N13-A	7	25	175	1	175	220	1	0.99	1.24	1X20	4	2	75	0.58
C-6	ALUMBRADO ESCALERAS N12	9	25	225	1	225	220	1	1.28	1.60	1X20	4	2	45	0.45
C-6A	LUCES DE EMERGENCIA ESCALERA N12A/B	5	100	500	1	500	220	1	2.84	3.55	1X20	4	2	64	1.42
C-7	ALUMBRADO ESCALERAS N4	10	25	250	1	250	220	1	1.42	1.78	1X20	4	2	69	0.77
C-7A	LUCES DE EMERGENCIA ESCALERA	7	100	700	1	700	220	1	3.98	4.98	1X20	4	2	68	2.12
C-8	ALUMBRADO PASILLO	5	25	125	1	125	220	1	0.71	0.89	1X20	4	2	68	0.38
C-9	SEÑALÉTICA	8	100	800	1	800	220	1	4.55	5.69	1X20	4	2	111	3.95
C-10	SEÑALÉTICA	9	100	900	1	900	220	1	5.11	6.39	1X20	4	2	94	3.77
C-11	SEÑALÉTICA	2	100	200	1	200	220	1	1.14	1.43	1X20	4	2	80	0.71
	RESERVA			3000	0.5	1500									

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20

Características de diseño para el tablero TM-ES – Sub tableros de emergencia

CIR	DESCRIPCIÓN	N° PUNTOS	POT UNIT.	POT (W)	FD	MAX DEM (W)	Vn (V)	FAS	In (AMP)	In x .25 (AMP)	INT (AMP)	SECC (mm2) X CORRIENTE	CAIDA TENS. (V) (%)	LONG. PLANO	SECC (mm2) X CAIDA TENSIÓN
TM-ES	TABLERO MECÁNICO - ESTACIONAMIENTO (NIVEL -3.00)			14190	0.89	12690	380	3							
C-1	EXTRACCIÓN ESTACIONAMIENTO JF (1.5HP / 3F / 380V)	2	1119	2238	1	2238	380	3	4.25	6.80	3X20	4	2	35	0.58
C-2	EXTRACCIÓN ESTACIONAMIENTO JF (1.5HP / 3F / 380V)	2	1119	2238	1	2238	380	3	4.25	6.80	3X20	4	2	85	1.42
C-3	EXTRACCIÓN ESTACIONAMIENTO JF (1.5HP / 3F / 380V)	2	1119	2238	1	2238	380	3	4.25	6.80	3X20	4	2	118	1.97
C-4	EXTRACCIÓN ESTACIONAMIENTO JF (1.5HP / 3F / 380V)	2	1119	2238	1	2238	380	3	4.25	6.80	3X20	4	2	60	1
C-5	EXTRACCIÓN ESTACIONAMIENTO JF (1.5HP / 3F / 380V)	2	1119	2238	1	2238	380	3	4.25	6.80	3X20	4	2	94	1.57
				3000	0.5										

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21

Características de diseño para el tablero TE-2 – Sub tableros de emergencia

CIR	DESCRIPCIÓN	N° PUNTOS	POT UNIT.	POT (W)	FD	MAX DEM (W)	Vn (V)	FAS	In (AMP)	In x .25 (AMP)	INT (AMP)	SECC (mm2) X CORRIENTE	CAIDA TENS. (V) (%)	LONG. PLANO	SECC (mm2) X CAIDA TENSIÓN
TE-2	TABLERO EMERGENCIA 2 - (NIVEL 0.00)			5169	0.71	3669	380	3							
C-1	ALUMBRADO CUARTO DE TABLEROS	2	22	44	1	44	220	1	0.25	0.31	1X20	4	2	10	0.02
C-2	ALUMBRADO PASADIZOS	13	25	325	1	325	220	1	1.85	2.31	1X20	4	2	63	0.91
C-3	ALUMBRADO BAÑOS	5	30	150	1	150	220	1	0.85	1.06	1X20	4	2	64	0.43
C-4	ALUMBRADO PATIO DE COMIDAS	13	30	390	1	390	220	1	2.22	2.78	1X20	4	2	85	1.48
C-5	ALUMBRADO PATIO DE COMIDAS	12	30	360	1	360	220	1	2.05	2.56	1X20	4	2	98	1.57
C-5A	LUCES DE EMERGENCIA	6	100	600	1	600	220	1	3.41	4.26	1X20	4	2	113	3.02
C-6	SEÑALÉTICA	3	100	300	1	300	220	1	1.7	2.13	1X20	4	2	56	0.75
	RESERVA			3000	0.5										

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22

Características de diseño para el tablero T-CEL – Sub tableros de emergencia

CIR	DESCRIPCIÓN	N° PUNTOS	POT UNIT.	POT (W)	FD	MAX DEM (W)	Vn (V)	FAS	In (AMP)	In x .25 (AMP)	INT (AMP)	SECC (mm2) X CORRIENTE	CAIDA TENS. (V) (%)	LONG. PLANO	SECC (mm2) X CAIDA TENSIÓN
T-CEL	TABLERO CTO ELÉTRICO GENERAL (+4.50)			12279	0.74	9021.6	380	3							
C-1	ALUMBRADO CUARTO ELÉCTRICO 1	12	44	528	1	528	220	1	3	3.75	1X20	4	2	26	0.61
C-2	ALUMBRADO CUARTO ELÉCTRICO 2	12	44	528	1	528	220	1	3	3.75	1X20	4	2	39	0.92
C-3	ALUMBRADO CORREDOR	9	44	396	1	396	220	1	2.25	2.81	1X20	4	2	33	0.58
C-4	TOMACORRIENTES	3	200	600	0.5	300	220	1	1.7	2.13	1X20	4	2	13	0.17
C-5	SEÑALÉTICA	1	100	100	1	100	220	1	0.57	0.71	1X20	4	2	56	0.25
C-6	E-T-001/E-T-002	2	373	746	0.8	596.8	220	1	3.39	5.43	1X20	4	2	40	1.06
C-7	I-T001/1-T-002	2	373	746	0.8	596.8	220	1	3.39	5.43	1X20	4	2	40	1.06
C-8	I-T-003	1	5595	5595	0.8	4476	380	3	8.5	13.60	3X20	4	2	48	1.6
				3000	0.5										

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23

Características de diseño para el tablero T-GEL – Sub tableros de emergencia

CIR	DESCRIPCIÓN	N° PUNTOS	POT UNIT.	POT (W)	FD	MAX DEM (W)	Vn (V)	FAS	In (AMP)	In x .25 (AMP)	INT (AMP)	SECC (mm2) X CORRIENTE	CAIDA TENS. (V) (%)	LONG. PLANO	SECC (mm2) X CAIDA TENSIÓN
T-GEL	TABLERO PARA GRUPO ELECTRÓGENO			11000	0.91	10000	380	3							
C-1	CARGADOR DE BATERÍA	1	1000	2000	1	2000	220	1	11.36	14.20	1X20	4	2	20	1.78
C-2	RESISTENCIA DESHUMEDECEDORA	1	1000	2000	1	2000	220	1	11.36	14.20	1X20	4	2	20	1.78
C-3	CALENTADOR AGUA	1	1500	2000	1	2000	220	1	11.36	14.20	1X20	4	2	20	1.78
C-4	BOMBA COMBUSTIBLE	1	1500	2000	1	2000	220	1	11.36	14.20	1X20	4	2	20	1.78
C-5	EXTRACTOR G.E.	1	1000	1000	1	1000	220	1	5.68	7.10	1X20	4	2	20	0.89
				2000	0.5										

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24

Características de diseño para el tablero TVEN-1 – Sub tableros de HVAC

CIR	DESCRIPCIÓN	N° PUNTOS	POT UNIT.	POT (W)	FD	MAX DEM (W)	Vn (V)	FAS	In (AMP)	In x .25 (AMP)	INT (AMP)	SECC (mm2) X CORRIENTE	CAIDA TENS. (V) (%)	LONG. PLANO	SECC (mm2) X CAIDA TENSIÓN
TVEN-1	TABLERO VENTILACIÓN ESTACIONAMIENTOS			39300	0.97	38300	380								
C-1	SALIDA VSS-1	1	37300	37300	1	37300	380	3	70.84	113.84	3X125	70	2	11	3.06
				2000	0.5										

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25

Características de diseño para el tablero TEXT-2 – Sub tableros de HVAC

CIR	DESCRIPCIÓN	N° PUNTOS	POT UNIT.	POT (W)	FD	MAX DEM (W)	Vn (V)	FAS	In (AMP)	In x .25 (AMP)	INT (AMP)	SECC (mm2) X CORRIENTE	CAIDA TENS. (V) (%)	LONG. PLANO	SECC (mm2) X CAIDA TENSIÓN
TEXT-2	TABLERO EXTRACCIÓN ESTACIONAMIENTOS			39300	0.97	38300	380								
C-1	SALIDA ESS-2	1	37300	37300	1	37300	380	3	70.84	113.84	3X125	70	2	11	2.78
	RESERVA			2000	0.5	1,000.00									

Fuente: Elaboración propia

Tabla 26

Características de diseño para el tablero TIC-001 – Sub tableros de HVAC

CIR	DESCRIPCIÓN	N° PUNTOS	POT UNIT.	POT (W)	FD	MAX DEM (W)	Vn (V)	FAS	In (AMP)	In x .25 (AMP)	INT (AMP)	SECC (mm2) X CORRIENTE	CAIDA TENS. (V) (%)	LONG. PLANO	SECC (mm2) X CAIDA TENSIÓN
TIC-001	TABLERO DE INYECCIÓN CENTRÍFUGA			9460	0.89	8460	380	3							
C-1	SALIDA IC-ESC-001	1	7460	7460	1	7460	380	3	14.17	22.67	3X32	6	2	11	0.61
				2000	0.5										

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27

Características de diseño para el tablero TIC-002 – Sub tableros de HVAC

CIR	DESCRIPCIÓN	N° PUNTOS	POT UNIT.	POT (W)	FD	MAX DEM (W)	Vn (V)	FAS	In (AMP)	In x .25 (AMP)	INT (AMP)	SECC (mm2) X CORRIENTE	CAIDA TENS. (V) (%)	LONG. PLANO	SECC (mm2) X CAIDA TENSIÓN
TIC-002	TABLERO DE INYECCIÓN CENTRÍFUGA			9460	0.89	8460	380	3							
C-1	SALIDA IC-ESC-002	1	7460	7460	1	7460	380	3	14.17	22.67	3X32	6	2	11	0.61
				2000	0.5										

Fuente: Elaboración propia

Tabla 28

Características de diseño para el tablero T-AS1 – Sub tableros de ascensores

CIR	DESCRIPCIÓN	N° PUNTOS	POT UNIT.	POT (W)	FD	MAX DEM (W)	Vn (V)	FAS	In (AMP)	In x .25 (AMP)	INT (AMP)	SECC (mm2) X CORRIENTE	CAIDA TENS. (V) (%)	LONG. PLANO	SECC (mm2) X CAIDA TENSIÓN
T-AS1	TABLERO ASCENSOR 1			67980	0.96	65280	380	3							
C-1	SALIDA DE FUERZA 1	1	20000	20000	1	20000	380	3	37.98	60.77	3X80	35	1.5	20	3.98
C-2	SALIDA DE FUERZA 2	1	20000	20000	1	20000	380	3	37.98	60.77	3X80	35	1.5	20	3.98
C-3	SALIDA DE FUERZA 3	1	20000	20000	1	20000	380	3	37.98	60.77	3X80	35	1.5	20	3.98
C-4	ALUMBRADO CABINA	30	50	1500	1	1500	220	1	8.52	10.65	1X20	4	1.5	60	5.34
C-4	ALUMBRADO FOSO	12	90	1080	1	1080	220	1	6.14	7.67	1X20	4	1.5	60	3.85
C-5	TOMACORRIENTES FOSO	12	200	2400	0.5	1200	220	1	6.82	8.52	1X20	4	1.5	60	4.27
				3000	0.5										

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29

Características de diseño para el tablero T-AS2 – Sub tableros de ascensores

CIR	DESCRIPCIÓN	N° PUNTOS	POT UNIT.	POT (W)	FD	MAX DEM (W)	Vn (V)	FAS	In (AMP)	In x .25 (AMP)	INT (AMP)	SECC (mm2) X CORRIENTE	CAIDA TENS. (V) (%)	LONG. PLANO	SECC (mm2) X CAIDA TENSIÓN
T-AS2	TABLERO ASCENSOR 2			24660	0.92	22760	380	3							
C-1	SALIDA DE FUERZA ASCENSOR	1	20000	20000	1	20000	380	3	37.98	60.77	3X80	25	1.5	74	14.72
C-2	ALUMBRADO CABINA	10	50	500	1	500	220	1	2.84	3.55	1X20	4	1.5	53	1.57
C-3	ALUMBRADO FOSO	4	90	360	1	360	220	1	2.05	2.56	1X20	4	1.5	53	1.13
C-4	TOMACORRIENTES FOSO	4	200	800	0.5	400	220	1	2.05	2.84	1X20	4	1.5	53	1.26
				3000	0.5										

Fuente: Elaboración propia

Tabla 30

Características de diseño para el tablero T-BS – Sub tableros de bombas

CIR	DESCRIPCIÓN	N° PUNTOS	POT UNIT.	POT (W)	FD	MAX DEM (W)	Vn (V)	FAS	In (AMP)	In x .25 (AMP)	INT (AMP)	SECC (mm2) X CORRIENTE	CAIDA TENS. (V) (%)	LONG. PLANO	SECC (mm2) X CAIDA TENSIÓN
T-BS	TABLERO BOMBAS SUMIDERO			6476	0.85	5476	380	3							
C-1	SALIDA BOMBAS AGUAS 01	1	2238	2238	1	2238	380	3	4.25	6.80	3X20	4	1	8	0.27
C-2	SALIDA BOMBAS AGUAS 02	1	2238	2238	1	2238	380	3	4.25	6.80	3X20	4	1	9	0.3
				2000	0.5										

Fuente: Elaboración propia

3.2.2 Resultados con el software TecAt Plus.

3.2.2.1 Sistema de tierra de baja tensión y corrientes débiles – Mall.

En las siguientes figuras, se muestra la comprobación de los cálculos teóricos realizados con el software TecAt Plus, basado en la norma IEEE-80, obteniéndose lo siguiente:

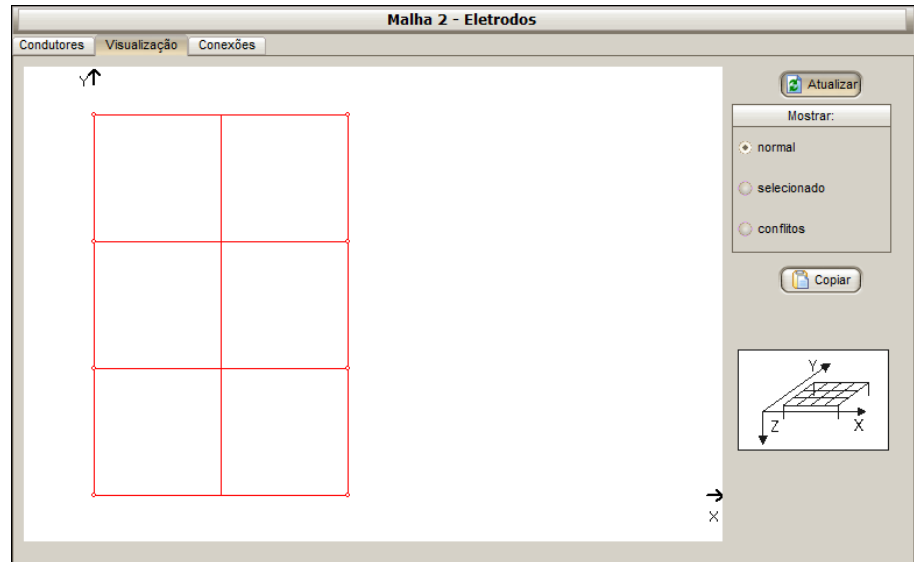


Figura 1: Diseño de la malla del Mall, según software TecAt Plus
Fuente: TecAt Plus

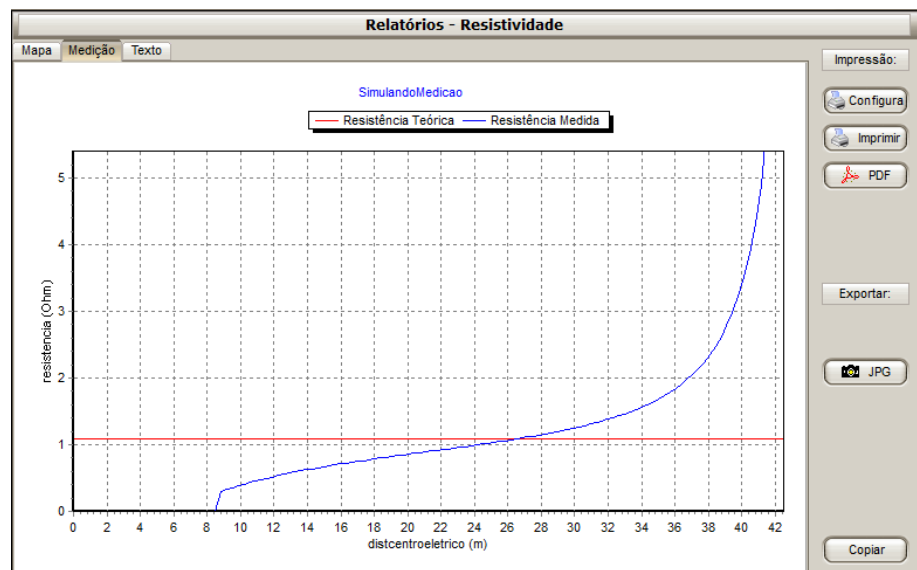


Figura 2: Diseño de curva, según software TecAt Plus/ resistencia malla: 1.081Ω
Fuente: TecAt Plus

Utilizando el aditamento “Favigel” se logra una reducción del 40%. Por lo tanto, la resistencia final de la malla será:

$$R'm = 0.60 \times Rm = 0.649\Omega$$

3.2.2.2 Sistema de Tierra de Baja Tensión y corrientes débiles – Plaza Vea.

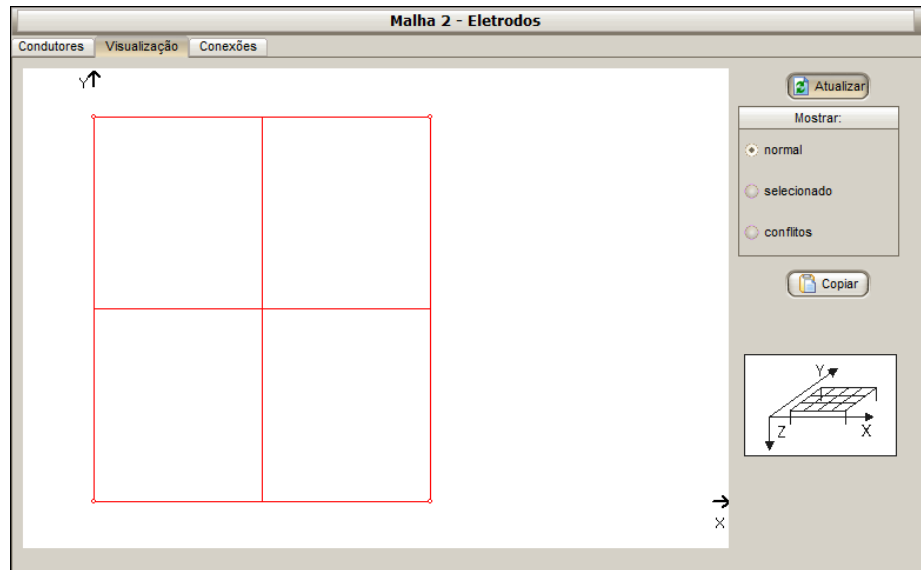


Figura 3: Diseño de la malla Plaza Vea, según software TecAt Plus
Fuente: TecAt Plus

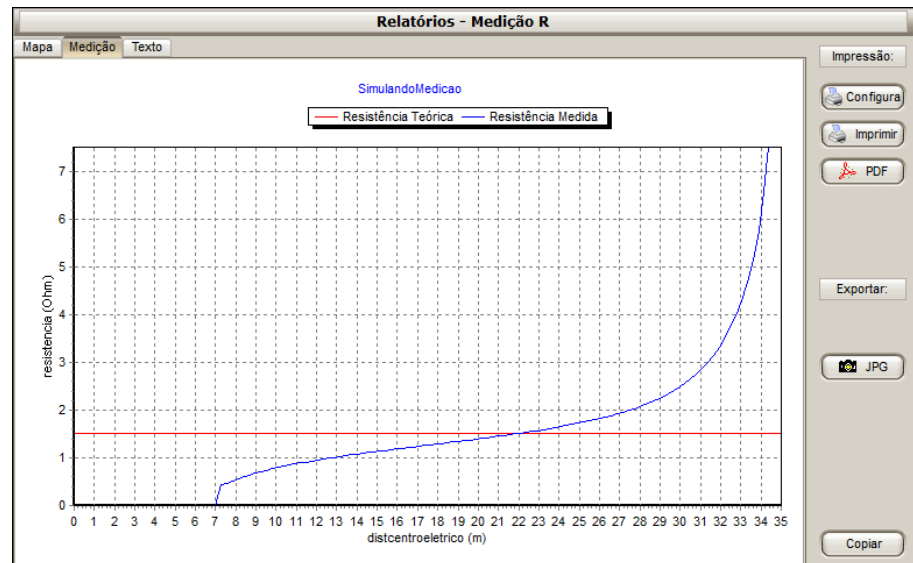


Figura 4: Diseño de curva, según software TecAt Plus/ resistencia malla: 1.503Ω
Fuente: TecAt Plus

En las figuras anteriores, se muestra la comprobación de los cálculos teóricos con el software TecAt Plus, basado en la norma IEEE-80.

Utilizando el aditamento "Favigel" se logra una reducción del 40%. La resistencia final de la malla será:

$$R'm = 0.60 \times Rm = 0.902\Omega$$

CONCLUSIONES

- Se logró analizar y diseñar un sistema eléctrico en baja tensión, para electrificar el centro comercial Plaza VEA, ubicado en Ilo, Moquegua; obteniendo que mediante el diseño se logra proteger las instalaciones eléctricas, garantizando la estabilidad y correcta operación, pues los valores de la resistencia de la malla están muy por debajo los 25 ohmios que indica la normativa peruana.
- Se logró determinar la máxima demanda de energía para solicitar la carga total al concesionario eléctrico, de acuerdo con la sección 050 del CNE.
- Se dimensionó las capacidades de los elementos eléctricos de protección y conductores eléctricos para garantizar la confiabilidad en el uso del sistema, según la sección 030 del CNE.
- Se determinó el diseño y dimensionamiento del sistema puesta a tierra, para garantizar la adecuada protección ante alguna eventual falla protegiendo al usuario y los equipos conectados a dicho sistema, de acuerdo con la sección 060 del CNE.

RECOMENDACIONES

- Los proyectos de instalaciones eléctricos se deben realizar bajo las normas que se indican en el CNE, pues dicho código reúne toda la normativa especializada en sistemas eléctricos nacionales y/o apoyándose en normas extranjeras.
- Los valores de demanda y simultaneidad son factores muy importantes para hallar la máxima demanda total del centro comercial, por lo tanto, económicamente se tiene un costo de incidencia de conexión en la red de distribución, por ello se recomienda ser consecuente cuando usemos los criterios de diseño.
- Para fines prácticos de cálculos con respecto al diseño de un sistema de puesta a tierra, se recomienda usar el software TecAt Plus.

BIBLIOGRAFÍA

Libros:

Enríquez, G. (2004). *El ABC de las instalaciones eléctricas industriales*. México, México: Editorial Limusa.

Sobrevilla, M. y Farina, A. (2014). *Instalaciones eléctricas*. Buenos Aires, Argentina: Editorial Alsina.

Naranjo, A. (2008). *Proyecto del sistema de distribución eléctrico*. Caracas, Venezuela: Editorial Equinoccio.

Moreno, G., Valencia, J., Cárdenas C. y Villa, W. (2007). *Fundamentos e ingeniería de las puestas a tierra*. Antioquia, Colombia: Editorial Universidad de Antioquia.

López, A. (2006). *Instalaciones eléctricas de baja tensión*. Madrid, España: Editorial Díaz de Santos.

Enríquez, G. (2004). *Guía práctica para el Cálculo de Instalaciones Eléctricas*. México, México: Editorial Limusa.

Grupo Editorial Megabyte. (2012). *Código Nacional de Electricidad*. Lima, Perú: Editorial Megabyte.

Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales. (2002). *Norma Técnica Peruana NTP 370.301*. Lima, Perú. Indecopi.

Norma DGE – Terminología en Electricidad. Parte I: Generación, Transmisión, Distribución, Utilización y Tarificación de la electricidad. Sección 5 operación.

Tesis:

Zavala, L. (2000) *Proyecto integral del estudio, diseño y cálculos electromecánicos para la electrificación de la urbanización popular “Santa María”* (Tesis). Universidad Nacional del Callao, Callao, Perú.

Robles, F. (2007) *Metodología para el cálculo de factores de simultaneidad y demanda* (Tesis). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

Soler M. (2006) *Diseño de las instalaciones eléctricas del centro comercial Metrópolis Barquisimeto* (Tesis). Universidad Simón Bolívar, Caracas, Venezuela.

Material electrónico:

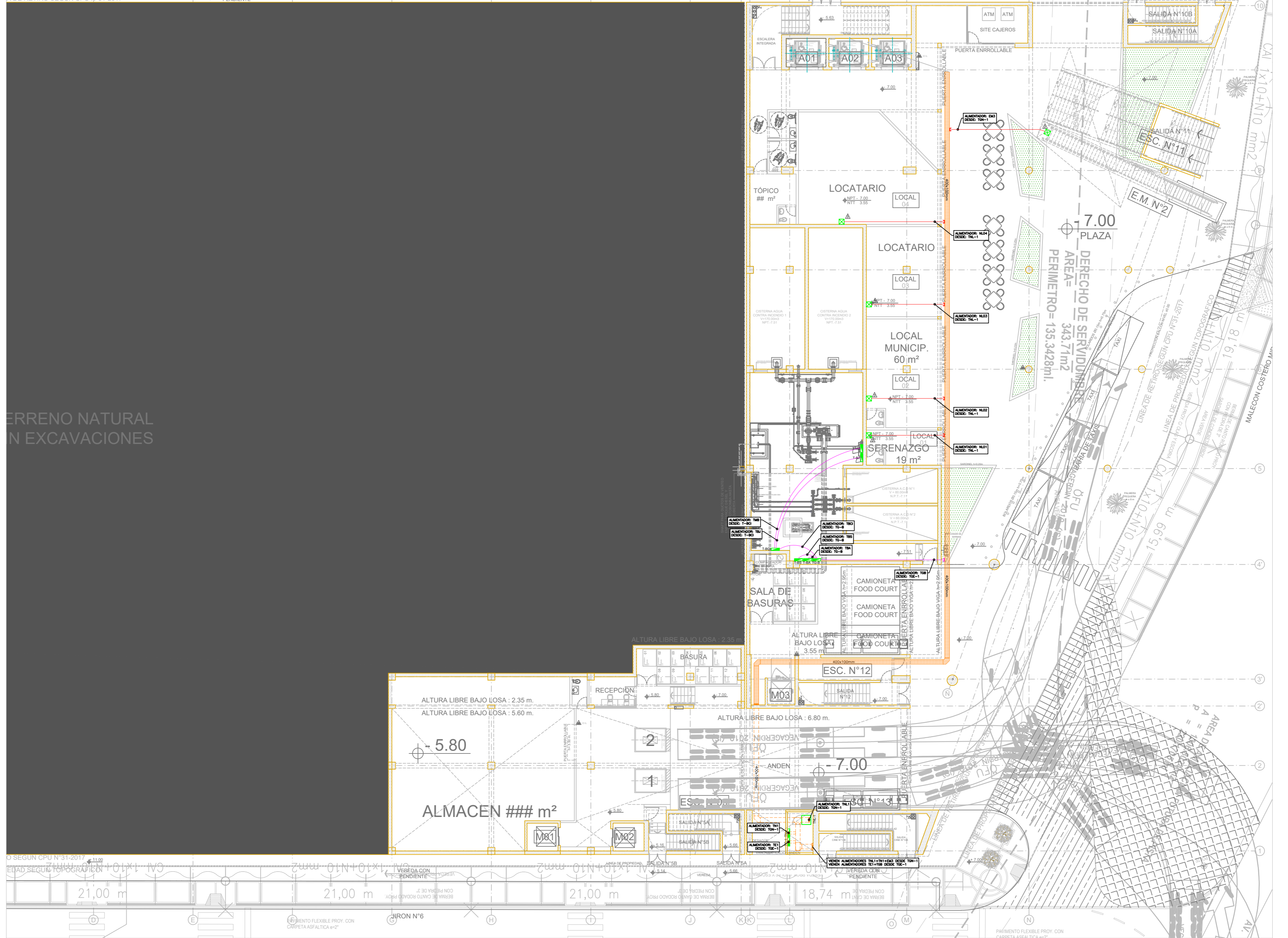
Carles, A. (2014). *Proyecto de instalación eléctrica de baja tensión en una industria de fabricación de conductos de PVC y PE ubicada en el P.I nuevo Tollo (Utiel)* [versión electrónica]. Valencia, España: Riunet, https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/53522/TFG%20_14362169484924222705011808215077.pdf?sequence=2

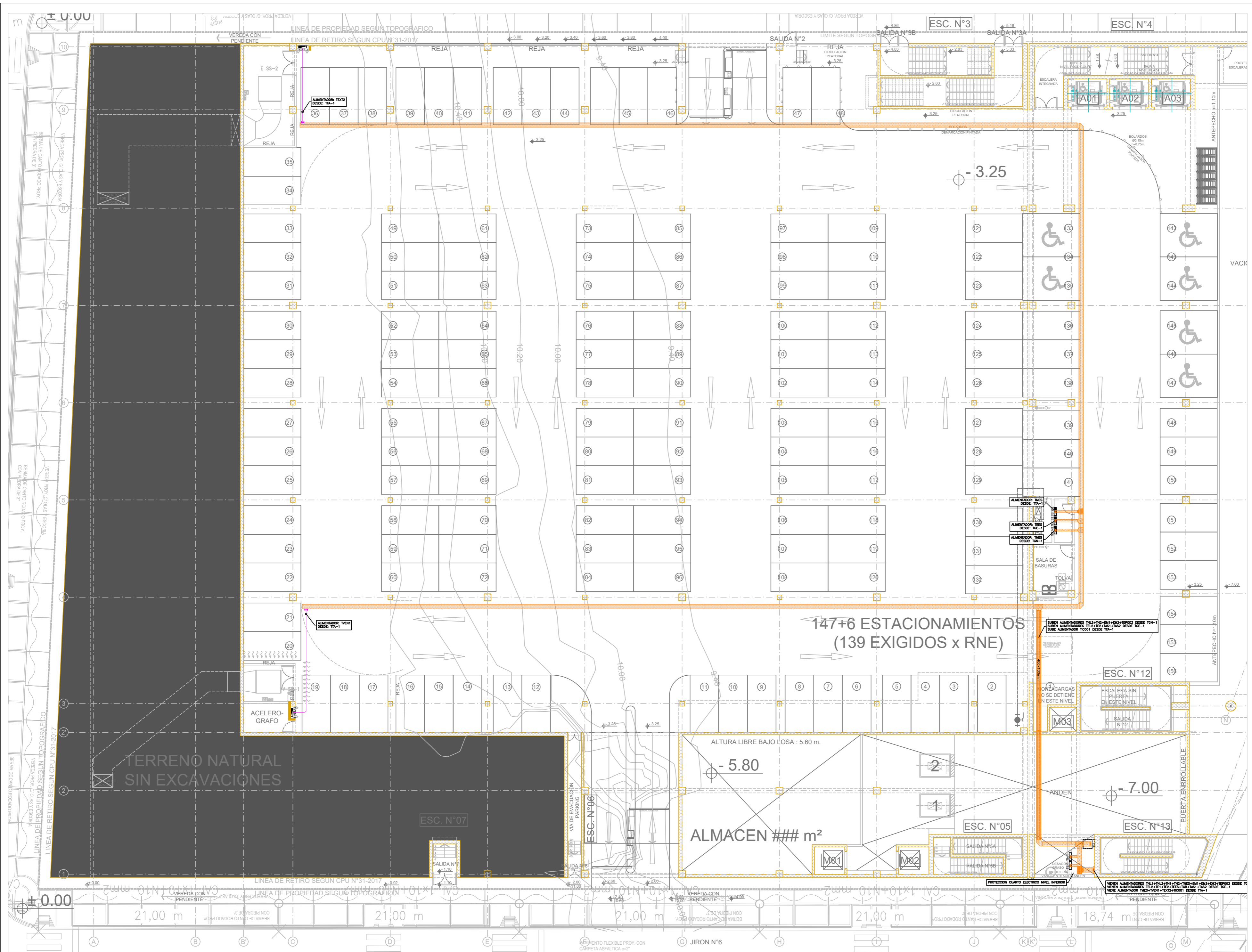
Officina de Mydia (2011). Malha de terra para Subestação utilizando Tecat Plus 5. Recuperado de <https://docplayer.com.br/904948-Malha-de-terra-para-subestacao-de-alta-tensao-utilizando-o-software-tecat-plus-5-grounding-grid-design-using-tecat-plus-5.html>

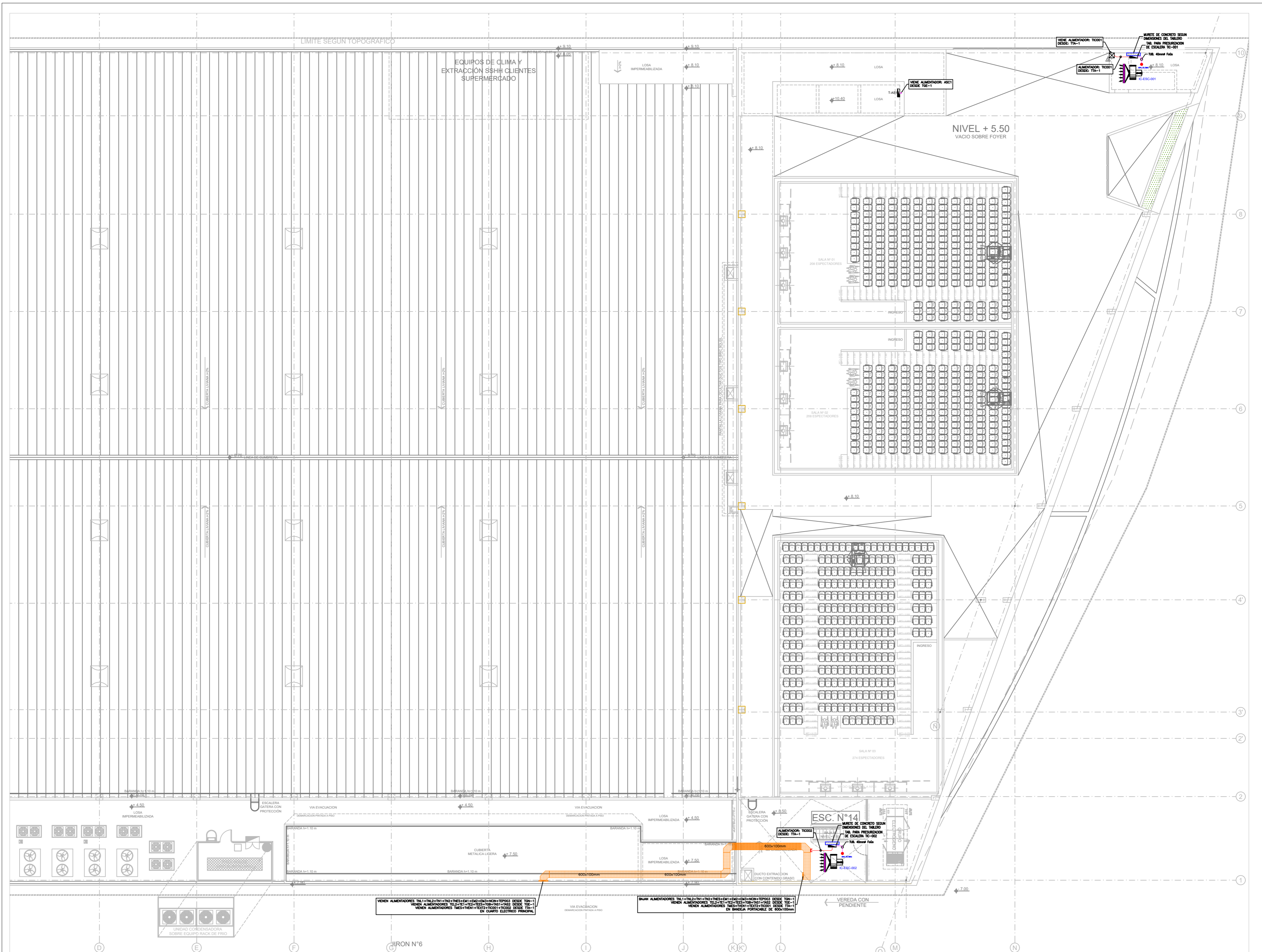
Indeco. *Ficha técnica de conductor NH-80*. Recuperado de <http://www.promelsa.com.pe/pdf/1000418.pdf>

Indeco. *Ficha técnica de conductor N2XOH*. Recuperado de <http://www.promelsa.com.pe/pdf/1000707.pdf>

ANEXO



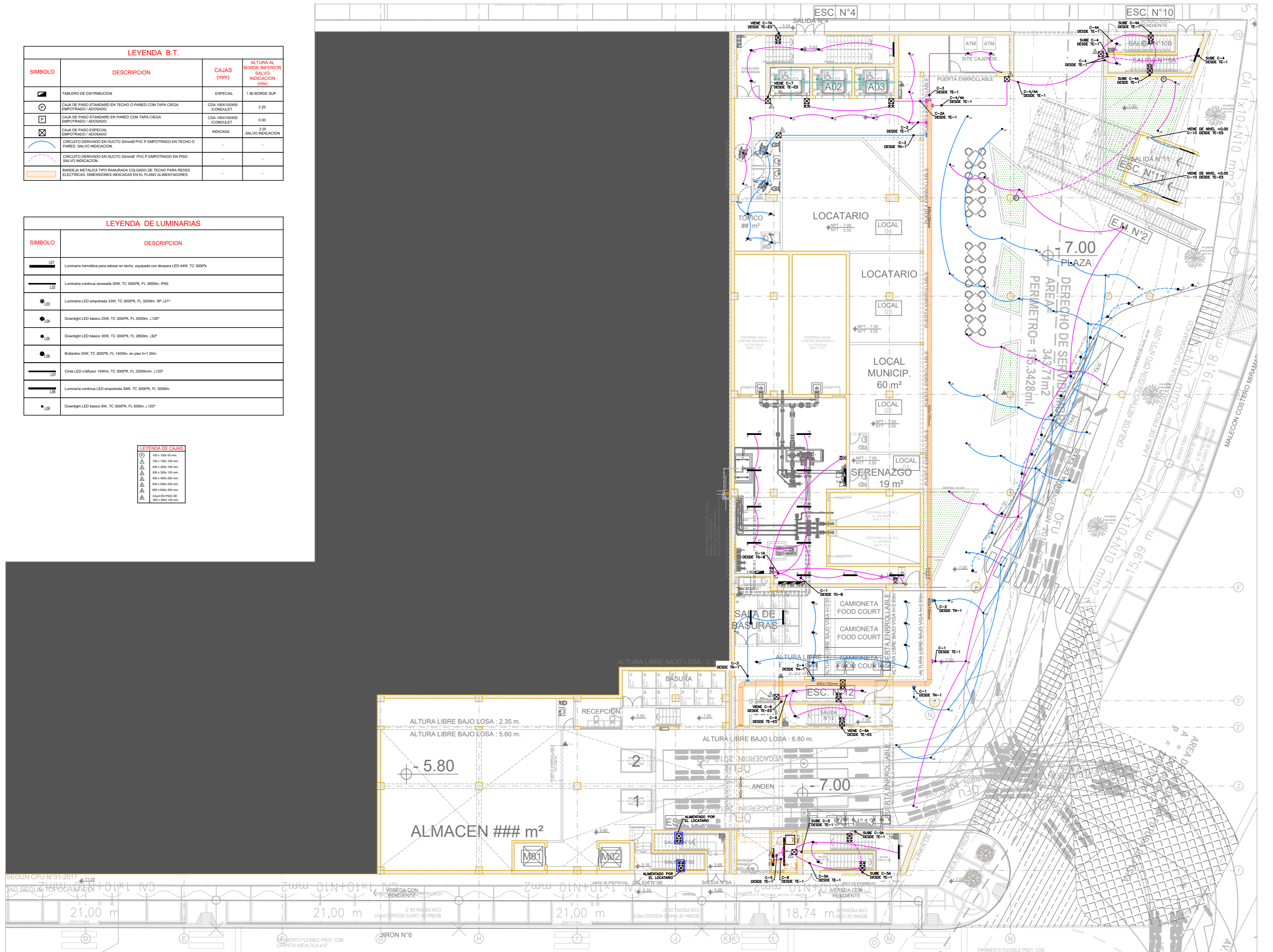




LEYENDA B.T.			
SIMBOLO	DESCRIPCION	CAJAS (mm)	ALTURA AL BORDE INFERIOR SALVO INDICACION (mts)
	TABLERO DE DISTRIBUCION	ESPECIAL	1.80 BORDE SUP.
	CAJA DE PASO STANDARD EN TECHO O PARED CON TAPA CIEGA EMPOTRADO / ADOSADO	CDA. 100X100X50 / CONDULET	2.20
	CAJA DE PASO STANDARD EN PARED CON TAPA CIEGA EMPOTRADO / ADOSADO	CDA. 100X100X50 / CONDULET	0.30
	CAJA DE PASO ESPECIAL EMPOTRADO / ADOSADO	INDICADA	2.20 SALVO INDICACION
	CIRCUITO DERIVADO EN DUCTO 20mmØ PVC P EMPOTRADO EN TECHO O PARED SALVO INDICACION.		
	CIRCUITO DERIVADO EN DUCTO 20mmØ PVC P EMPOTRADO EN PISO SALVO INDICACION.		
	BANDEJA METALICA TIPO RANURADA COLGADO DE TECHO PARA REDES ELECTRICAS, DIMENSIONES INDICADAS EN EL PLANO ALIMENTADORES		

LEYENDA DE LUMINARIAS	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	Luminaria hermética para adosar en techo, equipada con lámpara LED 44W, TC 3000K
	Luminaria continua recesada 30W, TC 3000K, FL 3000mm, IP65
	Luminaria LED empotrada 33W, TC 3000K, FL 3200mm, SP /21°
	Downlight LED básico 25W, TC 3000K, FL 2000mm, /120°
	Downlight LED básico 30W, TC 3000K, FL 2800mm, /82°
	Bolardos 25W, TC 3000K, FL 1400mm, en piso h=1.00m
	Cinta LED difusor 14W/m, TC 3000K, FL 2200mm/m, /120°
	Luminaria continua LED empotrada 30W, TC 3000K, FL 3000mm
	Downlight LED básico 8W, TC 3000K, FL 600mm, /120°

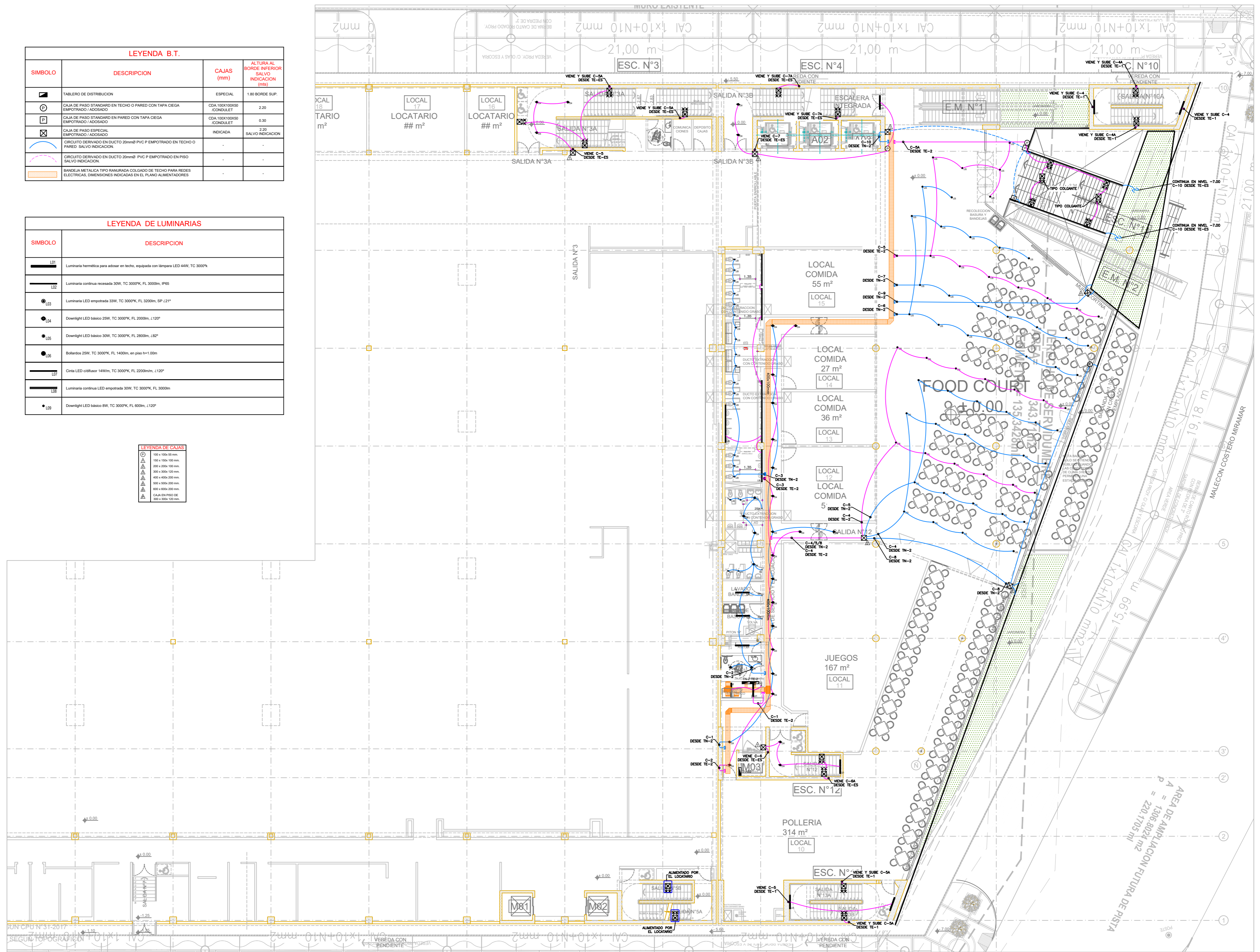
LEYENDA DE CAJAS	
	100 x 100x 55 mm.
	100 x 100x 100 mm.
	200 x 200x 100 mm.
	300 x 300x 120 mm.
	400 x 400x 200 mm.
	500 x 500x 200 mm.
	600 x 600x 200 mm.
	CAJA EN PISO DE 300 x 300x 120 mm.



LEYENDA B.T.			
SIMBOLO	DESCRIPCION	CAJAS (mm)	ALTURA AL BORDE INFERIOR SALVO INDICACION (mts)
	TABLERO DE DISTRIBUCION	ESPECIAL	1.80 BORDE SUP.
	CAJA DE PASO STANDARD EN TECHO O PARED CON TAPA CIEGA EMPOTRADO / ADOSADO	CDA 100X100X50 / CONDULET	2.20
	CAJA DE PASO STANDARD EN PARED CON TAPA CIEGA EMPOTRADO / ADOSADO	CDA 100X100X50 / CONDULET	0.30
	CAJA DE PASO ESPECIAL EMPOTRADO / ADOSADO	INDICADA	2.20 SALVO INDICACION
	CIRCUITO DERIVADO EN DUCTO 20mmØ PVC P EMPOTRADO EN TECHO O PARED SALVO INDICACION.		
	CIRCUITO DERIVADO EN DUCTO 20mmØ PVC P EMPOTRADO EN PISO SALVO INDICACION.		
	BANDEJA METALICA TIPO RANURADA COLGADO DE TECHO PARA REDES ELECTRICAS, DIMENSIONES INDICADAS EN EL PLANO ALIMENTADORES		

LEYENDA DE LUMINARIAS	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	Luminaria hermética para adosar en techo, equipada con lámpara LED 44W, TC 3000°K
	Luminaria continua recesada 30W, TC 3000°K, FL 3000mm, IP65
	Luminaria LED empotrada 33W, TC 3000°K, FL 3200mm, SP L21°
	Downlight LED básico 25W, TC 3000°K, FL 2000mm, L120°
	Downlight LED básico 30W, TC 3000°K, FL 2800mm, L82°
	Bollardos 25W, TC 3000°K, FL 1400mm, en piso h=1.00m
	Cinta LED difusor 14W/m, TC 3000°K, FL 2200mm/m, L120°
	Luminaria continua LED empotrada 30W, TC 3000°K, FL 3000mm
	Downlight LED básico 8W, TC 3000°K, FL 600mm, L120°

LEYENDA DE CAJAS	
	100 x 100 x 50 mm.
	150 x 150 x 100 mm.
	200 x 200 x 150 mm.
	300 x 300 x 120 mm.
	400 x 400 x 200 mm.
	500 x 500 x 200 mm.
	600 x 600 x 200 mm.
	CAJA EN PISO DE 200 x 200 x 100 mm.

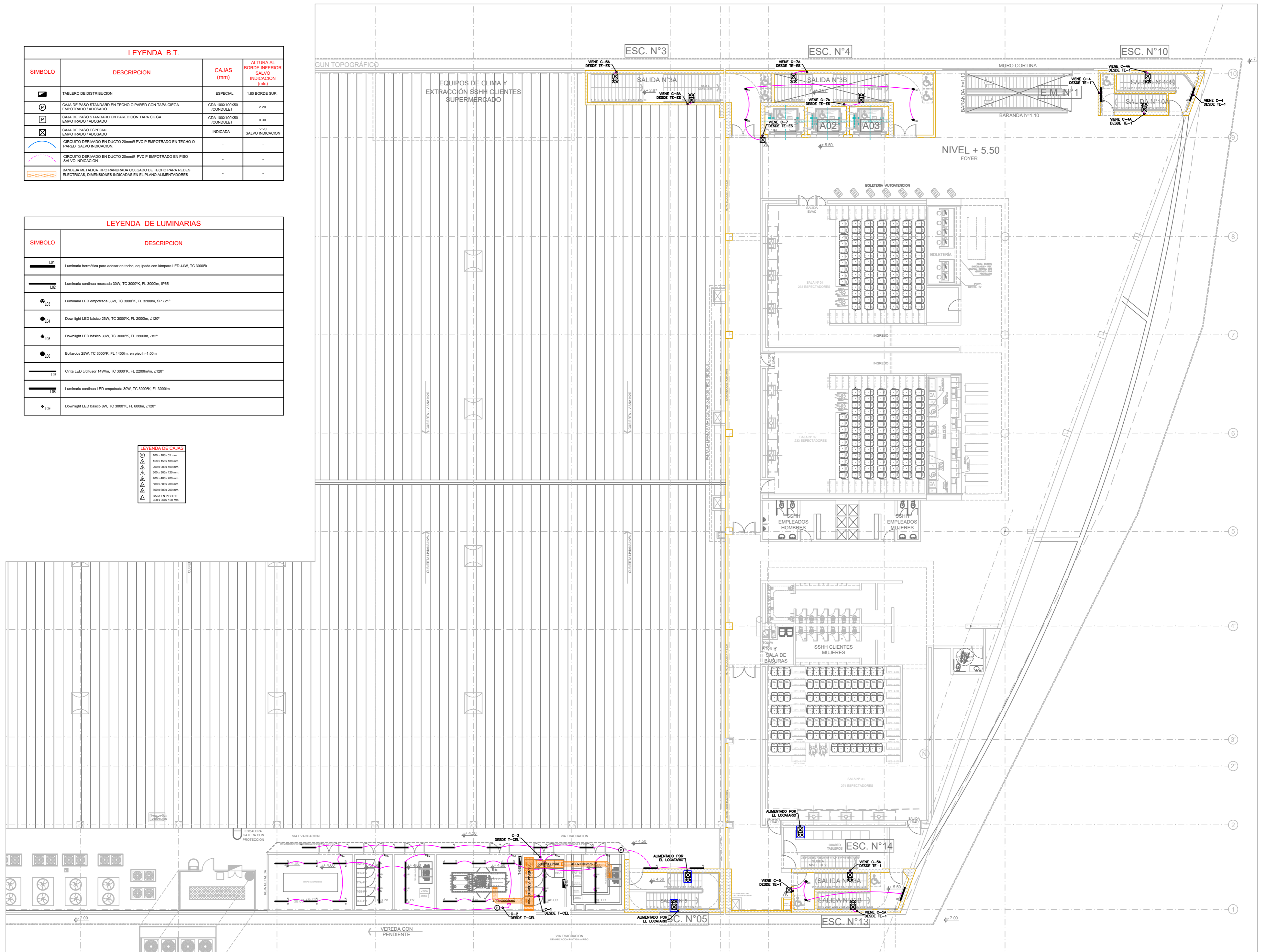


AREA DE AMPLIACION FUTURA DE PISTA
 $A = 1306.8024 \text{ m}^2$
 $P = 220.1705 \text{ m}$

LEYENDA B.T.			
SIMBOLO	DESCRIPCION	CAJAS (mm)	ALTURA AL BORDE INFERIOR SALVO INDICACION (mts)
	TABLERO DE DISTRIBUCION	ESPECIAL	1.80 BORDE SUP.
	CAJA DE PASO STANDARD EN TECHO O PARED CON TAPA CIEGA EMPOTRADO / ADOSADO	CDA. 100X100X50 /CONDULET	2.20
	CAJA DE PASO STANDARD EN PARED CON TAPA CIEGA EMPOTRADO / ADOSADO	CDA. 100X100X50 /CONDULET	0.30
	CAJA DE PASO ESPECIAL EMPOTRADO / ADOSADO	INDICADA	2.20 SALVO INDICACION
	CIRCUITO DERIVADO EN DUCTO 25mmØ PVC P EMPOTRADO EN TECHO O PARED SALVO INDICACION.		
	CIRCUITO DERIVADO EN DUCTO 25mmØ PVC P EMPOTRADO EN PISO SALVO INDICACION.		
	BANDEJA METALICA TIPO RANURADA COLGADO DE TECHO PARA REDES ELECTRICAS, DIMENSIONES INDICADAS EN EL PLANO ALIMENTADORES		

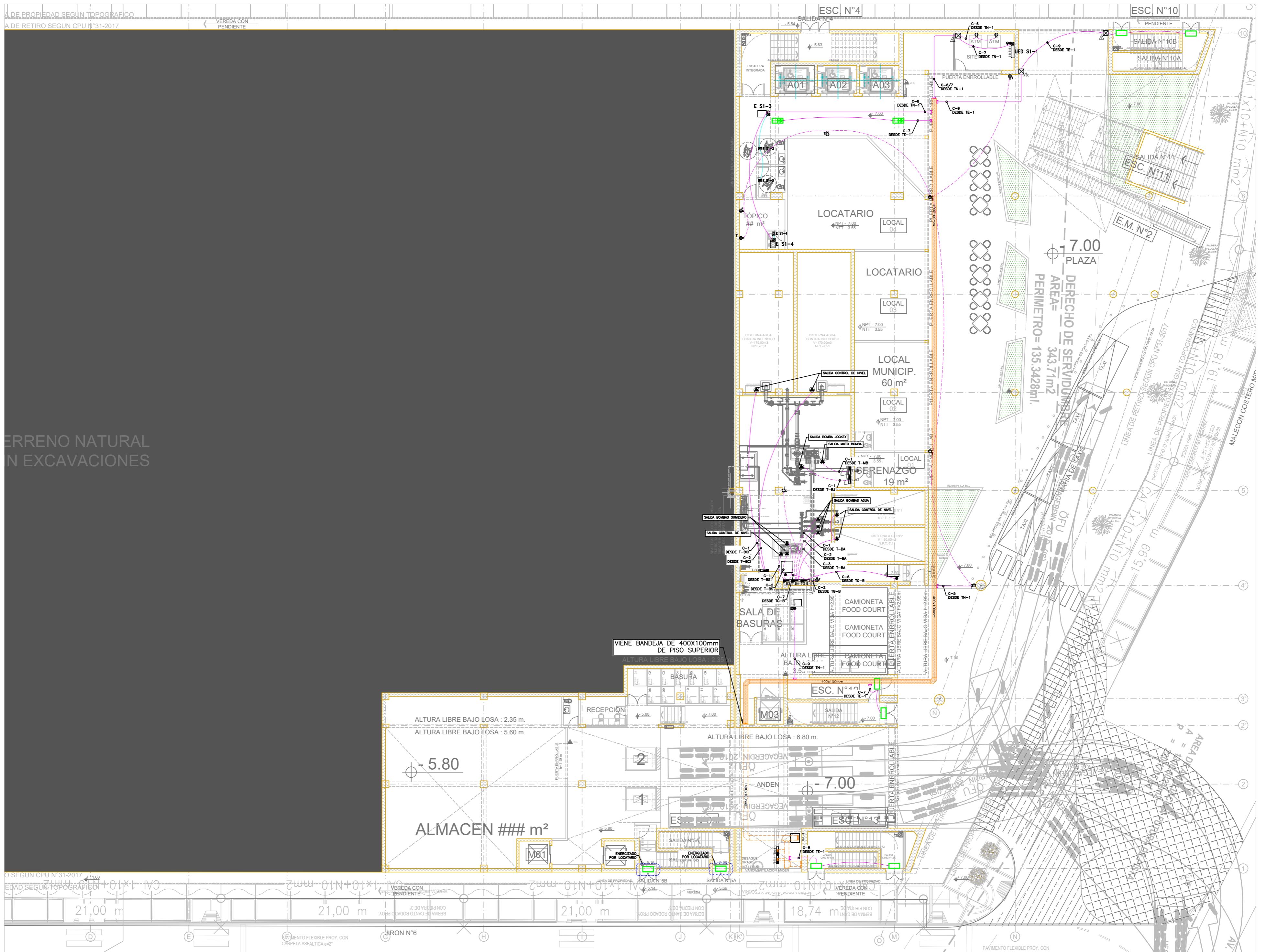
LEYENDA DE LUMINARIAS	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	Luminaria hermética para adosar en techo, equipada con lámpara LED 44W, TC 3000°K
	Luminaria continua recesada 30W, TC 3000°K, FL 3000mm, IP65
	Luminaria LED empotrada 33W, TC 3000°K, FL 3200mm, SP /21°
	Downlight LED básico 25W, TC 3000°K, FL 2000mm, /120°
	Downlight LED básico 30W, TC 3000°K, FL 2800mm, /82°
	Bolardos 25W, TC 3000°K, FL 1400mm, en piso h=1.00m
	Cinta LED difusor 14W/m, TC 3000°K, FL 2200mm, /120°
	Luminaria continua LED empotrada 30W, TC 3000°K, FL 3000mm
	Downlight LED básico 8W, TC 3000°K, FL 600mm, /120°

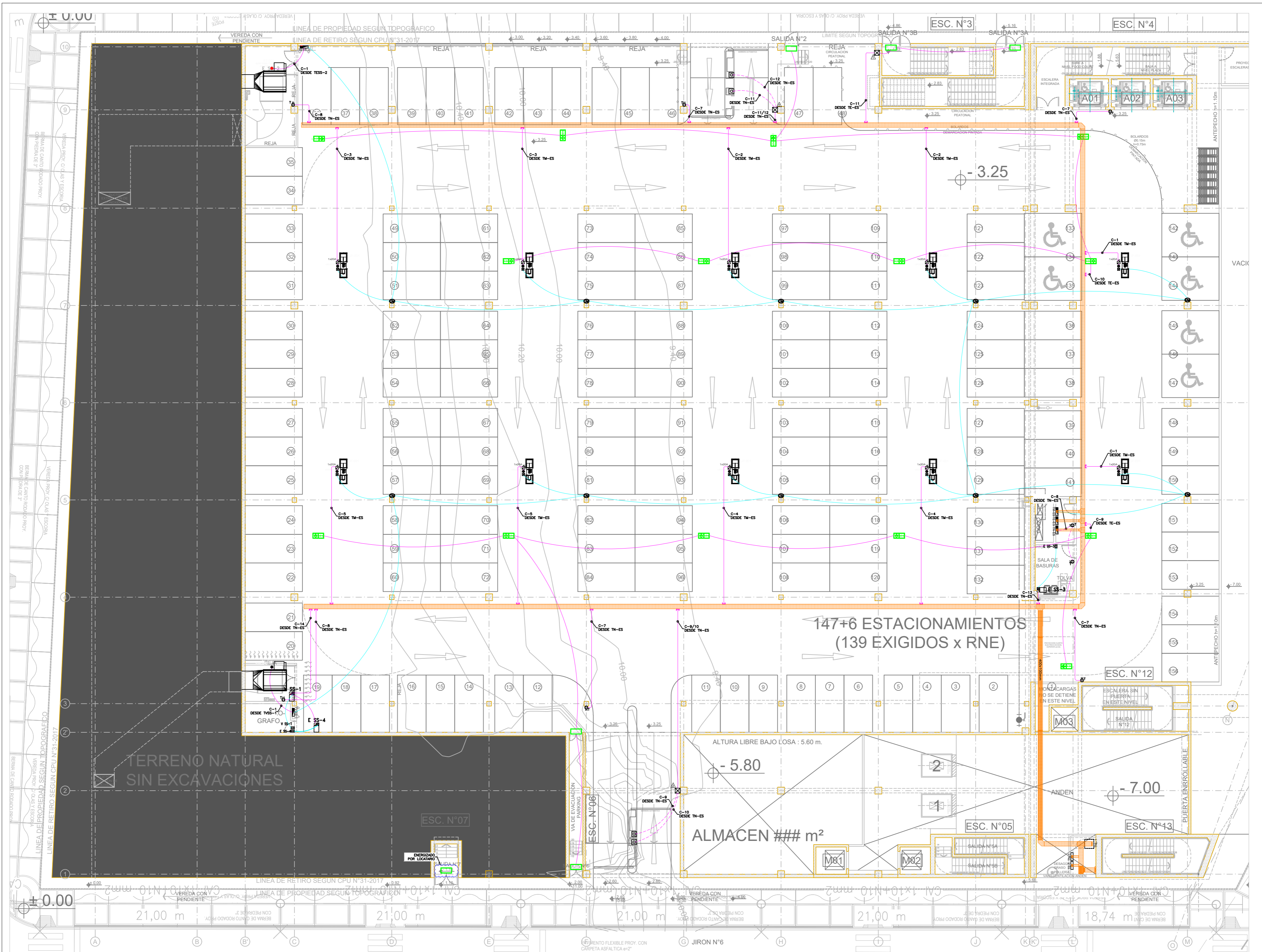
LEYENDA DE CAJAS	
	100 x 100x 55 mm.
	150 x 100 x 100 mm.
	200 x 200 x 100 mm.
	300 x 300 x 120 mm.
	400 x 400 x 200 mm.
	500 x 500 x 200 mm.
	600 x 600 x 200 mm.
	CAJA EN PISO DE 300 x 300x 120 mm.



RED DE ALUMBRADO - NIVEL +4.50

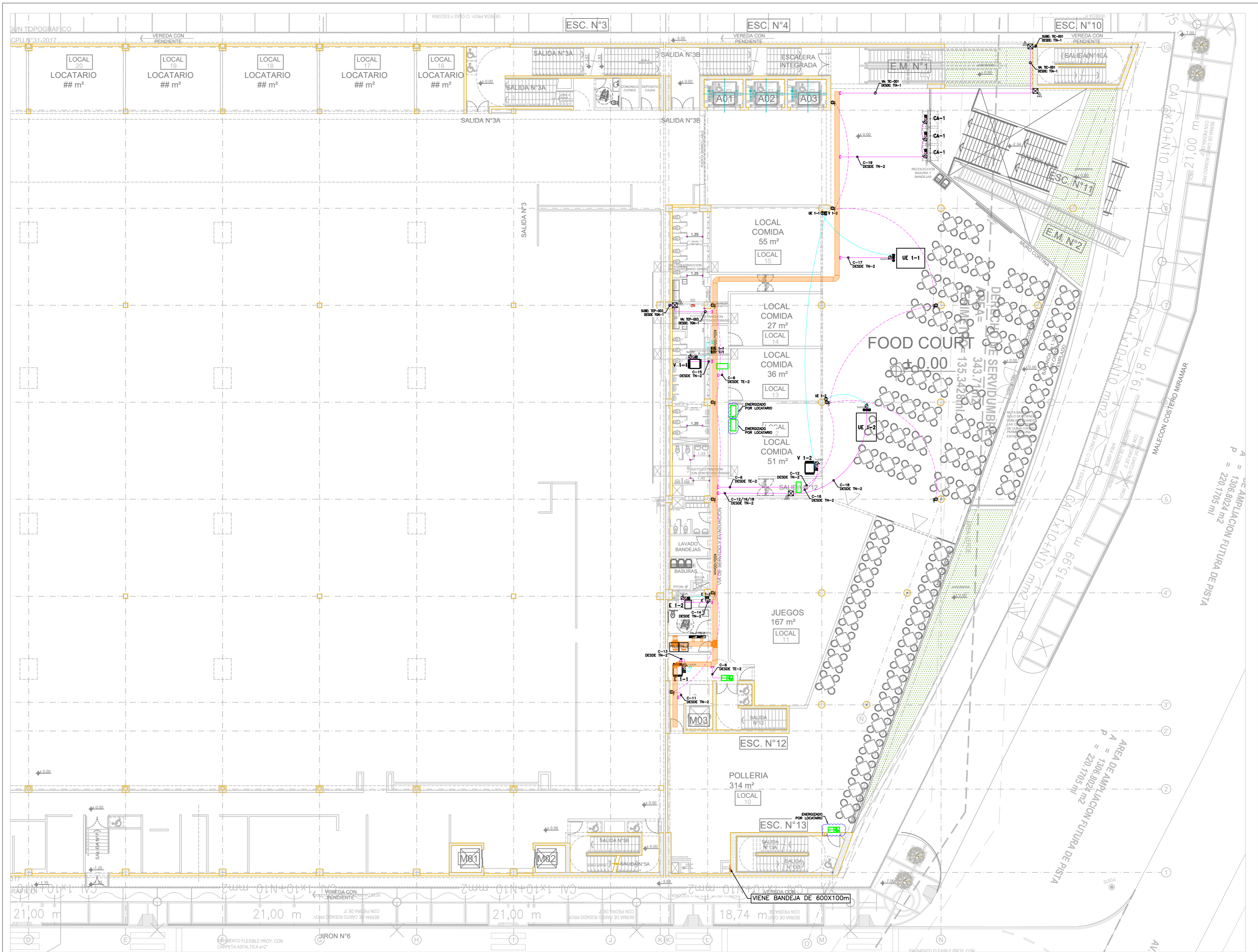
TERRENO NATURAL
CON EXCAVACIONES





RED DE TOMACORRIENTES - NIVEL -3.25

ESC: S/E



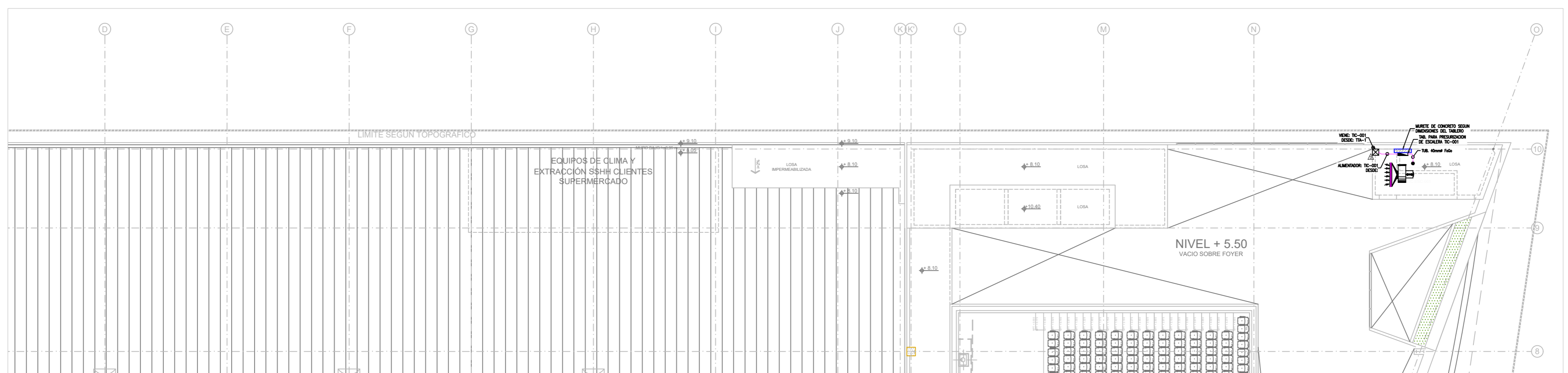
RED DE TOMACORRIENTES - NIVEL +0.00

ESC: S/E

IE-13

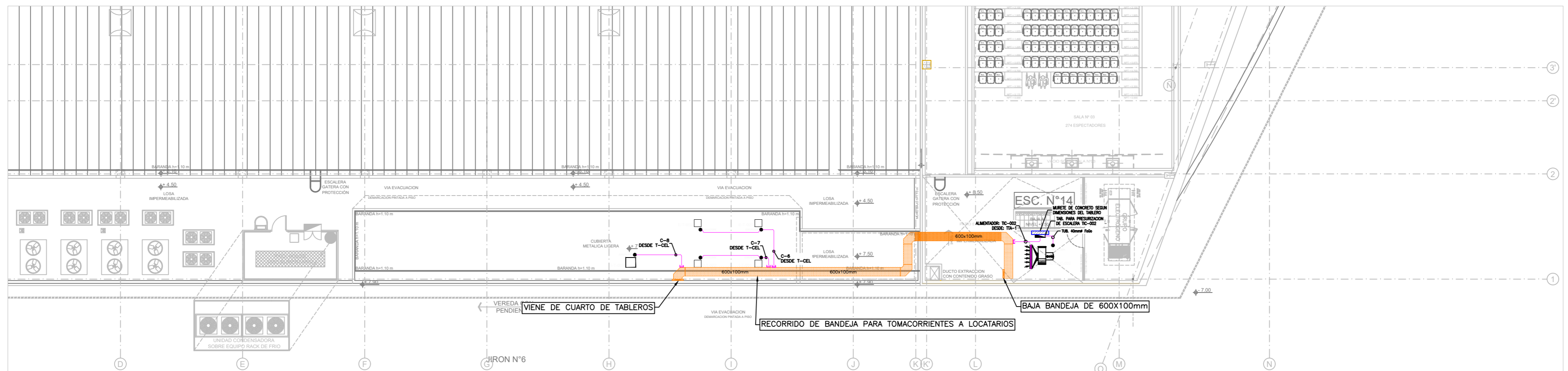
A = 1306,8024 m²
 P = 220,1705 ml
 AREA DE AMPLIACION FUTURA DE PISTA

A = 1306,8024 m²
 P = 220,1705 ml
 AREA DE AMPLIACION FUTURA DE PISTA



RED DE TOMACORRIENTES - NIVEL +8.10

ESC: S/E



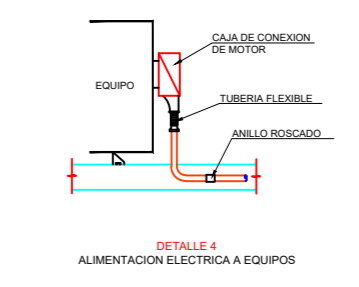
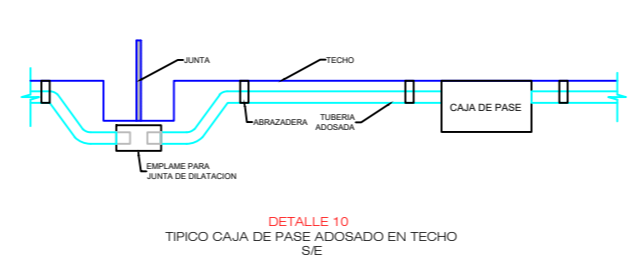
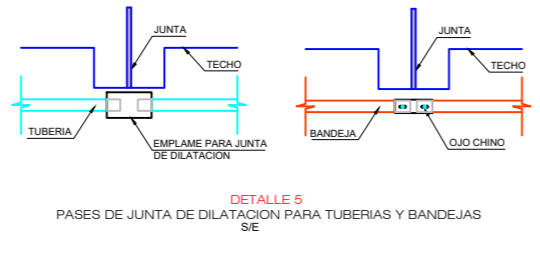
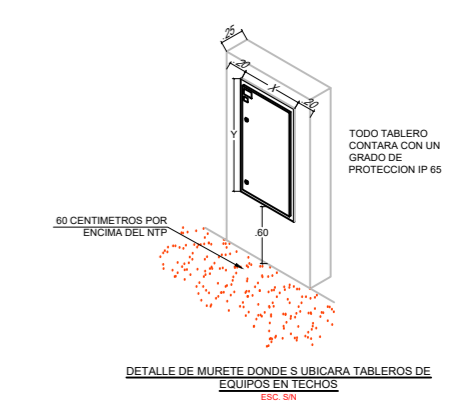
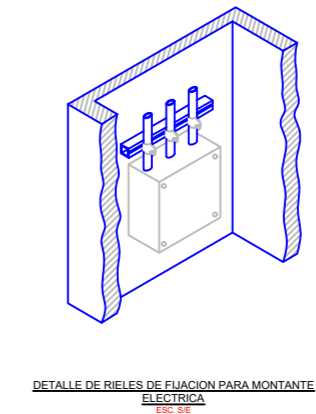
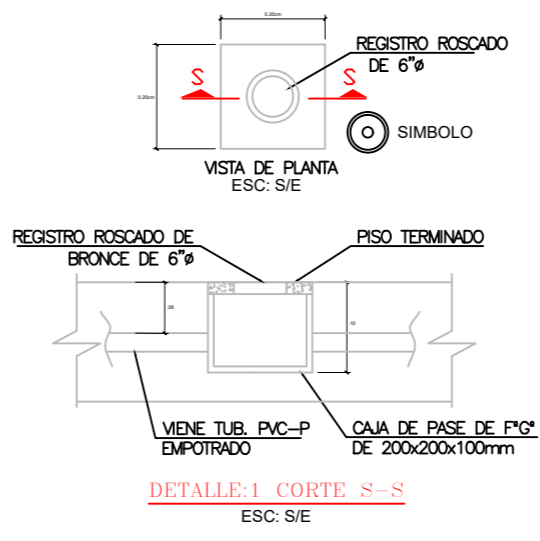
RED DE TOMACORRIENTES - NIVEL +8.10

ESC: S/E

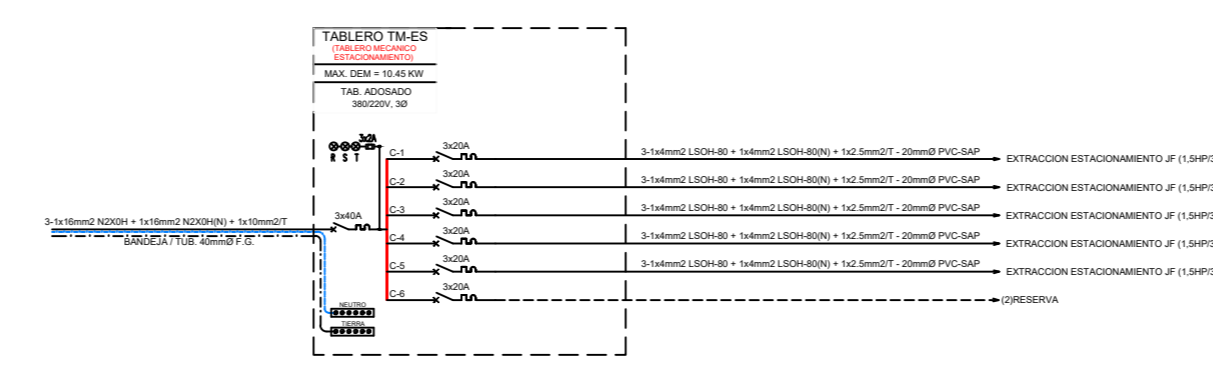
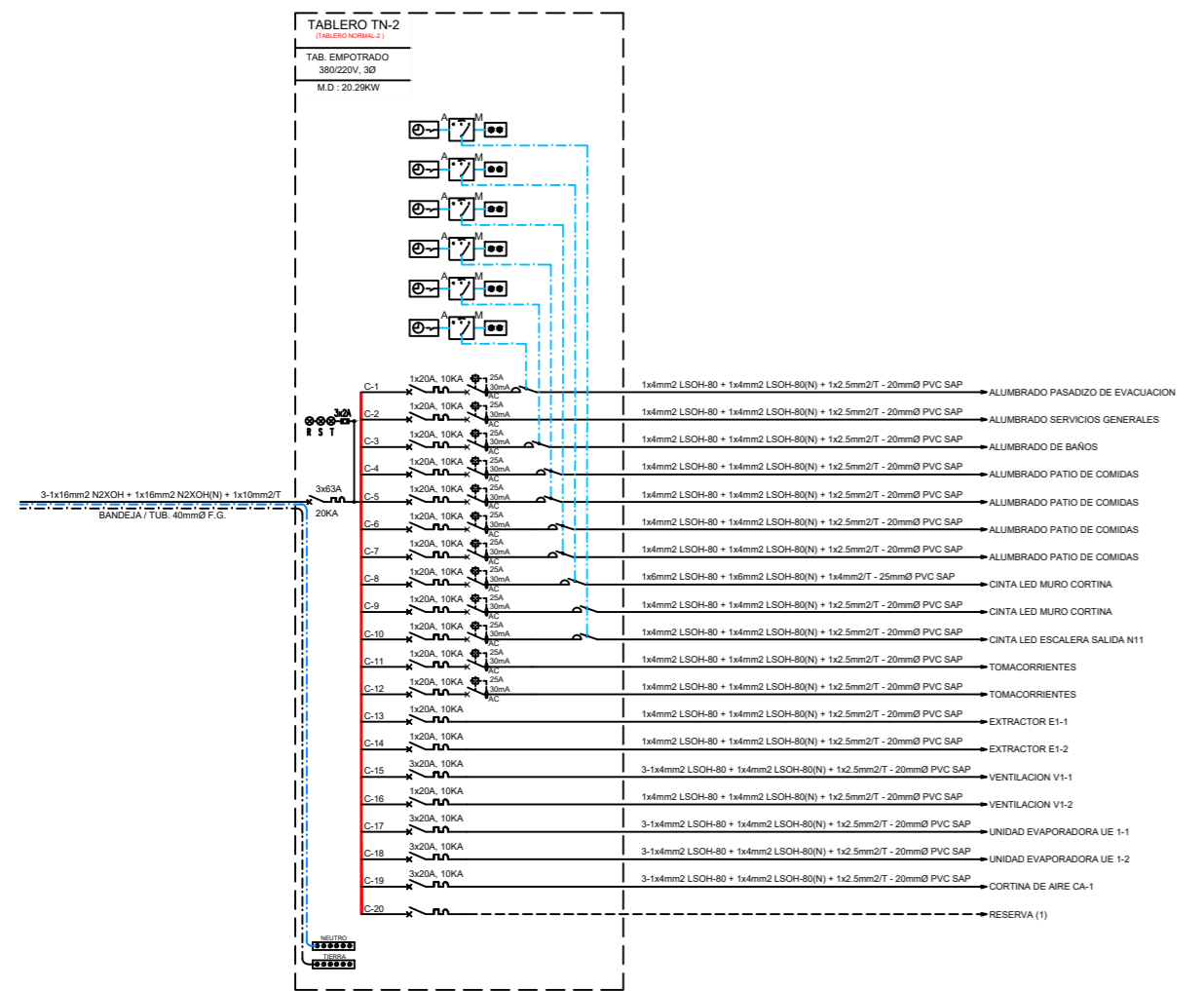
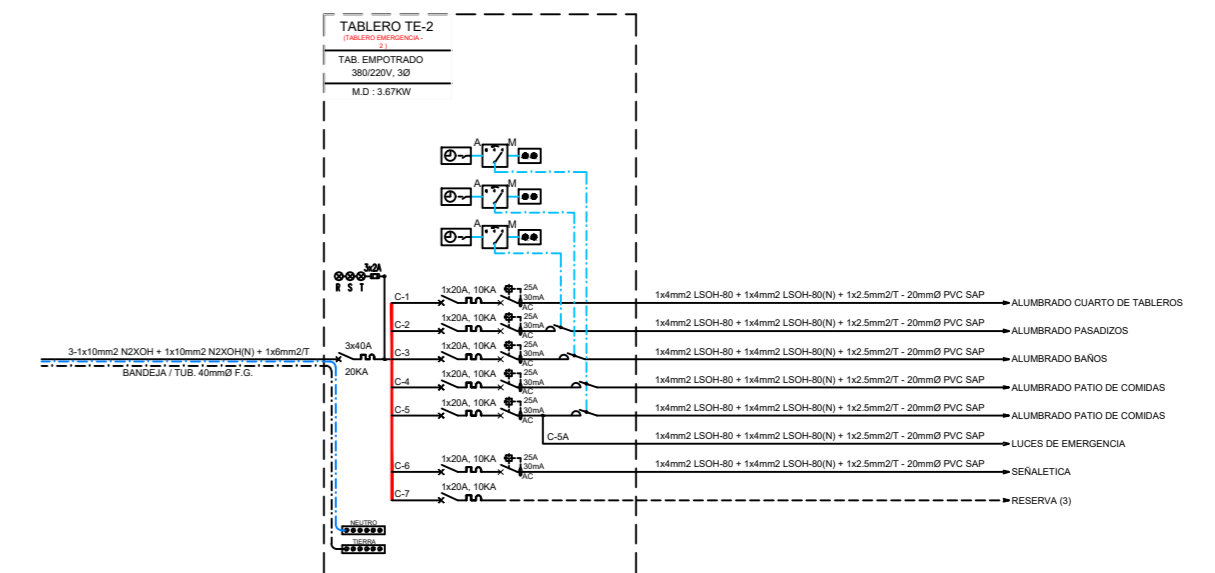
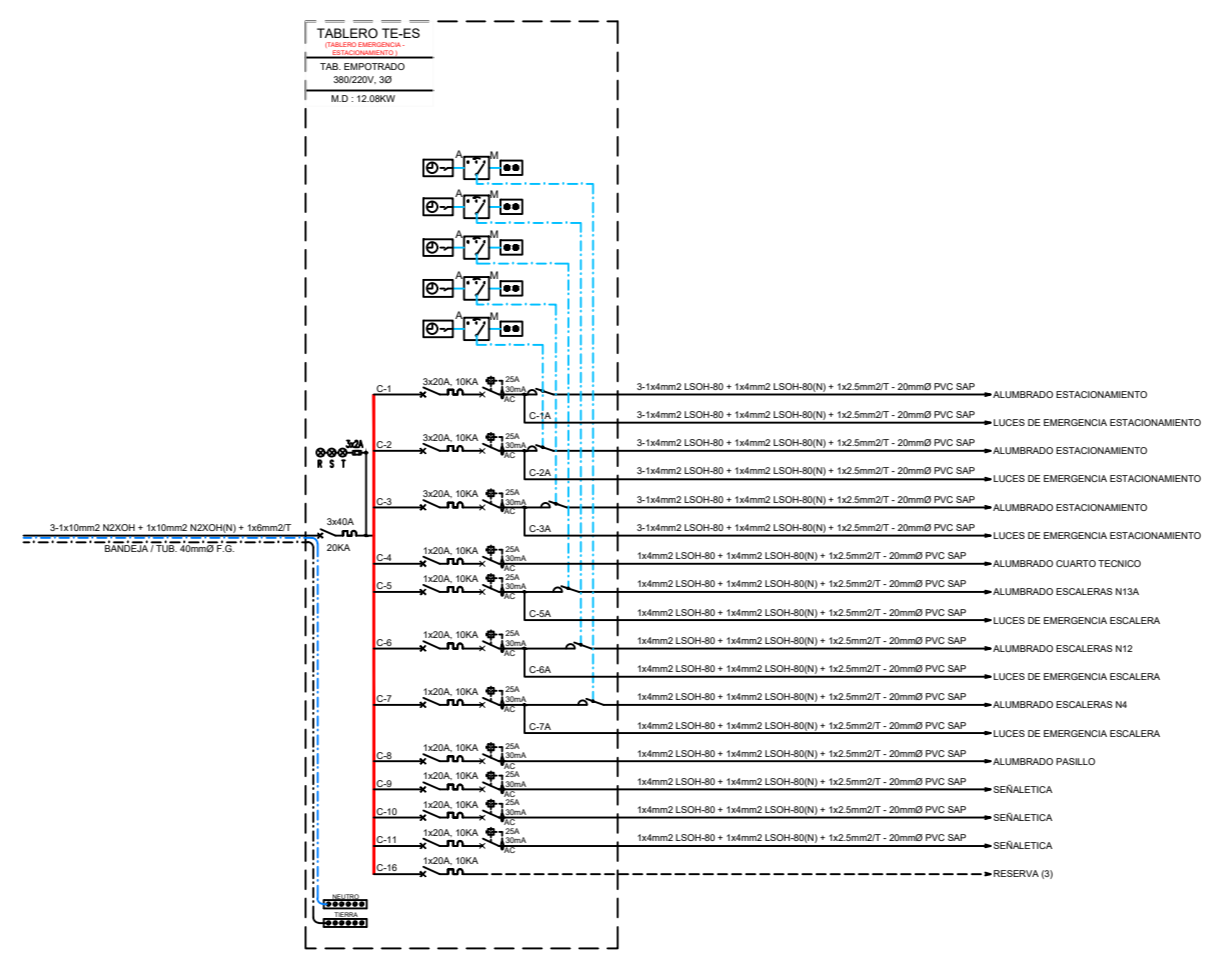
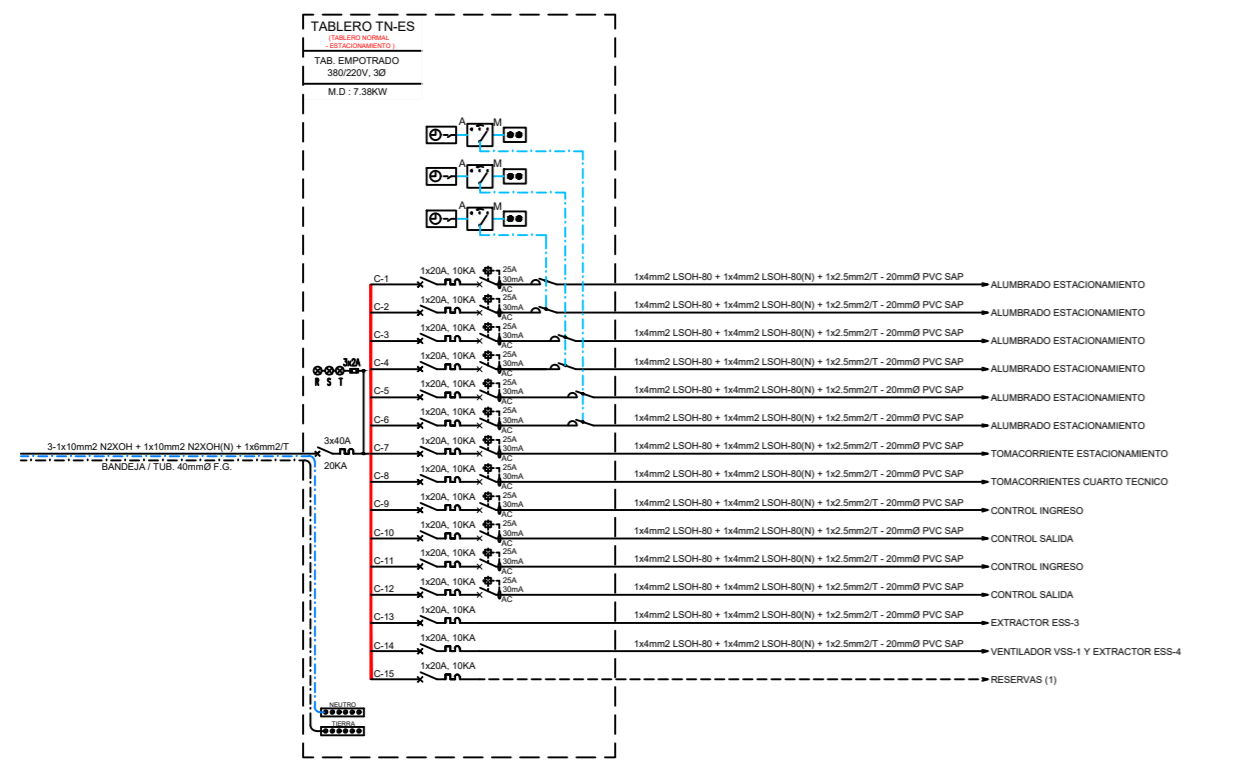
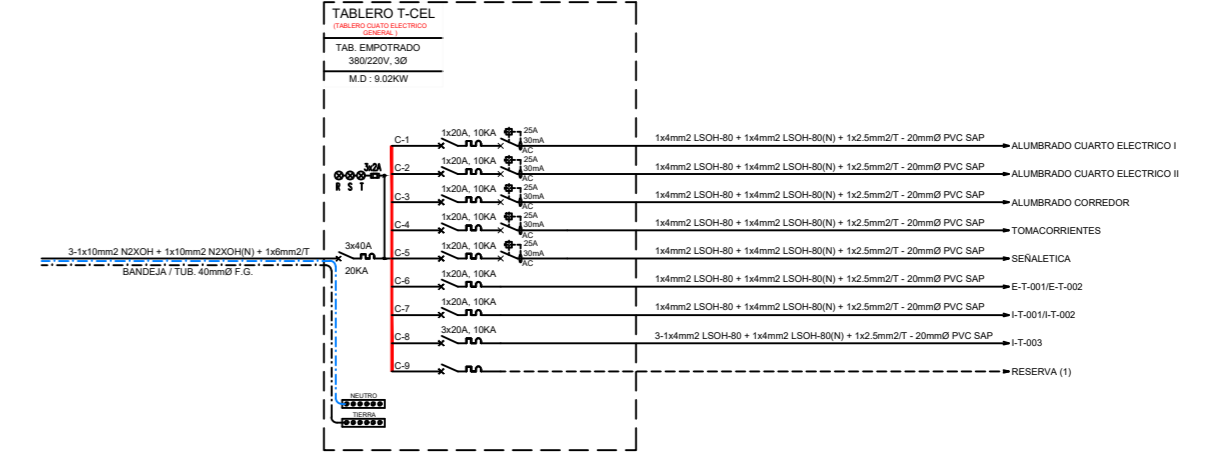
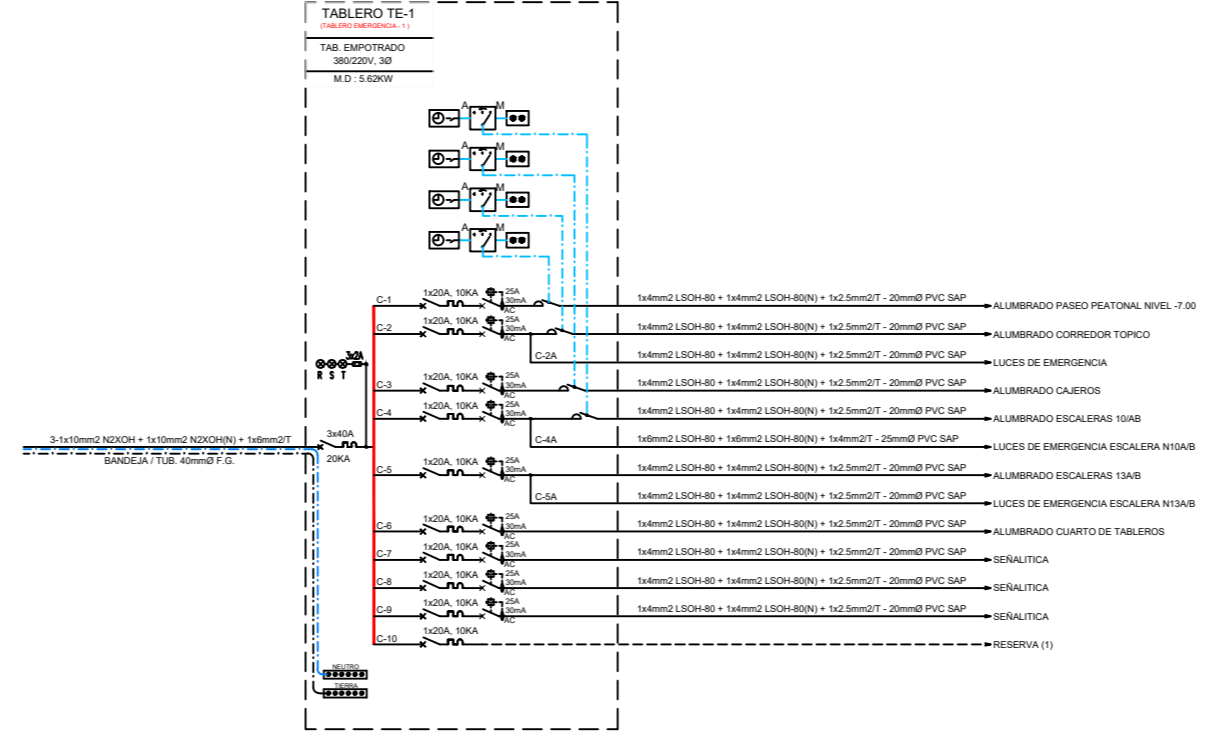
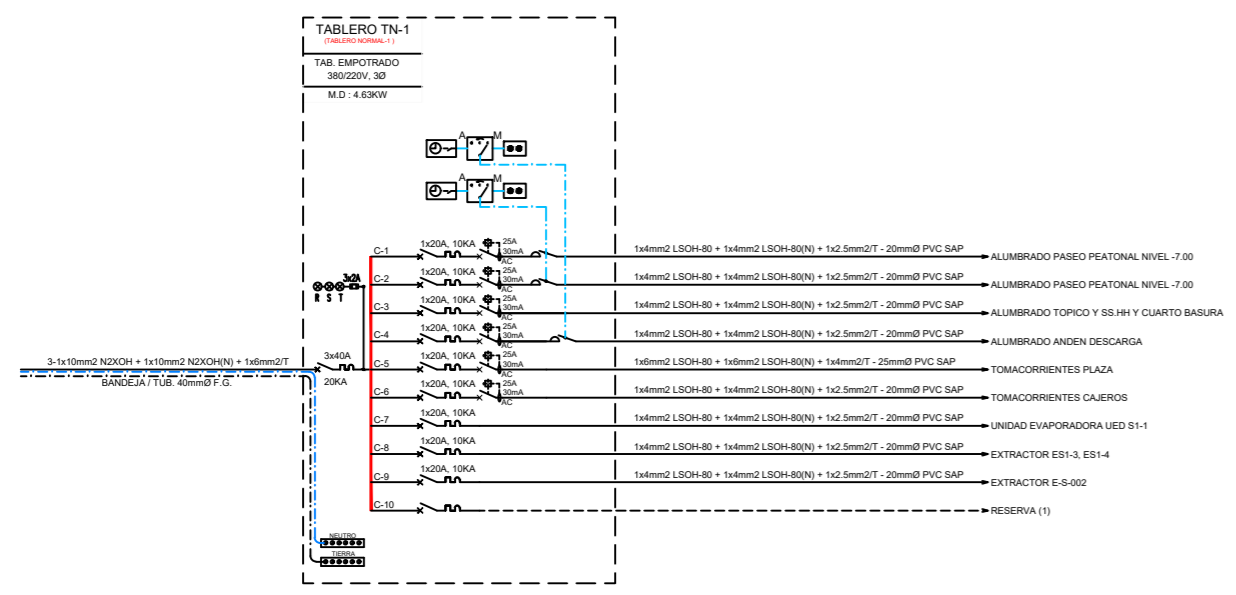
LEYENDA			
SIMBOLO	DESCRIPCION	CAJAS (mm)	ALTURA AL BORDE INFERIOR SALVO INDICACION (mts)
	SALIDA PARA SEÑALIZACION	RECT. 100x55x50	SEGUN PLANOS DE SEGURIDAD
	SALIDA PARA LUCES DE EMERGENCIA	RECT. 100x55x50	SEGUN PLANOS DE SEGURIDAD
	TOMACORRIENTES A PRUEBA DE AGUA		0.40 / 0.70 / 1.10 1.80 / 2.20 / INDICADA
	TOMACORRIENTE BIPOLAR DOBLE C/ TOMA DE TIERRA 220V. LOS MODELOS SERAN LOS REFERENCIADOS EN LA ESPECIFICACION TECNICA	RECT. 100x55x50	0.40 / 0.70 / 1.10 1.80 / 2.20 / INDICADA
	TOMACORRIENTE BIPOLAR DOBLE C/ TOMA DE TIERRA 220V PARA EL SISTEMA ESTABILIZADO. LOS MODELOS SERAN LOS REFERENCIADOS EN LA ESPECIFICACION TECNICA	RECT. ANGULAR 100x55x50	0.40 / INDICADA
	CAJA DE PASE STANDARD EN TECHO O PARED CON TAPA CIEGA EMPOTRADO / ADOSADO	CDA. 100X100X50 / CONDULET	2.20
	CAJA DE PASE STANDARD EN PARED CON TAPA CIEGA EMPOTRADO / ADOSADO	CDA. 100X100X50 / CONDULET	0.30
	CAJA DE PASE ESPECIAL EMPOTRADO / ADOSADO	INDICADA	0.30 / INDICADA
	SALIDA DE FUERZA	INDICADA	0.30 / INDICADA
	SALIDA PARA SECADORA DE MANOS	CDA. 100X100X50	1.40

LEYENDA B.T.			
SIMBOLO	DESCRIPCION	CAJAS (mm)	ALTURA AL BORDE INFERIOR SALVO INDICACION (mts)
	TABLERO DE DISTRIBUCION	ESPECIAL	1.80 BORDE SUP.
	CAJA DE PASE STANDARD EN TECHO O PARED CON TAPA CIEGA EMPOTRADO / ADOSADO	CDA. 100X100X50 / CONDULET	2.20
	CAJA DE PASE STANDARD EN PARED CON TAPA CIEGA EMPOTRADO / ADOSADO	CDA. 100X100X50 / CONDULET	0.30
	CAJA DE PASE ESPECIAL EMPOTRADO / ADOSADO	INDICADA	2.20 SALVO INDICACION
	CIRCUITO DERIVADO EN DUCTO 20mm Ø PVC P EMPOTRADO EN TECHO O PARED. SALVO INDICACION.	-	-
	CIRCUITO DERIVADO EN DUCTO 20mm Ø PVC P EMPOTRADO EN PISO. SALVO INDICACION.	-	-
	BANDEJA METALICA TIPO RANURADA DE PVC S&P COLGADO DE TECHO PARA REDES ELECTRICAS. DIMENSIONES INDICADAS EN EL PLANO ALIMENTADORES	-	-

DETALLE TIPICO DE CAJA CON TAPA DE REGISTRO ROSCADO PARA INSTALACION EN MODULOS



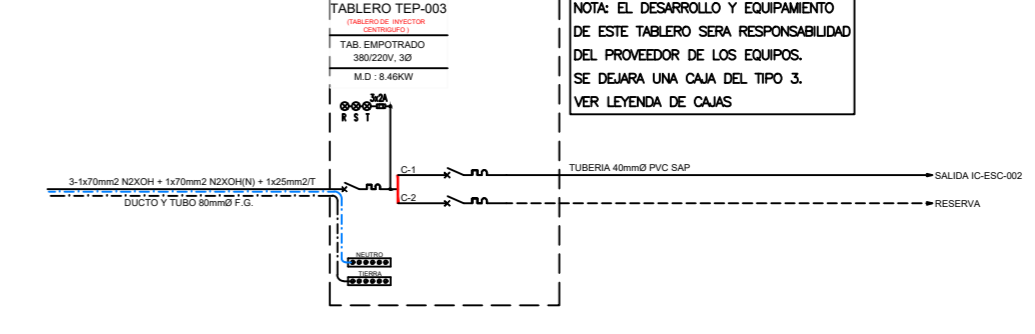
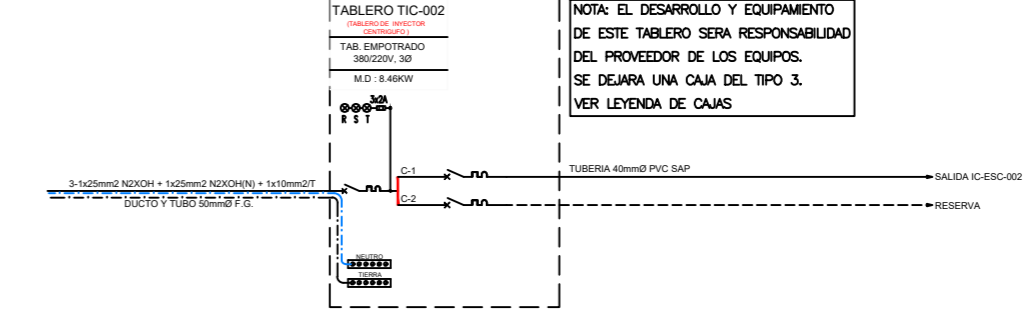
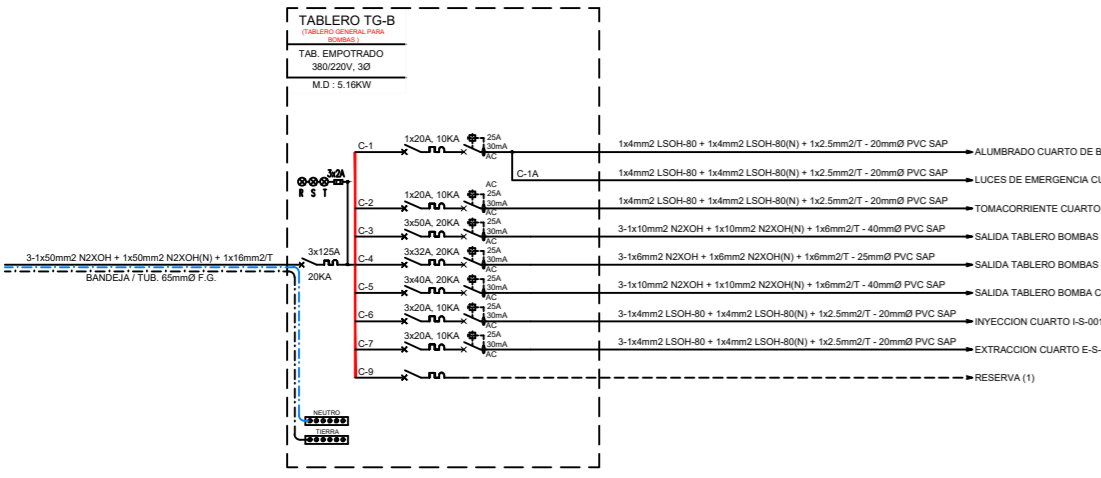
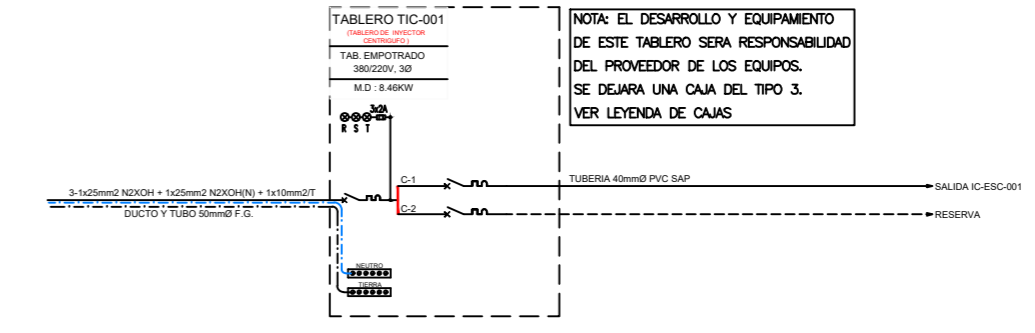
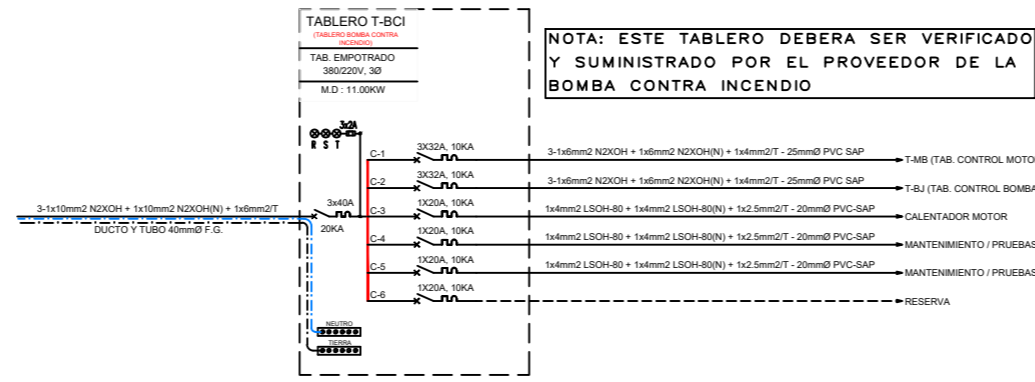
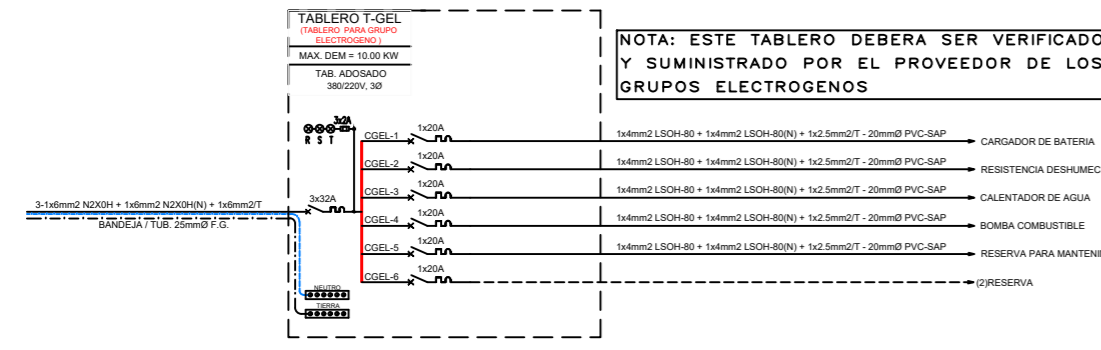
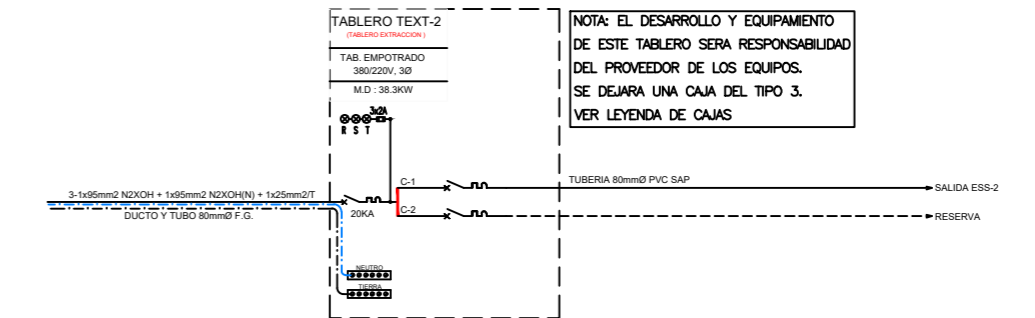
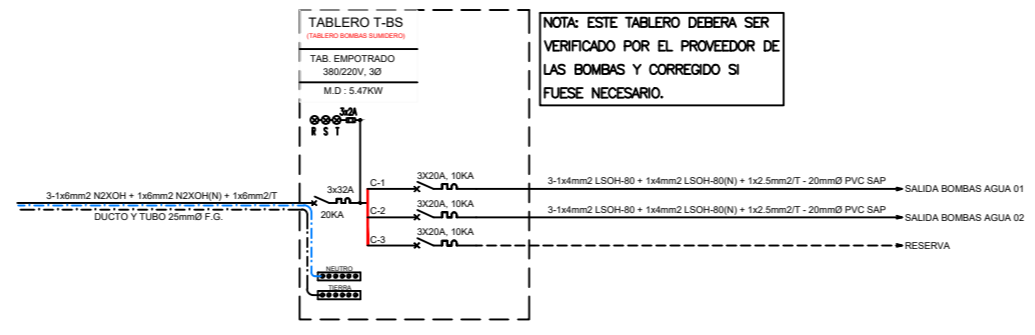
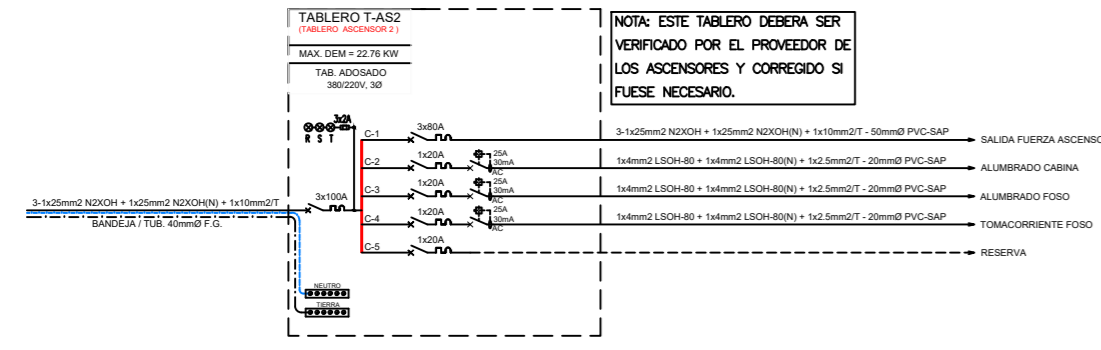
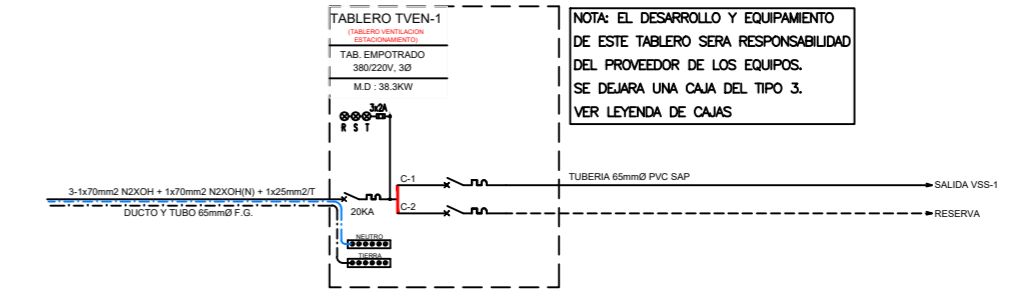
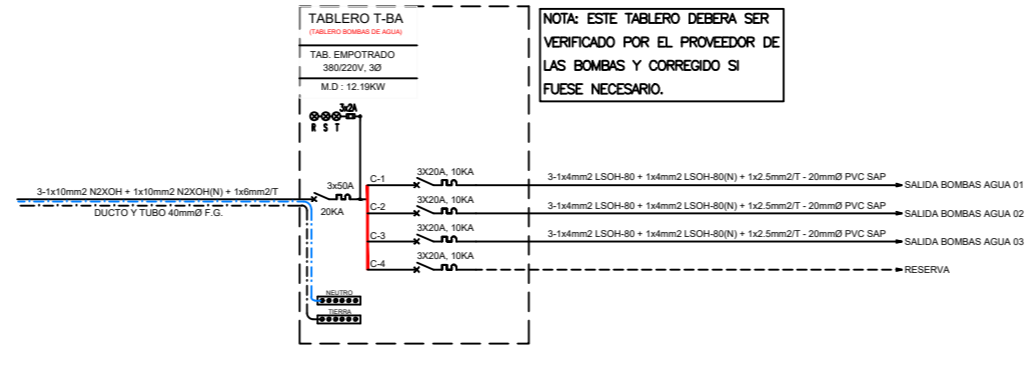
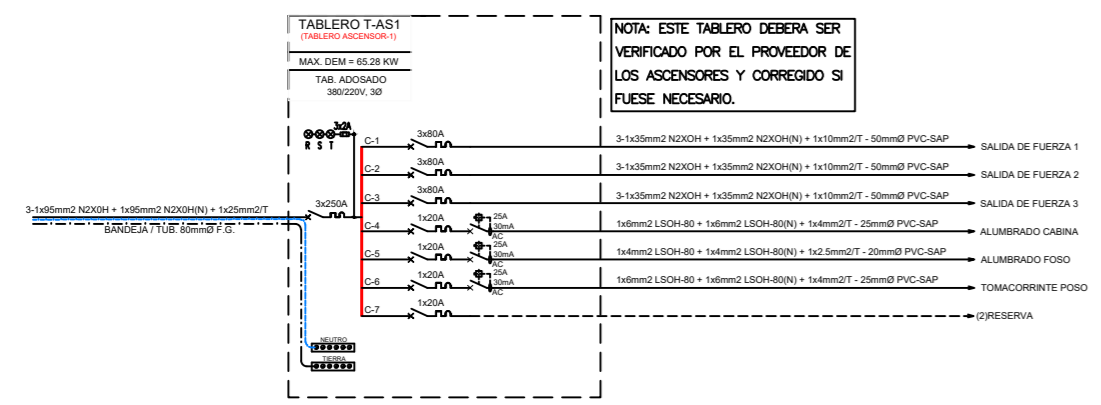
LEYENDA DE CAJAS	
	150 x 150 x 50 mm
	150 x 150 x 100 mm
	200 x 200 x 100 mm
	300 x 300 x 120 mm
	400 x 400 x 200 mm
	500 x 500 x 200 mm
	600 x 600 x 200 mm
	CAJA EN PISO DE 300 x 300 x 120 mm



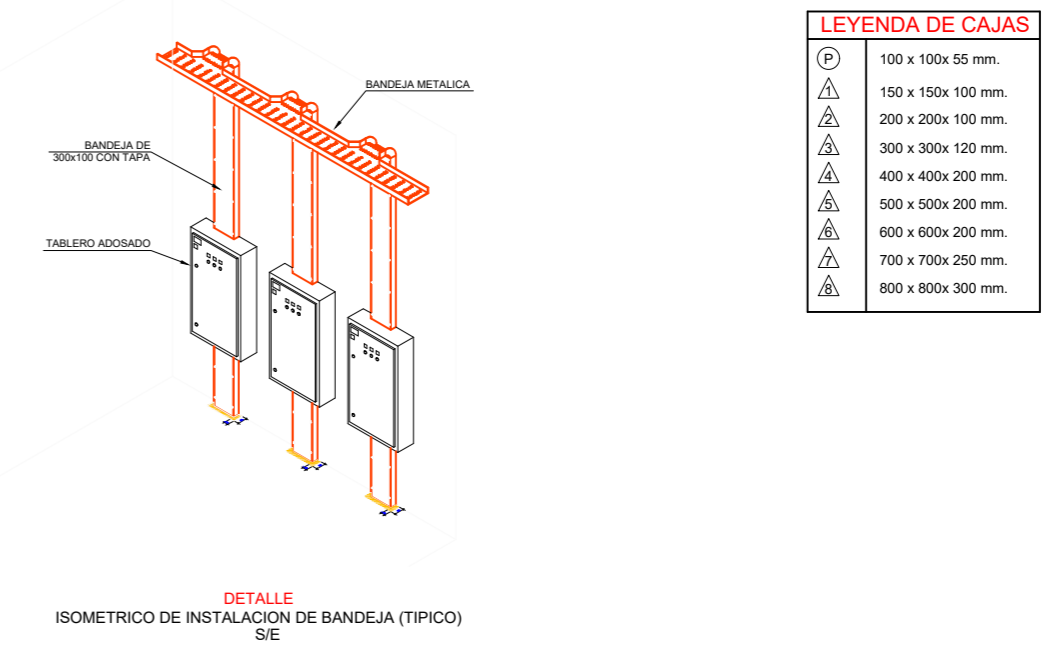
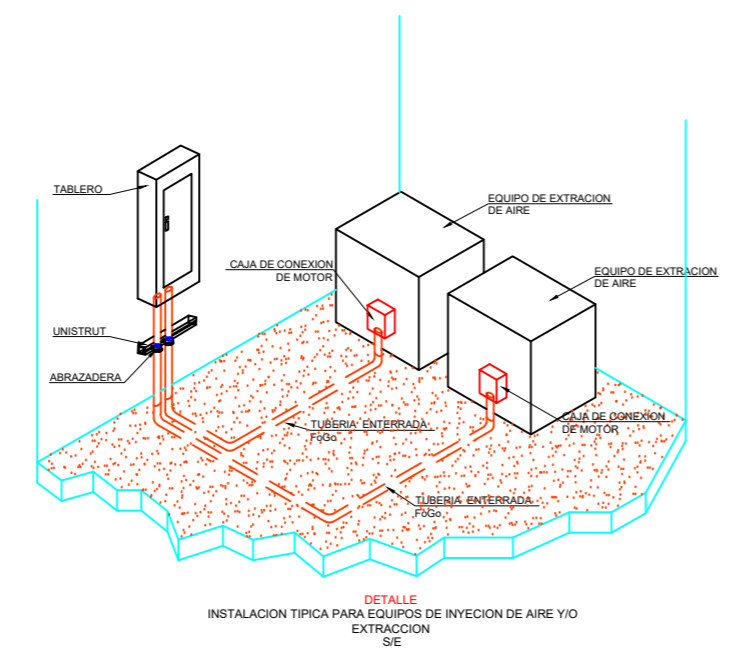
LEYENDA GENERAL B.T.

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	CAJAS (mm)	ALTURA AL BORDE INFERIOR SALVO INDICACION (mts)
	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN	ESPECIAL	1.80 BORDE SUP.
	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO TERMOMAGNETICO NO FUSE	DENTRO DE TABLERO	-
	INTERRUPTOR DE PROTECCION DIFERENCIAL	DENTRO DE TABLERO	-
	CONTACTOR ELECTROMAGNETICO	DENTRO DE TABLERO	-
	CONMUTADOR MANUAL -0- AUTOMATICO	PUERTA DE TABLERO	-
	INDICADOR DE PRESENCIA DE TENSION	PUERTA DE TABLERO	-

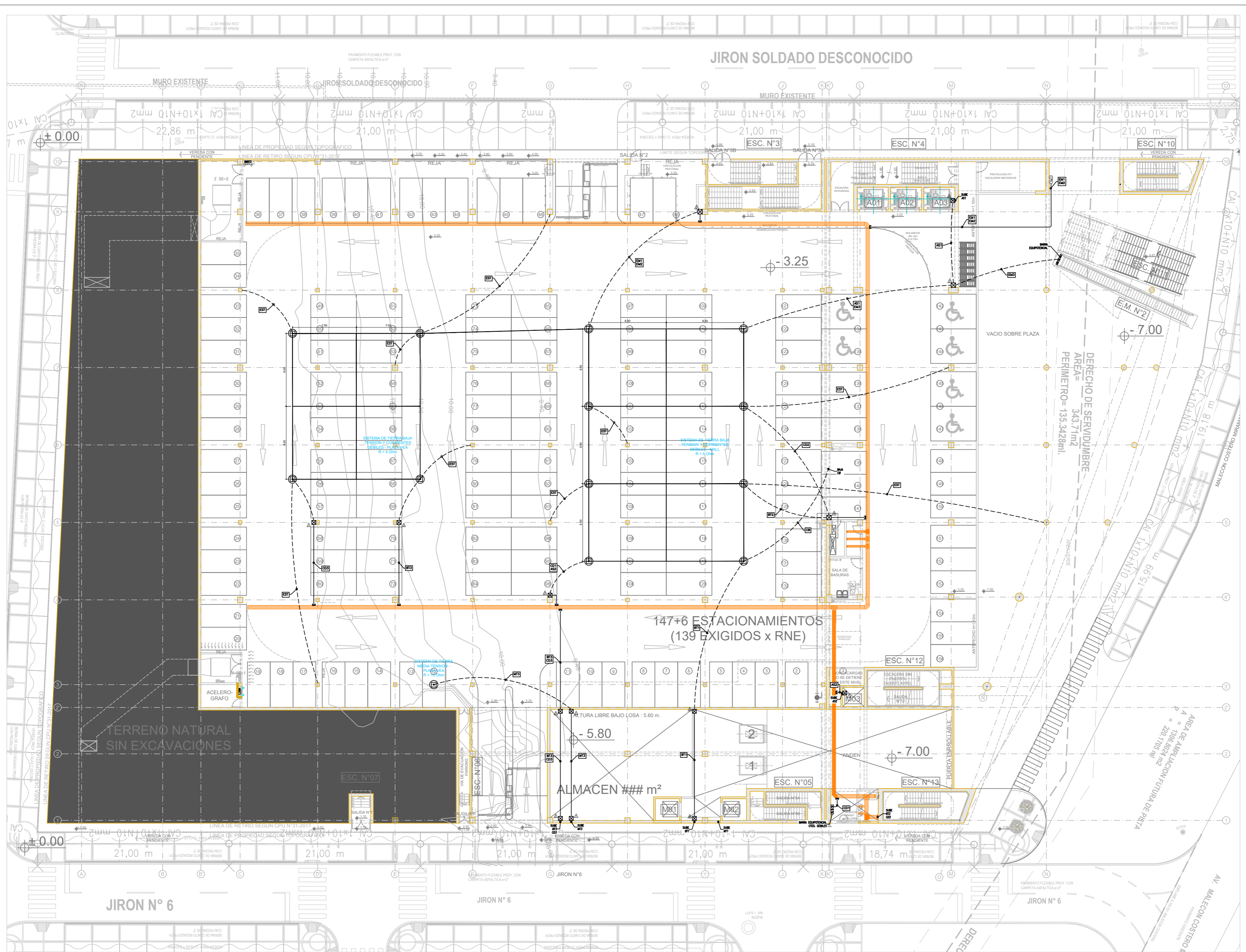
NOTA: TODOS LOS INTERRUPTORES GENERALES DE CADA SUB TABLERO DEBERA SER DE CAJA MOLDEADA ASI COMO LOS INTERRUPTORES DE LOS CIRCUITOS CUYO VALOR DE CORRIENTE SEA IGUAL O MAYOR LOS 40A.



NOTA: TODOS LOS INTERRUPTORES GENERALES DE CADA SUB TABLERO DEBERA SER DE CAJA MOLDEADA ASI COMO LOS INTERRUPTORES DE LOS CIRCUITOS CUYO VALOR DE CORRIENTE SEA IGUAL O MAYOR LOS 40A.



JIRON SOLDADO DESCONOCIDO

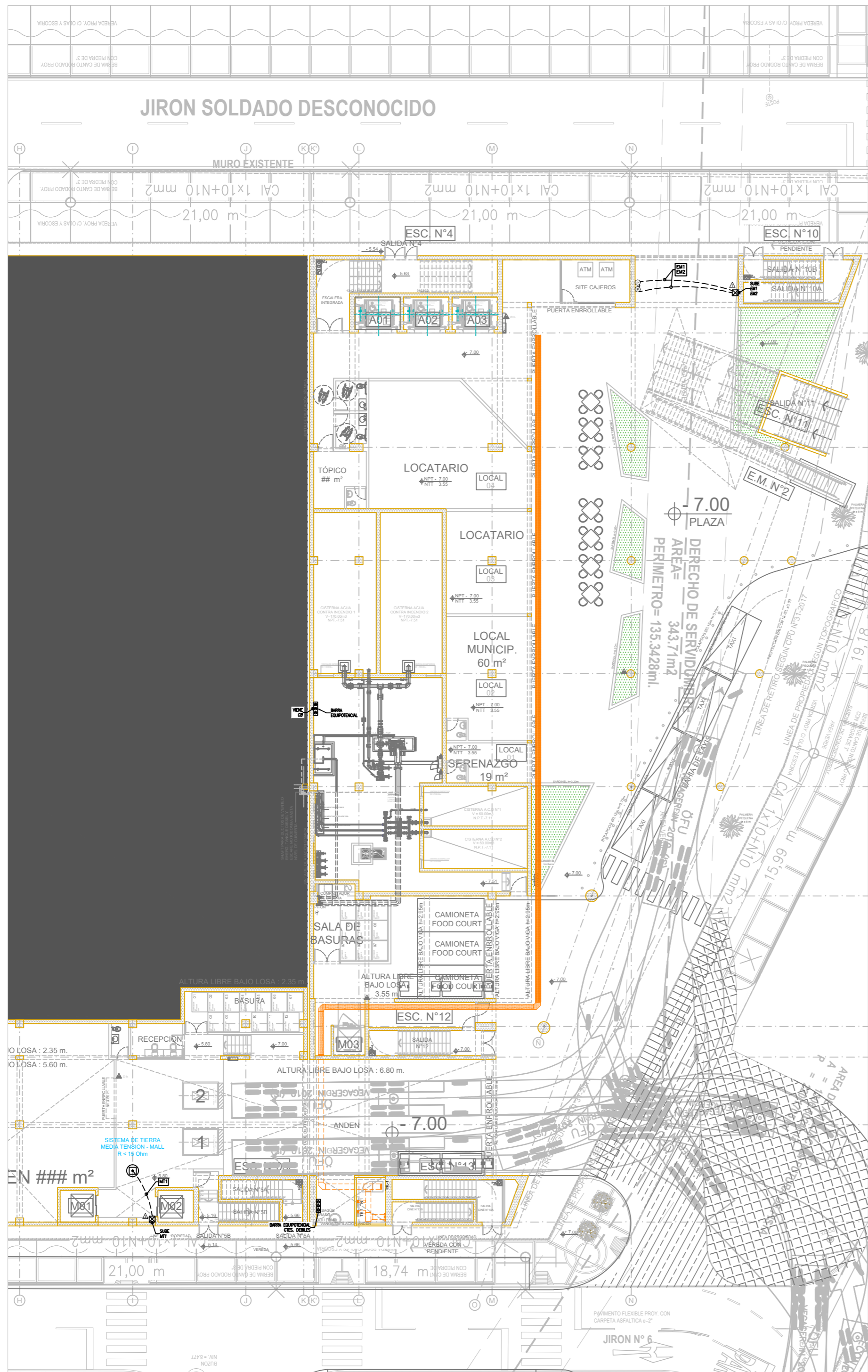


147+6 ESTACIONAMIENTOS
(139 EXIGIDOS x RNE)

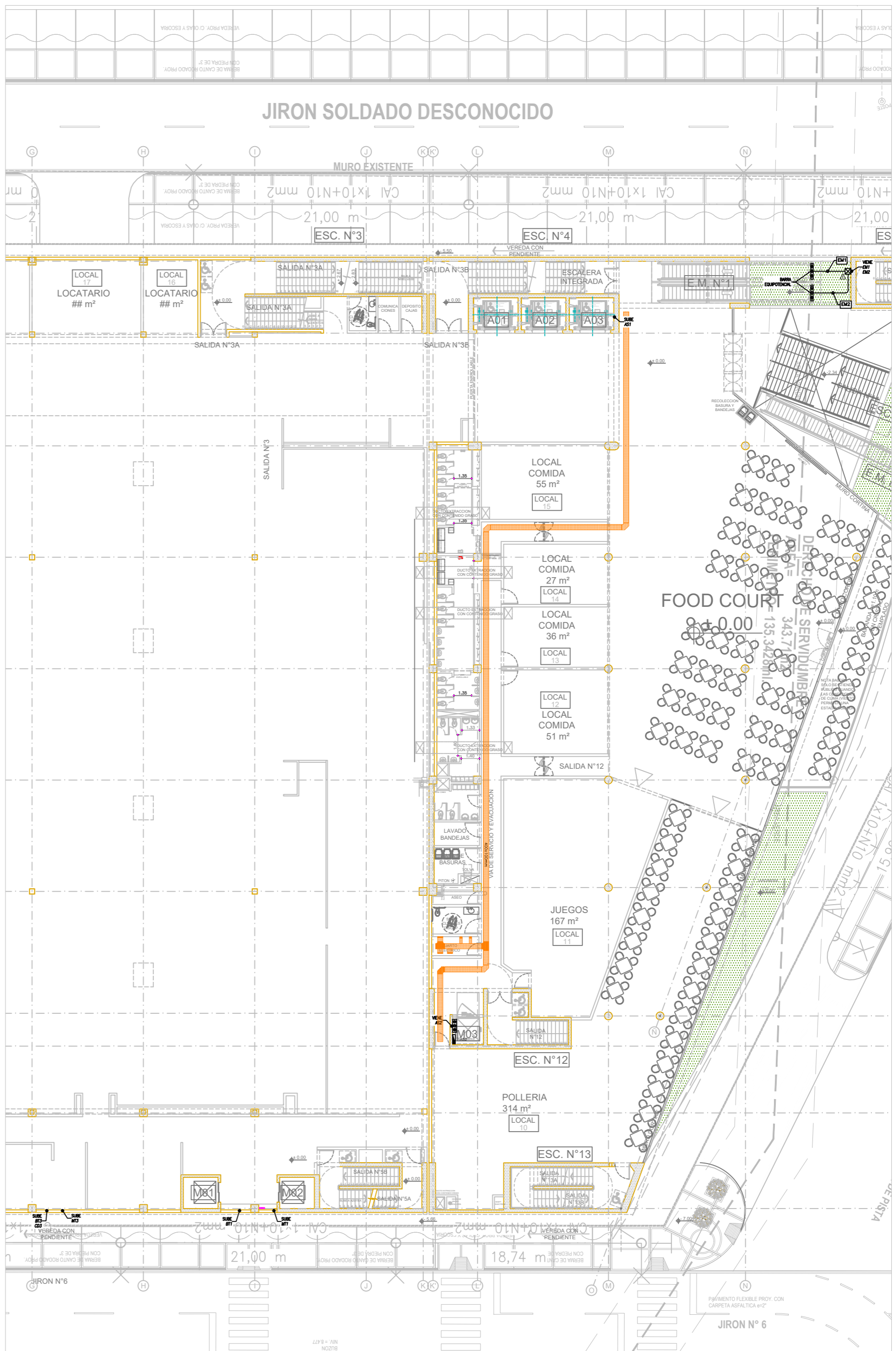
ALMACEN ### m²

DERECHO DE SERVIDUMBRE
AREA = 343,71 m²
PERIMETRO = 133,3428 ml

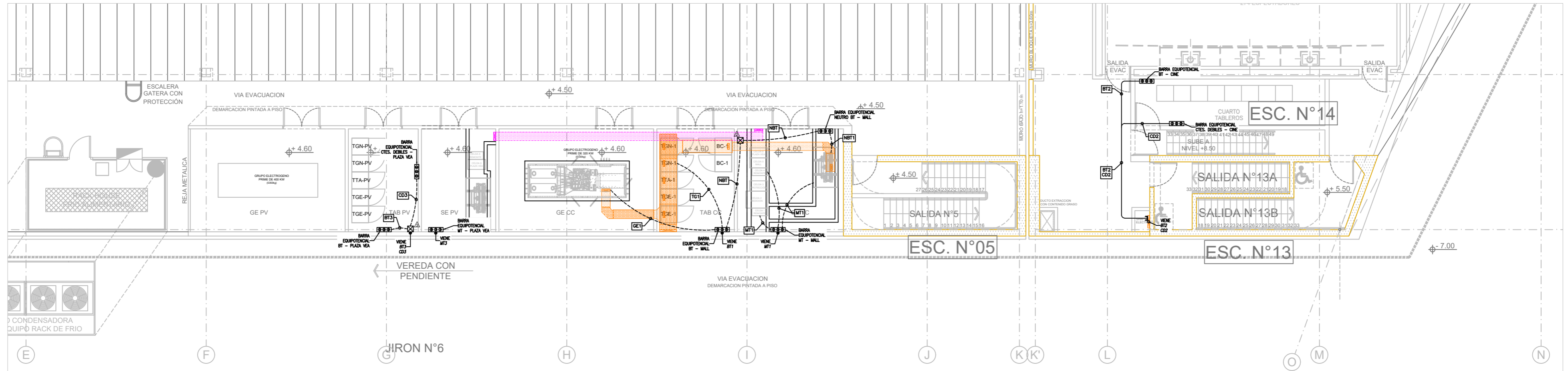
AREA DE AMPLIACION FUTURA DE PISTA
P = 1306,8024 m²
L = 220,1105 ml



SISTEMA DE PUESTA A TIERRA - NIVEL -7.00 ESC: S/E

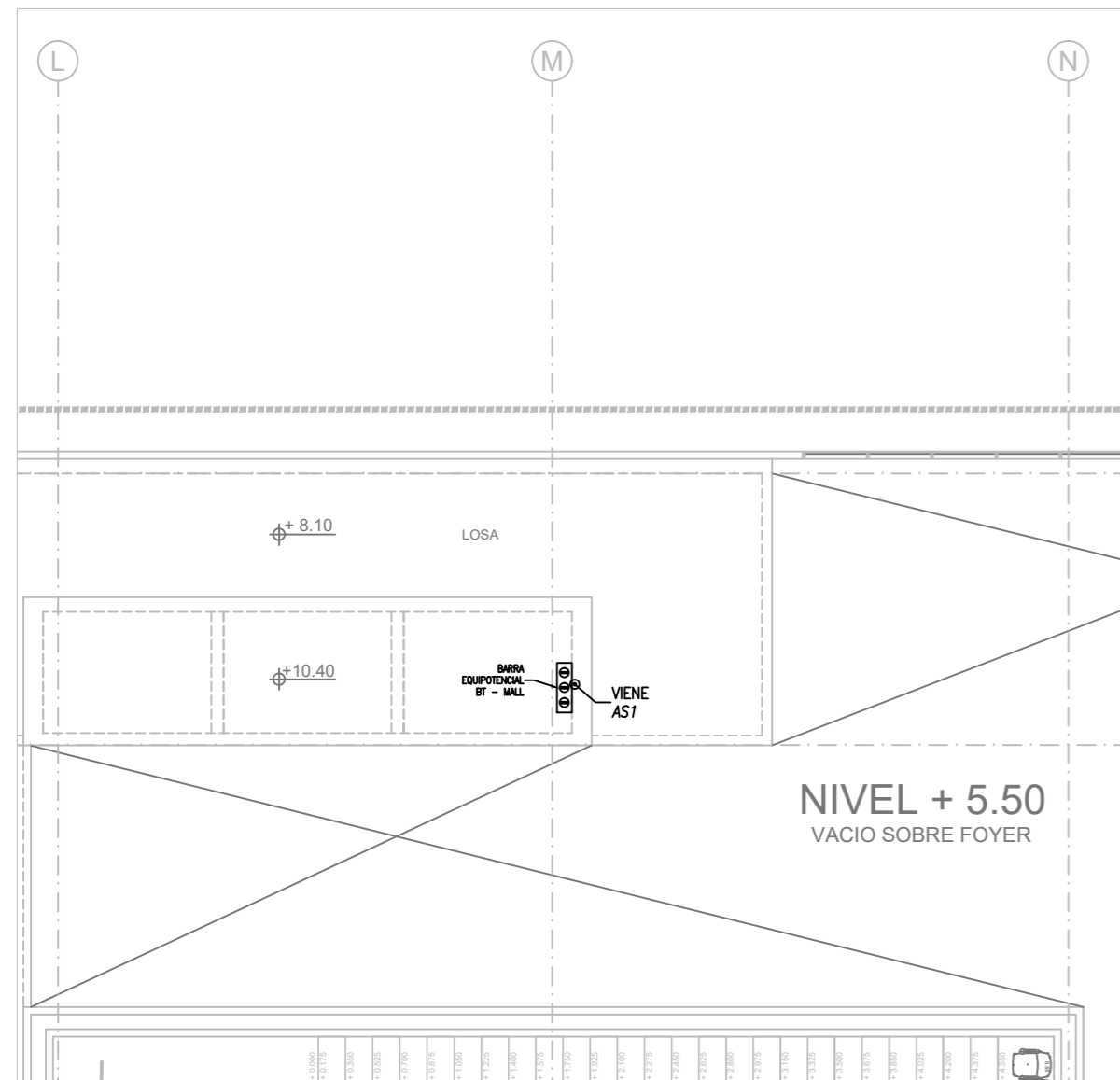


SISTEMA DE PUESTA A TIERRA - NIVEL +0.00 ESC: S/E



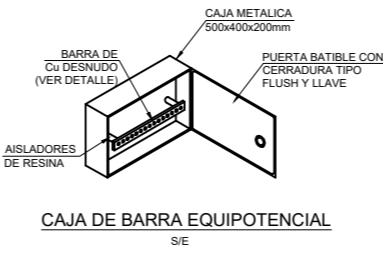
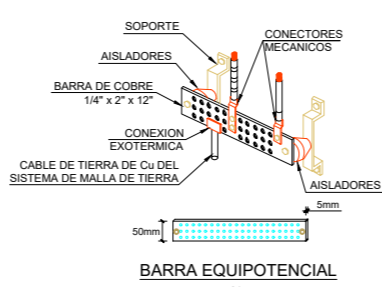
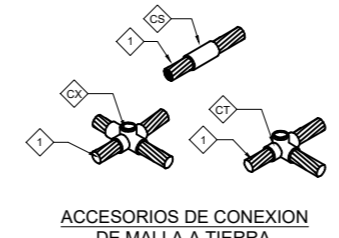
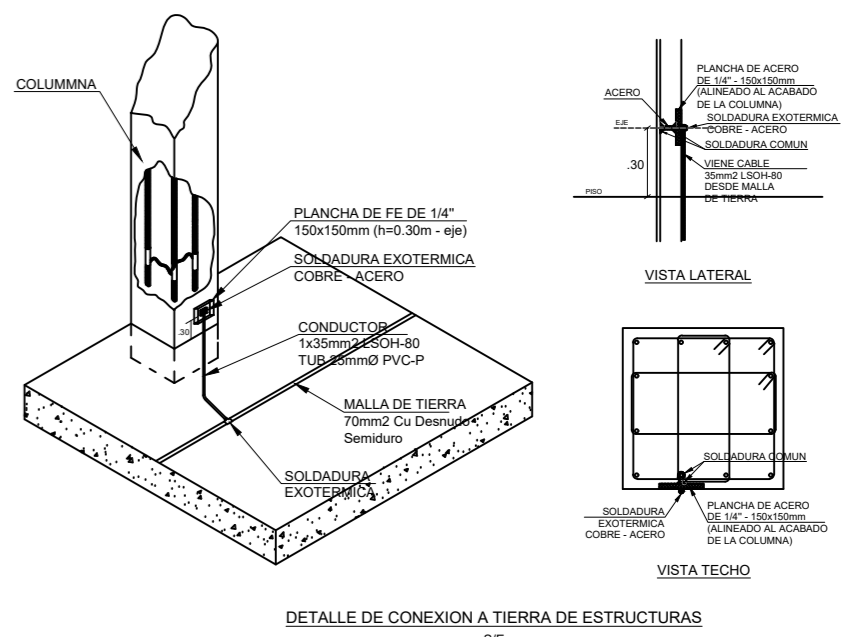
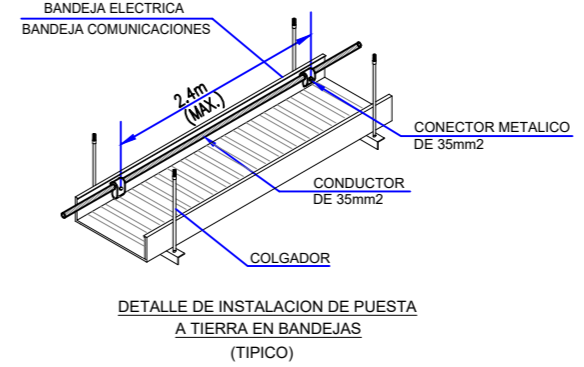
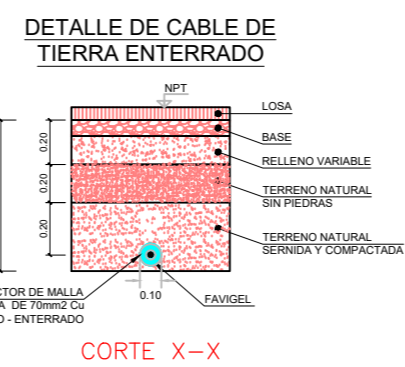
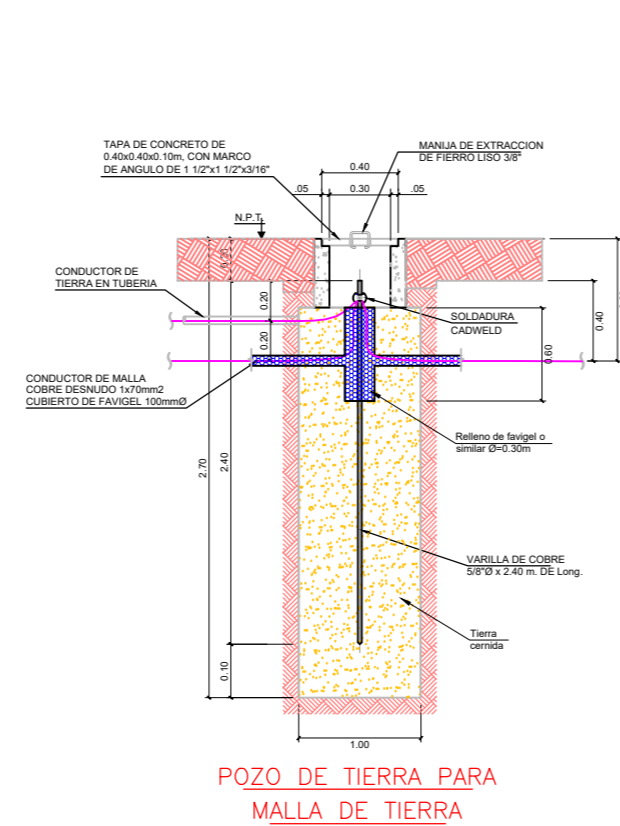
SISTEMA DE PUESTA A TIERRA - NIVEL +4.50

ESC: S/E



SISTEMA DE PUESTA A TIERRA - NIVEL +8.10

ESC: S/E



ITEM	LEYENDA
⊕	POZO DE TIERRA PUNTUAL
⊕	CONECTOR PARA SOLDADURA EXOTERMICA TIPO CADWELD CX
⊕	CONECTOR PARA SOLDADURA EXOTERMICA TIPO CADWELD CT
⊕	CAJA DE BARRA EQUIPOTENCIAL
⊕	BARRA EQUIPOTENCIAL SIN CAJA
⊕	CAJA DE PASE 150x150x100mm
⊕	CAJA DE PASE 200x200x100mm
⊕	CAJA DE PASE 300x300x150mm

CODIGO	DESCRIPCION	CABLE DE TIERRA
MT1	SIST. TIERRA MEDIA TENSION - MALL	1x50mm² NH-80 / TUB 25mmØ PVC-P
MT3	SIST. TIERRA MEDIA TENSION - PLAZA VEA	1x50mm² NH-80 / TUB 25mmØ PVC-P
BT1	SIST. TIERRA BAJA TENSION - MALL	1x95mm² NH-80 / TUB 25mmØ PVC-P
BT2	SIST. TIERRA BAJA TENSION - CINE	1x95mm² NH-80 / TUB 40mmØ PVC-P
BT3	SIST. TIERRA BAJA TENSION - PLAZA VEA	1x95mm² NH-80 / TUB 25mmØ PVC-P
NBT	SIST. TIERRA NEUTRO B.T.	1x95mm² NH-80 / TUB 25mmØ PVC-P
NBT1	SIST. TIERRA NEUTRO B.T. - TRAF0 1	1x70mm² NH-80 / TUB 25mmØ PVC-P
TG1	SIST. TIERRA TAB. GENERAL N°1	1x70mm² NH-80 / TUB 25mmØ PVC-P
GE1	SIST. TIERRA GRUPO ELECTROGENO	1x50mm² LSOH-80 / TUB 25mmØ PVC-P
AS1	SIST. TIERRA ASCENSOR 1	1x50mm² LSOH-80 / TUB 25mmØ PVC-P
AS2	SIST. TIERRA ASCENSOR 2	1x16mm² LSOH-80 / TUB 25mmØ PVC-P
EM1/2/3	SIST. TIERRA ESC. MECANICA 1, 2 Y 3	1x10mm² LSOH-80 / TUB 25mmØ PVC-P
CD1	SIST. TIERRA CTES. DEBILES - MALL	1x50mm² LSOH-80 / TUB 25mmØ PVC-P
CD2	SIST. TIERRA CTES. DEBILES - CINE	1x50mm² LSOH-80 / TUB 25mmØ PVC-P
CD3	SIST. TIERRA CTES. DEBILES - PLAZA VEA	1x50mm² LSOH-80 / TUB 25mmØ PVC-P
CB	SIST. TIERRA CUARTO BOMBAS	1x35mm² LSOH-80 / TUB 25mmØ PVC-P
EST	SIST. TIERRA ESTRUCTURAS	1x35mm² LSOH-80 / TUB 25mmØ PVC-P