

UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA, ELECTRÓNICA Y

AMBIENTAL

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y

ELÉCTRICA



**“CONCENTRADORES ELÉCTRICOS APLICADO A UN SISTEMA
REMOTO DE MEDICIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA EL
CONJUNTO RESIDENCIAL ARTECO SANTA CLARA ATE - LIMA”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

PRESENTADO POR EL BACHILLER

YUJRA YUJRA ELVIS ALEXANDER

Villa El Salvador

2016



"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA, ELECTRÓNICA Y AMBIENTAL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TEMA DE ACTUALIDAD PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

En Villa El Salvador siendo las 13:50 del día martes, 17 de noviembre de 2015, se reunieron en el Salón de Grados los Miembros del Jurado Evaluador del Tema de Actualidad integrado por:

Presidente : Ing. ROGER MANUEL JESÚS SILVA MARES CIP N°
Secretario : Ing. CARLOS VIDAL DÁVILA IGNACIO CIP N° 96353
Vocal : Ing. CÉSAR AUGUSTO SANTOS MEJÍA CIP N° 71065

Nombrados según RESOLUCIÓN DE FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA, ELECTRÓNICA Y AMBIENTAL N° 369-2015-CO-P-FIMEA, de fecha 10 de noviembre de 2015

Se inició la Sesión Pública de Sustentación y Evaluación correspondiente, para obtener el Título Profesional en Ingeniero Mecánico Electricista, bajo la modalidad de Actualización Profesional. (Resolución de Comisión Organizadora N° 023-2012-UNTECS de fecha 20 de setiembre 2012, donde se APROBÓ la ratificación del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Tecnológica del Cono Sur de Lima y el Reglamento del Examen de Suficiencia Profesional para la Obtención de Título Profesional, siendo que el Art. 6° del precitado Reglamento del Examen de Suficiencia Profesional para la Obtención de Título Profesional, establece que: "El Examen de Suficiencia Profesional comprende dos etapas: a) Examen de Conocimientos Profesionales y b) Sustentación de un Tema Especifico de Actualidad"), en la que

El bachiller: YUJRA YUJRA, Elvis Alexander

Sustentó su tema de Actualidad:

CONCENTRADOS ELÉCTRICOS APLICADO A UN SISTEMA REMOTO DE MEDICIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA EL CONJUNTO RESIDENCIAL ARTECO SANTA CLARA ATE - LIMA

Concluida la Sustentación del tema de Actualidad, se procedió a la calificación correspondiente según el siguiente detalle:

Condición... APROBADO con nota... CATORCE (14)
Equivalente... BUENO De acuerdo al Art. 45° del Reglamento de Examen de Suficiencia Profesional para la Obtención del Título Profesional.

Siendo las 14:50 del día martes, 17 de noviembre de 2015, se dio por concluido el acto de sustentación del tema de Actualidad, firmando el Jurado la presente Acta

Signature of Carlos Vidal Davila Ignacio
CARLOS VIDAL DAVILA IGNACIO
INGENIERO MECANICO
SECRETARIO

Signature of Roger Manuel Jesus Silva Mares

PRESIDENTE
ROGER MANUEL JESUS SILVA MARES
INGENIERO MECANICO

Signature of Cesar Augusto Santos Mejia
VOCAL
CESAR AUGUSTO SANTOS MEJIA
INGENIERO ELECTRICISTA
Reg. CIP N° 71065

Reg. del Colegio de Ingenieros N° 58169



"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA, ELECTRÓNICA Y AMBIENTAL

ACTA FINAL DEL EXAMEN DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

En Villa El Salvador siendo las 13:50 del martes, 17 de noviembre de 2015, se reunieron en el Salón de Grados los Miembros del Jurado Evaluador del Examen de Suficiencia Profesional integrado por:

Presidente	: Ing. ROGER MANUEL JESÚS SILVA MARES	CIP N° <u>58169</u>
Secretario	: Ing. CARLOS VIDAL DÁVILA IGNACIO	CIP N° <u>96353</u>
Vocal	: Ing. CÉSAR AUGUSTO SANTOS MEJÍA	CIP N° <u>71065</u>

Nombrados según RESOLUCIÓN DE FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA, ELECTRÓNICA Y AMBIENTAL N° 369-2015-CO-P-FIMEA, de fecha 10 de noviembre de 2015

Concluida la Sustentación del Tema de Actualidad se procede a registrar la nota obtenida en el Examen de Conocimientos Profesionales y la nota obtenida en la Sustentación del Tema Específico de Actualidad, para obtener el Promedio Final del Examen de Suficiencia.

BACHILLEREVALUADO (A): YUJRA YUJRA, Elvis Alexander

NOTA DEL EXAMEN DE CONOCIMIENTOS PROFESIONALES	NOTA DE SUSTENTACIÓN DEL TEMA ESPECIFICO DE ACTUALIDAD	PROMEDIO	CONDICION	EQUIVALENTE
14	14	14	APROBADO	BUENO

buena
CARLOS VIDAL DAVILA IGNACIO
 INGENIERO MECANICO
 Reg. CIP: N° 96353

SECRETARIO

PRESIDENTE
ROGER MANUEL JESUS SILVA MARES
 INGENIERO MECANICO
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 58169

VOCAL

CESAR AUGUSTO SANTOS MEJIA
 INGENIERO ELECTRICISTA
 Reg. CIP N° 71065

DEDICATORIA

Dedicado a toda mi familia en especial a mis padres, Alejandro y Dina, que gracias a su apoyo incondicional hicieron posible este logro. Este triunfo es el fruto de sus esfuerzos.

AGRADECIMIENTOS

Haber llevado a cabo esta meta, no hubiera sido posible sin la ayuda de todas aquellas personas que de alguna u otra manera me brindaron su apoyo en los momentos más críticos de mi carrera, a ellos mil gracias.

A mis padres, Dina y Alejandro, por su gran comprensión, confianza y apoyo incondicional.

A mis hermanos, Eva, Richard y Jessica, a mi sobrina Nicole y Ricardo, por estar siempre a mi lado.

A mi segunda madre y padre, Elena y Ángel, que en estos momentos no se encuentra físicamente en este mundo, pero que desde el cielo me guían y cuidan mucho.

¡Para Ustedes!

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I:	4
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
1.1. Descripción de la Realidad Problemática	4
1.2. Justificación del Problema	5
1.3. Delimitación del Proyecto	6
1.4. Formulación del Problema	7
1.5. Objetivos	8
CAPÍTULO II:	9
MARCO TEÓRICO	9
2.1. Antecedentes de la Investigación	9
2.2. Bases Teórica	12
2.3. Marco Conceptual	46
CAPÍTULO III:	52
IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE COCENTRADORES ELECTRICOS Y RED PARTICULAR EN BAJA TENSIÓN	52
3.1. Implementación del sistema de concentradores eléctricos aplicados a un sistema remoto de medición de energía eléctrica para el conjunto residencial ASC Ate-Lima.	52
3.2. Implementación del sistema de red particular en baja tensión para la alimentación de los bancos de concentradores	68
CONCLUSIONES	87
RECOMENDACIONES	89
BIBLIOGRAFIA	91
ANEXOS	93

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación del conjunto residencial Arteco Santa Clara.....	7
Figura 2: Primeros medidores de energía eléctrica desarrollados por General Electric en 1899 -1903	15
Figura 3: Primeros medidores eléctricos 1900.....	15
Figura 4: Medidor Electromecánico	17
Figura 5: Medidor Electrónico – LTR	19
Figura 6: Medidor Electrónico multifunción – LTM	20
Figura 7: Cajas porta medidores	21
Figura 8: Caja toma F1, F2, F3 y F4	23
Figura 9: Interior de Caja toma F1 y F4	23
Figura 10: Sistema tradicional y concentrador eléctrico	34
Figura 11: Equipamiento sistema tradicional y concentrador eléctrico	35
Figura 12: Espacio ocupado sistema tradicional y concentrador eléctrico	35
Figura 13: Gestión remota de los concentradores	36
Figura 14: Módulos de medida	36
Figura 15: Comunicación de los módulos de medida	37
Figura 16: Red de comunicación	37
Figura 17: Power Line Communications	38
Figura 18: Características Módulo de Medida Monofásico	39
Figura 19: Características Módulo Display Colectivo	40
Figura 20: Características Módulo Colector de Datos	40
Figura 21: Dimensiones de concentradores	41
Figura 22: Ejemplo de instalación de concentrador eléctrico	42

Figura 23: Sistema de Telegestión	43
Figura 24: Equipamiento del concentrador torre A	53
Figura 25: Equipamiento del concentrador torre B	53
Figura 26: Equipamiento del concentrador torre C	54
Figura 27: Equipamiento del concentrador torre D	54
Figura 28: Equipamiento del concentrador torre E	55
Figura 29: Forma de instalación tablero concentrador empotrado	56
Figura 30: Forma de instalación tablero concentrador adosado	56
Figura 31: Base y placas del tablero concentrador	57
Figura 32: Tablero de comunicación	58
Figura 33: Tablero concentrador a dos puertas	59
Figura 34: Sistema de telegestión conjunto residencial Arteco santa Clara	59
Figura 35: Frontis del predio Conjunto Residencial Arteco Santa Clara	60
Figura 36: Vista de planta Conjunto residencial Arteco Santa Clara.....	60
Figura 37: Estado inicial banco de concentradores Torre A	61
Figura 38: Estado inicial banco de concentradores Torre B	61
Figura 39: Estado inicial banco de concentradores Torre C	62
Figura 40: Estado inicial banco de concentradores Torre D	62
Figura 41: Estado inicial banco de concentradores Torre E	63
Figura 42: Estado inicial Totalizador	63
Figura 43: Estado final banco de concentradores Torre A	64
Figura 44: Estado final banco de concentradores Torre B	65
Figura 45: Estado final banco de concentradores Torre C	65
Figura 46: Estado final banco de concentradores Torre D	66
Figura 47: Estado final banco de concentradores Torre E	66

Figura 48: Equipamiento de los concentradores	67
Figura 49: Totalizador y colector de datos	67
Figura 50: Verificación y puesta en servicio de los concentradores.....	68
Figura 51: Subestación Aérea Biposte N° 10961A	69
Figura 52: Recorrido red de distribución en baja tensión de la S.E. hacia el totalizador.....	72
Figura 53: Tendido de cable en bandeja eléctrica.....	77

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1: Dimensiones de caja toma y medidores	24
Tabla 2: Dimensiones de concentradores	41
Tabla 3: Características cable NAYY 300mm ² y 185mm ²	75
Tabla 4: Características cable NAYY 120mm ²	75
Tabla 5: Cálculo de caída de tensión circuito N° 1	78
Tabla 6: Cálculo de caída de tensión circuito N° 2.....	78
Tabla 7: Cálculo de caída de tensión circuito N° 3.....	78
Tabla 8: Cálculo de caída de tensión circuito N° 4.....	78
Tabla 9: Cuadro de carga Torre A	79
Tabla 10: Cuadro de carga Torre B	80
Tabla 11: Cuadro de carga Torre C	80
Tabla 12: Cuadro de carga Torre D	81
Tabla 13: Cuadro de carga Torre E	81
Tabla 14: Cuadro de carga Locales Comerciales	82
Tabla 15: Cuadro de carga Servicios Comunes	82
Tabla 16: Cuadro de carga Estacionamiento	83
Tabla 17: Cuadro General Servicios Comunes y de Estacionamiento	83
Tabla 18: Cuadro de carga Bomba Contra Incendio	83
Tabla 19: Banco de concentradores Torre A	84
Tabla 20: Banco de concentradores Torre B	84
Tabla 21: Banco de concentradores Torre C	84
Tabla 22: Banco de concentradores Torre D	84
Tabla 23: Banco de concentradores Torre E	85

Tabla 24: Banco de medidores Locales Comerciales	85
Tabla 25: Suministro Totalizador	86

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto plantea la instalación de nuevas tecnologías de medición en la zona del conjunto residencial Artego Santa Clara, mediante sistemas de medición centralizada por concentradores eléctricos. Éstos equipos permiten realizar operaciones en forma remota, para la lectura, corte y reconexión de la energía eléctrica, así también administra y gestiona los diferentes parámetros eléctricos existentes en la red, tales como la tensión, corriente, la energía activa, energía reactiva, la energía aparente, la máxima demanda, el factor de potencia y tarifas las eléctricas aplicadas.

También se implementara un sistema de red particular en baja tensión del proyecto, para la alimentación a estos sistemas de medición concentrada. Estos sistemas constituyen una alternativa importante en aplicaciones en donde se requiere medir la energía de una forma más eficiente y precisa, así también el ahorro de espacio para la instalación de estos suministros es reducido, estos equipos son aplicables en conjuntos residenciales o edificios que aglomeran una gran cantidad de medidores en donde el espacio físico de instalación es limitado, esto en comparación de los medidores convencionales son un gran alternativa de remplazo.

Para llevar a cabo este proyecto de ingeniería de concentradores eléctricos aplicados a un sistema remoto de medición de energía eléctrica para el conjunto residencial Artego Santa Clara, se tuvo en cuenta las siguientes investigaciones de años anteriores tales como Henry Alexander Rojas López.

Sistema remoto de medición de energía eléctrica para una planta de cemento; José Vicente Gonzáles Vivas. Estudio de factibilidad para el uso de medidores de energía eléctrica Pre-pago; Henry Plasencia Saavedra. Calidad de precisión de la medida en medidores electromecánicos caso Electronoreste S.A.; Pablo Aliro Rámila García. Nuevos sistemas de medición en el mercado eléctrico Chileno.

El presente desarrolla un proyecto de los sistemas de medición centralizada por concentradores eléctricos aplicados a un sistema de medición remota de energía eléctrica en el conjunto residencial ASC. El uso de esta tecnología permite la lectura del consumo eléctrico y la realización de operaciones de forma remota y el monitoreo de parámetros eléctricos, gracias al desarrollo de un sistema de última generación de comunicaciones entre los contadores inteligentes, que sustituyen a los contadores tradicionales, en donde estos tienden a tener errores en la medición ya que esta se realiza en forma manual, pudiendo originar errores en la facturación de la energía, produciendo así pérdidas de energía eléctrica que afectan tanto a la concesionaria como al usuario, también existen problemas en los tiempos de corte, reconexión y lectura de la energía eléctrica es que se empleara esta tecnología, así también el conjunto residencial posee una gran cantidad de medidores y no disponen el espacio suficiente para su instalación, costos de instalación.

Así mismo, para un estudio sistematizado del problema de ingeniería, el trabajo se ha efectuado de la siguiente manera:

En el capítulo I: Planteamiento del problema se expone la descripción de la realidad problemática, la justificación, la delimitación del proyecto, la formulación de problema y objetivos.

En el capítulo II: Marco teórico se presentan los antecedentes, de las bases teóricas y el marco conceptual de términos técnicos. Teniendo en cuenta trabajos importantes de los autores en relación al tema tratado.

En el capítulo III: Descripción del sistema de medición centralizada por concentradores eléctricos aplicado a un sistema remoto de medición de energía eléctrica, así también la implementación del sistema de red particular en baja tensión del proyecto para la alimentación a estos sistemas de medición concentrada, los equipos que intervienen, su funcionamiento, la revisión y consolidación de los resultados comparativos de estos dos sistemas de medición.

CAPÍTULO I:

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la Realidad Problemática

El conjunto residencial Arteco Santa Clara contempla en su diseño un sistema de medición de energía convencional (Sistema de banco de medidores), la cantidad departamentos de las diferentes torres demanda una gran cantidad de suministros, en el proyecto se requiere un suministro por departamento, por ello la instalación de estos demandaría una gran cantidad de espacio, en donde el terreno físico de instalación no se adecua a la cantidad de suministros a solicitados o bien la estética de la edificación se vería afectada. Así también el proyecto no contemplaba un sistema de red particular en baja tensión para la alimentación a estos sistemas de medición concentrada. El uso de estos medidores convencionales provocaría errores en la medición a la hora de realizar la toma de lectura del suministro eléctrico, ya que esta se realiza de forma manual, pudiendo originar errores en la facturación de la energía eléctrica, produciendo así

pérdidas de energía eléctrica que afectan tanto a la concesionaria como al usuario.

Las constantes intervenciones en el suministro eléctrico para la toma de lectura, corte y reposición energía tienden a deteriorar el equipo de medición con el tiempo, esto conlleva a cortes imprevistos del suministro, demoras en el servicio, por ende incomodidad del cliente.

1.2. Justificación del problema

Dar a conocer detalles técnicos sobre esta tecnología, la implementación, funcionamiento y ventajas de este sistema respecto a los sistemas convencionales de medición de energía eléctrica y la aplicación que se le puede dar mayormente a los conjuntos residenciales que hoy en día se masificado la construcción de dichos proyectos denominado también “boom inmobiliario”. Así también implementar un sistema de red particular en baja tensión del proyecto para la alimentación a estos sistemas de medición concentrada. Porque un sus inicios este proyecto no contaba con un sistema de red particular en baja tensión y a solicitud del cliente se logró realizar un diseño para su aplicación.

En nuestro país actualmente contamos con medidores de energía en los cuales la recolección de los datos medidos se realiza de manera convencional, es decir, la información que el medidor refleja es tomada por un empleado de la empresa suministradora del servicio eléctrico y, esta

data luego es transferida a través de una segunda persona a una computadora, para posteriormente ser analizada y con ella se obtiene la información necesaria para realizar la facturación de la energía consumida por el usuario. En vista de que la información atraviesa diferentes fases antes de obtenerse el monto total de facturación para el usuario, y como consecuencia de esto, se generan gastos adicionales por concepto de tiempo y dinero invertidos en la recolección de datos, por lo tanto se plantea la implementación de concentradores eléctricos aplicados a un sistema remoto de medición de energía eléctrica, esta tecnología permitirá un sistema de medición más eficiente, preciso y eliminara la posibilidad de error de lectura debido a que esta se realizara de forma remota, la lectura, corte y reposición energía eléctrica se realiza en tiempo real y sin demoras, así también este sistema de medición centralizada logra un ahorro de espacio de hasta el 70% que permite ser instalado en pequeños lugares en donde el espacio es un punto importante.

1.3. Delimitación del Proyecto

El presente proyecto de ingeniería está orientado principalmente al diseño de la red particular en baja tensión para la alimentación de los sistemas de concentradores eléctricos aplicados a un sistema remoto de medición de energía eléctrica para el conjunto residencial Arteco Santa Clara, ubicado en la calle Mariano Melgar N°468 Urbanización Santa Clara, distrito de Ate, provincia y departamentos de Lima. Ver figura 1:

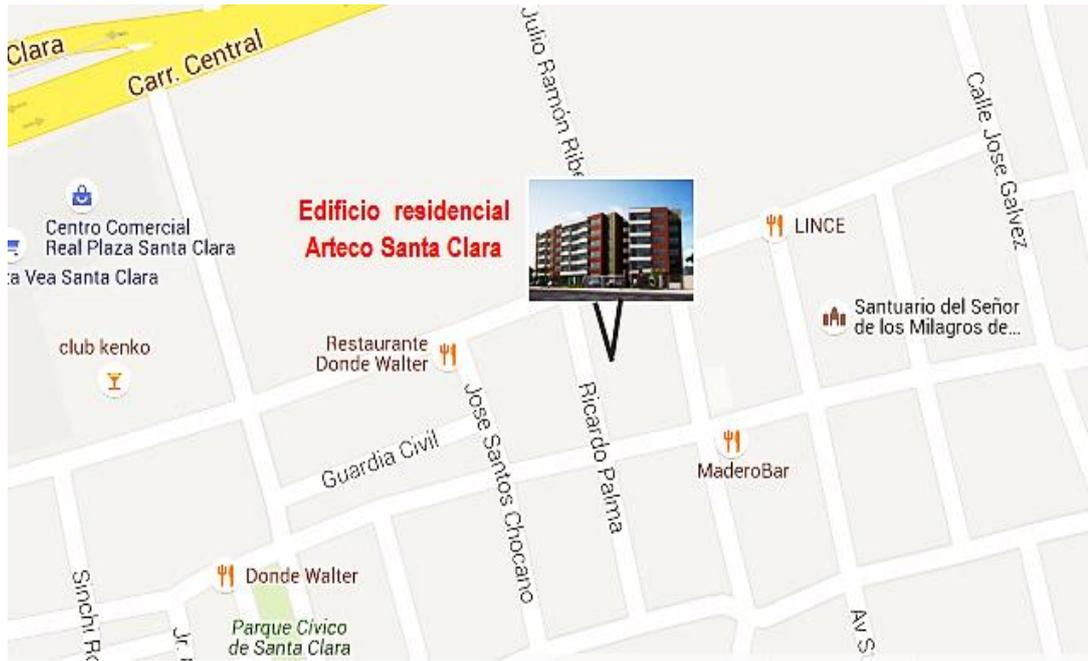


Figura 1: Ubicación del conjunto residencial Arteco Santa Clara

1.4. Formulación del problema

1.5.1. Problema General

¿Cómo influye la Implementación de concentradores eléctricos en la aplicación de un sistema remoto de medición de energía eléctrica para el conjunto residencial ASC?

1.5.1. Problemas Específicos

¿Cómo influye la implementación de una red particular en baja tensión para la alimentación a los sistemas de concentradores eléctricos en la aplicación de un sistema remoto de medición de energía eléctrica para el conjunto residencial ASC?

¿Cuáles serán los beneficios al utilizar este sistema alternativo de medición de energía eléctrica en relación a los sistemas convencionales?

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

Implementación de concentradores eléctricos aplicado a un sistema remoto de medición de energía eléctrica para el conjunto residencial ASC.

1.5.2. Objetivos específicos

Implementación de una red particular en baja tensión para la alimentación a los sistemas de concentradores del conjunto residencial ASC.

Establecer los beneficios que conlleva utilizar este sistema alternativo de medición de energía eléctrica en relación a los sistemas convencionales.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la Investigación

Henry Alexander Rojas López (2006). Sistema remoto de medición de energía eléctrica para una planta de cemento. Tesis de grado, Universidad Simón Bolívar, Venezuela. Este proyecto trata de una la planta cementera, Corporación de Cemento Andino C.A. (CCA) y la implementación de un sistema remoto de medición de energía eléctrica en remplazo del sistema convencional existente, esto se da en el provincia de Sartenejas, Caracas Venezuela. Dentro de sus conclusiones manifiesta: El sistema de medición proporciona la información necesaria para evaluar la calidad del servicio del sistema eléctrico por medio del cálculo de distorsión armónica, el cual permite ver la calidad de tensiones y corrientes de la red, ayuda a localizar rápidamente problemas y disponer así de pruebas, observando si la causa es interna o externa. (p.91).

José Vicente Gonzáles Vivas (2009). Estudio de factibilidad para el uso de medidores de energía eléctrica Pre-pago. Tesis de grado, Universidad Simón Bolívar, Venezuela. Este proyecto trata sobre el estudio de factibilidad para el uso de estos tipos de medidores e informar sobre este tipo de tecnología por que no se tiene información relevante al respecto, esto se da en la provincia de Sartenejas, Caracas Venezuela. Dentro de sus conclusiones manifiesta: El objeto de este estudio fue determinar la factibilidad técnica y económica de la implementación del sistema de medidores prepago en Venezuela. En cuanto a la factibilidad técnica podemos decir que existe una amplia gama para la escogencia de los equipos, de las tecnologías y características físicas particulares de los mismos. (p.78).

Henry Plasencia Saavedra (2003). Calidad de precisión de la medida en medidores electromecánicos caso Electronoreste S.A., Tesis de grado, Universidad de Piura, Perú. Este proyecto trata sobre el indicador de calidad de la precisión de la medida de la energía facturada a los clientes domiciliarios relacionado a las pérdidas de energía y dinero. Dentro de sus conclusiones manifiesta: La mala calidad en la precisión de la medida que se encontró en ELECTRONOROESTE S.A, ha sido consecuencia de no haberse respetado las normas y reglamentaciones metrológicas existentes así como la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos, falta de conocimiento del medidor y/o sistema de medición por parte del personal encargado y a una mala programación de las actividades de saneamiento de las subestaciones de distribución. (p.57).

Pablo Aliro Rámila García (2009). Nuevos sistemas de medición en el mercado eléctrico Chileno, Tesis de grado, Pontificia Universidad católica de Chile, Chile. Este proyecto trata sobre una investigación que plantea la instalación de estas nuevas tecnologías de medición en la zona de concesión de la empresa distribuidora Chilectra S.A., dentro de sus conclusiones manifiesta: En este trabajo se ha presentado una nueva alternativa tecnológica para reemplazar la tradicional forma de medición de consumos eléctricos, principalmente residenciales. Así también concluye que la experiencia internacional ha sido enfática en señalar que los beneficios asociados a la implementación de esta nueva tecnología superan ampliamente los costos requeridos para su instalación y funcionamiento, toda vez que dichos costos han bajado paulatinamente en el tiempo y del mismo modo, se han identificado nuevos potenciales para el cuantioso flujo de nueva y mejor información acerca de la demanda. (p.135).

2.2. BASES TEÓRICAS

SISTEMA DE MEDICIÓN CONCENTRADA

2.2.1. Medición de energía

La medición de energía eléctrica es un procedimiento mediante el cual se calcula la energía utilizada por un circuito eléctrico o sistema eléctrico usando para ello un medidor de electricidad.

Un medidor de electricidad o medidor de energía es un dispositivo que mide la cantidad de energía eléctrica suministrada a una residencia o compañía. El tipo más común es propiamente conocido como medidor de kilovatio-hora (KWh) o medidor de Joule (J). La capacidad de registrar los valores medidos es muy útil al momento de generar una factura de electricidad. La unidad más común de medición de la electricidad es el kilovatio-hora, lo que es igual a la cantidad de energía utilizada por una carga de un kilovatio durante un período de una hora, o 3.600.000 Joule.

La tecnología utilizada en el proceso de medición de energía debe permitir determinar el monto que el suscriptor debe cancelar por concepto de consumo de acuerdo a las políticas de precio de la empresa distribuidora del servicio, considerando que la energía eléctrica tiene costos de producción diferentes dependiendo de la

región, época del año, horario del consumo y, hábitos y necesidades del suscriptor.

Los medidores de electricidad en casos especiales además de registrar el consumo de energía, pueden registrar otros parámetros como la demanda máxima, mínima, pico e intermedia, factor de carga, factor de potencia asociado al sistema o circuito que registra, y los aportes de armónicos que el sistema medido inyecta al sistema eléctrico de potencia. Todos los parámetros que el medidor de energía registra, son posteriormente utilizados para obtener el monto que el suscriptor de la energía debe cancelar a la empresa que suministra el servicio eléctrico por concepto de consumo.

2.2.2. Descripción del sistema de medición tradicional

El sistema tradicional de medición de energía eléctrica se basa en la toma de la lectura de forma manual y presencial de los datos arrojados por los medidores. La recolección de los datos se realiza con la visita periódica de empleados de la empresa suministradora de servicio eléctrico al lugar donde se encuentra el medidor. Una vez tomado los datos en los medidores, estos son llevados a la empresa suministradora del servicio eléctrico en donde son procesados. Luego de ser procesados y con los parámetros previamente establecidos se obtiene el costo de la energía consumida por el usuario para así, obtener la factura de energía eléctrica.

Las concesionarias encargadas de emitir esta facturación de energía eléctrica son la empresa Luz del Sur y Edelnor, abarcando la parte Lima sur y Lima norte respectivamente.

2.2.3. Medidores de energía eléctrica historia, tipos y características

Casi desde el mismo momento que se desarrollaron los generadores eléctricos en corriente alterna, se crearon los transformadores. Estos son usados para disminuir significativamente las pérdidas asociadas a la transmisión de la energía. Y poco tiempo después, se diseñaron los primeros medidores de energía eléctrica, ya que con estos se podría realizar la medición y posteriormente la facturación de la energía que consume un circuito eléctrico o un sistema eléctrico que se conecta a un sistema de potencia.

En 1888 se inventó el medidor más común que actualmente es usado en el mundo entero y, funciona a partir de inducción electromagnética, este es conocido como medidor electromecánico.

Ver figura 2 y figura 3:



Figura 2: Primeros medidores de energía eléctrica desarrollados por General Electric en 1899 -1903.

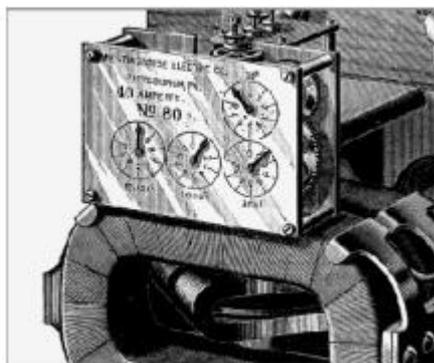


Figura 3: Primeros medidores eléctricos 1900.

2.2.4. Tipos de medidores

Los medidores de energía eléctrica se diferencian entre sí de acuerdo a la manera en que toman la medida. Existen tres grandes renglones:

- Medidor electromecánico.
- Medidor electrónico.

Los medidores electromecánicos son conocidos como medidores de inducción y basan su funcionamiento en un mecanismo de disco que gira a raíz de una fuerza electromotriz. Estos medidores fueron desarrollados a partir de los primeros avances en la tecnología electrónica, esto con la intención de replicar y mejorar el medidor de inducción, usando dos tipos de tecnologías, la mecánica y la electrónica.

Los medidores electrónicos son los desarrollados completamente en electrónica y circuitos lógicos. En esta rama se consiguen muchos tipos de medidores.

2.2.5. Análisis y descripción de los medidores de energía eléctrica según su tipo

Medidores electromecánicos

Su funcionamiento se basa en dos bobinas, una de voltaje y otra de corriente. Estas al medir en conjunto ambos parámetros obtienen la potencia consumida en el tiempo por un circuito eléctrico. Su funcionamiento es simple, su instalación no requiere de dispositivos especiales y su medición es precisa.

Este tipo de medidores de adecuan tanto para sistemas monofásicos, como para sistemas trifásicos. Se muestra a continuación un medidor electromecánico, clase de presión 2%, con

corrientes de 10-40 Amp. para sistemas monofásicos y corrientes de 15-90 Amp. para sistemas trifásicos. Ver figura 4:



Figura 4: Medidor Electromecánico

Estos medidores se especifican según su tipo de clase, que puede ser 0.5, 1 y 2. La clase especifica en un medidor el consumo que este elemento tiene y el error asociado que estos pueden cometer al realizar la medida. Así, al decir que un medidor es de clase 1, se está diciendo que el medidor consume un vatio por hora, y que el medidor posee un error asociado a su lectura de 1%. Esto último también aplica a medidores híbridos y electrónicos, sin embargo, para estos últimos los errores ya son inferiores al 0.2, es decir, su error en la lectura es inferior al 0,2% y consumen menos de 0,2 vatios por hora. Comúnmente los medidores de clase 2, 1, 0.5 y 0,2 son medidores que no censan corrientes superiores a los 150

amperios, y solo en casos especiales llegan a medir corrientes de 200 amperios.

Medidores electrónicos

Un medidor electrónico es un dispositivo que solo consta de tecnología electrónica. Este dispositivo es completamente un microprocesador sin disco de inducción.

Los medidores electrónicos están completamente desarrollados con circuitos electrónicos integrados, poseen sistemas de digitalización de todos los valores necesarios para realizar la medición de la energía. Estos medidores tienen la particularidad de que pueden mostrar muchos más parámetros adicionales como por ejemplo factor de carga, factor de potencia, potencia reactiva y activa consumida. Los medidores electrónicos son desarrollados para minimizar los errores en la lectura. Por lo general la mayoría de los medidores electrónicos están por debajo de la clase 0.2, es decir, con un error asociado a la lectura inferior al 0.2%. También tienen amplia capacidad de carga, pueden medir corrientes desde 0,1 amperios hasta 100 Amp. en voltajes variables desde 100 hasta 240 voltios. Pueden medir potencia en dirección positiva o negativa, es decir, la que consume el suscriptor, y la que el suscriptor entrega a la red de suministro energético. Esto es muy útil en países donde los suscriptores tienen fuentes alternativas de energía, como por

ejemplo fuentes eólicas o solares. Además tienen funciones integradas que evitan el hurto de energía, como lo son los validadores programados, o dependiendo del caso tienen puertos de comunicación que impiden que un suscriptor intente realizar un fraude o robo de energía, y si se llegara a dar el caso, poseen indicadores de actividad que sirven para registrar y guardar toda la información medida y obtenida por el medidores para posteriormente ser recolectada. Se muestra a continuación un medidor electrónico, clase de precisión 1%, con corrientes de 10-40 Amp. para sistemas monofásicos LR y corrientes de 15-120 Amp. para sistemas trifásicos LTR. Ver figura 5:

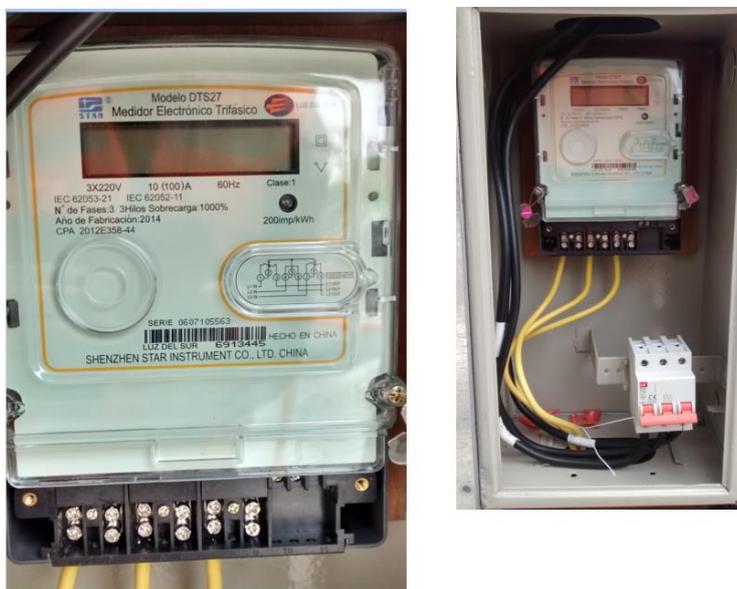


Figura 5: Medidor Electrónico – LTR

Así también tenemos el medidor electrónico multifunción de estado sólido LTM, polifásico de una precisión excepcional, este

medidor ya sea independiente o regulado por un transformador, está diseñado para usar en instalaciones comerciales e industriales. Es usado para la medición de energía junto a las cajas toma o cajas fuerza. Ver figura 6:



Figura 6: Medidor Electrónico multifunción – LTM

Características y funcionalidad

Los medidores electrónicos tienen características diversas y múltiples funcionalidades para las cuales puede ser utilizado, por ejemplo: Eficiencia en la comunicación y programación: La mayoría de los medidores electrónicos poseen puertos de comunicación simples de usar o programar, además de protocolos de comunicación que brindan seguridad e integridad en la información. Además, al poseer circuitos lógicos integrados el software puede ser modificable, lo que le brinda una ventaja ante posibles fallas.

2.2.6. Tipos de cajas porta medidores

Actualmente las concesionarias utilizan estos tipos de cajas porta medidores. Ver Figura 7:

- Los sistemas monofásicos cajas de tipo LR hasta 10kW
- Los sistemas trifásicos cajas de tipo LTR hasta 20kW
- Cajas para Medidor Electrónico multifunción LTM



Figura 7: Cajas porta medidores

Subdivisión de un medidor

Un medidor de electricidad, así sea completamente electromecánico, híbrido o completamente electrónico, siempre puede dividirse en cuatro componentes elementales:

- Sensor
- Multiplicador
- Conversor numérico
- Registrador

Sensor:

Provee una interfaz entre el voltaje y corriente de entrada y el circuito de medición.

Multiplicador:

Realiza la función primordial del medidor ejecutando el producto de la corriente y voltaje medido para obtener la potencia consumida.

Conversor numérico:

Realiza el proceso de conversión a la salida del multiplicador en una forma que pueda ser procesada por el registrador.

Registrador:

Este dispositivo guarda y muestra las cantidades medidas.

2.2.7. Caja toma

La caja toma o caja de fuerza son un paso obligado para conexiones que superan los 20kW de potencia, estos varían en su forma y diseño según las capacidades de potencia que pueden soportar. En su interior son equipadas con fusibles tipo lámina y la medición de energía que para por esta, se realiza mediante un medidor electrónico multifunción LTM. Ver figura 8 y 9:

- Caja tomas F1, capacidad hasta 75kW
- Caja tomas F2, capacidad hasta 150kW
- Caja tomas F3, capacidad hasta 225kW
- Caja tomas F4, capacidad hasta 300Kw

Dimensiones de caja toma y medidores. Ver tabla 1:

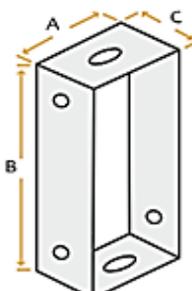


Figura 8: Caja toma F1, F2, F3 y F4



Figura 9: Interior de Caja toma F1 y F4

Tabla 1: Dimensiones de caja toma y medidores



Dimensiones de cajas (en milímetros) para conexiones en Baja Tensión:

	A (Ancho)	B (Altura)	C (Profundidad)	Límite de Potencia (KW)	Diámetro tubo acometida (pulgadas)	Cantidad de tubos necesarios
Monofásico (LR)	183	380	175	10	1	1
Trifásico (LTR)	245	450	200	20	1	1
Caja de Medición (LTM)	245	525	200	-	-	-
Caja Toma (LTT)	245	525	200	20	2	1
Caja Toma F1	320	670	200	75	3	1
Caja Toma F2	599	650	205	150	3	2
Caja Toma F3	880	650	205	225	4	3
Caja Toma F4	930	730	250	300	6	3

Fuente: Dimensiones de cajas tomas y medidores Luz del Sur

2.2.8. Legislación que regula los sistemas de medición de energía Centralizada en el Perú según RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 137-2009-MEM/DM

La mayoría de países del mundo poseen su propia reglamentación legal en el área de servicio eléctrico. Dentro de ellas se establecen todas las pautas a seguir por las empresas suministradoras de energía y los fabricantes en cuanto a diseño técnico, seguridad, características de los equipos, tecnologías eléctricas, electrónicas y similares que las mismas pueden usar. Referente a los equipos y tecnología que es la base de este estudio. Según resolución ministerial N° 137-2009-MEM/DM, el Ministerio de energías y minas establece en sus artículos lo siguiente:

Artículo 1º.- Sistema de Medición Centralizada

Establecer el Sistema de Medición Centralizada como un mecanismo de medición alternativo en las conexiones de baja tensión, que agrupa los equipos de medición de uno o más usuarios en una misma caja concentradora, a partir de la cual se derivan las acometidas para cada predio.

Artículo 2º.- Condiciones para la instalación

El Sistema de Medición Centralizada podrá ser instalado por el Distribuidor, siempre que se reúnan las siguientes condiciones:

2.1 El Sistema de Medición Centralizada debe contar con un medio de visualización que permita al usuario conocer su consumo de energía, el mismo que puede estar ubicado en la fachada, en el interior o en el límite del predio. El punto de medición puede estar ubicado en el punto de entrega.

2.2 El Sistema de Medición Centralizada deberá activar mecanismos que interrumpan el suministro de energía eléctrica cuando el cable de acometida que corresponda, sea intervenido indebidamente.

2.3 El Sistema de Medición Centralizada deberá activar mecanismos que interrumpan el suministro de energía eléctrica a los predios cuyos equipos de medición estén agrupados en la caja concentradora, cuando ésta sea intervenida indebidamente. Previamente a la instalación del Sistema de Medición Centralizada, el Distribuidor informará de estas condiciones a los usuarios cuyos equipos de medición estarán agrupados en la caja concentradora.

Artículo 3º.- Caja concentradora

La caja concentradora referida en el artículo 1º de la presente Resolución, podrá ser instalada en estructura de las redes de distribución, siempre que se cumplan las distancias de seguridad y demás requerimientos establecidos en el Código Nacional de Electricidad – Suministro.

Artículo 4º.- Modalidades de medición del consumo de energía

En los Sistemas de Medición Centralizada el Distribuidor podrá emplear diversas modalidades de medición que permitan efectuar la lectura remota del consumo de energía eléctrica.

Artículo 5º.- Sustitución de sistemas de medición convencionales

El Distribuidor puede sustituir el sistema de medición convencional en operación por el Sistema de Medición Centralizada. En este caso, asumirá todos los costos derivados de tal sustitución y reemplazará todas las conexiones comprendidas en la zona donde se efectúe la sustitución.

Artículo 6º.- Costo de Conexión con el Sistema de Medición Centralizada, mantenimiento y reposición

Los costos de las conexiones para el Sistema de Medición Centralizada y el monto para cubrir su mantenimiento y reposición, serán los costos regulados de las conexiones aéreas de baja tensión

correspondientes, salvo que OSINERGMIN fije menores costos específicos para este sistema.

Artículo 7º.- Atención de nuevas solicitudes de suministro

Las solicitudes de nuevo suministro de energía eléctrica formuladas por usuarios localizados en zonas donde el Distribuidor haya implantado el Sistema de Medición Centralizada, serán atendidas con este tipo de sistema de medición. Para tal efecto, el solicitante abonará el costo de conexión correspondiente.

Artículo 8º.- Costos por reposición del servicio

El Distribuidor asumirá todos los costos para la reposición del servicio por la interrupción producida por los supuestos a que se refieren los numerales 2.2 y 2.3 del artículo 2º de la presente Resolución.

Artículo 9º.- Condiciones técnicas

Los materiales y equipos que el Distribuidor utilice en el Sistema de Medición Centralizada, serán adecuados para usos externos y resistentes a las condiciones ambientales del entorno donde sean instalados.

Artículo 10º.- Modificaciones de las conexiones del Sistema de Medición Centralizada

Las conexiones con Sistema de Medición Centralizada podrán ser modificadas por incremento de carga, por necesidad de independizar algunas de estas conexiones, o por otro motivo determinado por el Distribuidor. El Distribuidor asumirá el costo de la modificación, salvo los casos de incremento de carga requerido por algún usuario.

De acuerdo a la legislación anteriormente mencionada sobre la resolución ministerial N° 137-2009-MEM/DM se puede concluir lo siguiente:

Se establece el Sistema de Medición Centralizada como un mecanismo de medición alternativo en las conexiones de baja tensión, que agrupa los equipos de medición de uno o más usuarios en una misma caja concentradora, a partir de la cual se derivan las acometidas para cada predio. Que, en consecuencia, con el fin de optimizar la gestión de la toma de lectura del sistema del sistema de medición y del proceso de facturación del consumo de energía eléctrica, los distribuidores pueden optar por la instalación de medidores individuales o generales que permitan la lectura remota. Que, para una mejor prestación del Servicio Público de Electricidad, es necesario que el distribuidor esté facultado para emplear mecanismos alternativos para la medición de la distribuidor esté facultado para emplear mecanismos alternativos para la medición de la energía eléctrica en conexiones de baja tensión, mediante la instalación de sistemas de medición centralizada en el punto de

entrega, de tal manera que, por una parte, el usuario mantenga el acceso a la información del consumo de energía y, por la otra, el distribuidor pueda efectuar la medición en condiciones de seguridad.

2.2.9. Marco referencial

Como se explicó anteriormente, existen varios tipos de medidores, ya sean electromecánicos o electrónicos. Este proyecto se enfatizará en los sistemas de medición centralizada por concentradores eléctricos aplicados a un sistema remoto de medición de energía eléctrica esto a la demanda del mercado y por las mayores ventajas que tecnología otorga respecto a los medidores de energía convencionales, Así también la implementación del sistema de red particular en baja tensión para la alimentación de dicho sistema.

2.2.10. Los concentradores

El Concentrador es el vínculo de comunicación entre los terminales de usuario instalados en los domicilios de los usuarios y el Sistema Central de Gestión y posee capacidad de gestionar medidores, dependiendo de las condiciones eléctricas y la topología de la instalación (distancias, número de "saltos", etc.). En una misma subred eléctrica pueden convivir varios concentradores, y los terminales se conectarán de manera inteligente a aquél

concentrador con quien obtengan mejores condiciones de conectividad.

Funciones:

Almacena datos y gestiona el tráfico bidireccional entre los terminales y el Sistema Central de tele supervisión.

La información se almacena en los Concentradores hasta ser enviada al Sistema Central de Gestión, vía GSM/GPRS, o bien vía una conexión ADSL, utilizando su puerto Ethernet incorporado.

Los medidores se comunican con el Concentrador a través de tecnología PLC (Power Line Communication) usando como medio de transmisión *la* misma red de energía, por medio de un vínculo GSM/GPRS, enviados a un centro de datos o data center.

Los terminales de comunicación PLC (Power Line) se comunican con el concentrador asociado mediante un protocolo propietario con datos encriptados. A su vez, los concentradores intercambian datos con el Sistema Centralizado de Gestión luego de un sofisticado proceso de autenticación.

Medidores de energía asociados a los concentradores son equipos para la medición remota de la energía eléctrica denominados también “medidores inteligentes” (Smart-Meter), dado

que, por sus características, son aptos para ser utilizados en los sistemas AMR (Lectura Automática de Medidor) y AMI (Infraestructura de Medición Avanzada).

AMR/AMI involucra medidores con comunicación bidireccional, denominados medidores inteligentes, que facilitan la posibilidad de efectivizar la gestión remota de la energía eléctrica en los usuarios. Esta gestión remota se realiza completamente a través de un Sistema Centralizado de Gestión.

Los medidores efectúan mediciones de tensión, corriente, frecuencia y energía y la almacenan en memoria para su posterior transmisión al Sistema Centralizado de Gestión.

Las mediciones se efectúan en forma sucesiva y son almacenadas en intervalos de tiempo de 15 minutos. De acuerdo a lo que requieran las regulaciones locales, los medidores pueden incorporar una tabla de tarifas, en la que se especifiquen bandas horarias y días en las que el kWh posea distintas tarifas.

Ventajas (beneficios):

Confiability de la lectura, cero lecturas erróneas, ya que toda operación se realiza de forma remota (lectura, corte, reconexión telegestión de parámetros eléctricos etc.)

Reducción de costos operativos, disminución de pérdidas de energía, mejoramiento en la calidad del servicio y medición en tiempo real de parámetros eléctricos en el usuario final.

Perfiles de carga a través del día: Lo que permite realizar estudios de dimensionamiento de la red de distribución.

Perfiles de corriente por fase: Ayuda a la correcta distribución y/o balance de carga por fase.

Detección de picos de demanda: Ayuda al dimensionamiento del transformador y equipo de medida.

Modificaciones en la tarifa eléctrica de acuerdo al a la hora y el día: permite la correcta facturación de la energía eléctrica consumida.

Significativa reducción del espacio físico respecto a los medidores tradiciones (hasta un 70% del espacio físico).

Imagen innovadora y tecnológica frente al potencial comprador (edificios inteligentes).

Se puede detectar robo de energía y los consumidores disponen de mayor información sobre su consumo (detecta el conexionado al revés)

La lectura remota brinda a la comunidad seguridad ante posibles personas de mal vivir que ingresan a sus residencias uniformados como técnicos.

Desventajas:

Estos sistemas de concentradores tienen limitaciones de corriente, los módulos de medición soportan como máximo, 100 Amp. para sistemas trifásicos y 50 Amp. para sistemas monofásicos, Estos equipos de medición son ideales para departamentos o usos en donde la capacidad de corriente requerida no exceda límite máximo admisible.

2.2.11. Medición Centralizada

La medición Centralizada es la integración del sistema de medición y protección que contempla el sistema tradicional (Banco de medidores) en una misma estructura orientado principalmente al ahorro de espacio.

Emplea un módulo de medida en lugar de un medidor convencional. El módulo cumple la norma IEC 62053-21, que rige

sobre los medidores electrónicos tradicionales y un interruptor principal tipo caja moldeada en lugar de la toma tipo F1 y F2. El interruptor MCCB brinda una ventaja frente los fusibles tipo lira respecto a los trabajos de mantenimiento y reposición.

Su instalación en campo es sencilla, basta con adosar o empotrar el tablero concentrador, instalar la acometida al interruptor principal y por último instalar los cables internos de los departamentos a su respectivo interruptor termomagnético. No requiere de accesorios ni materiales eléctricos adicionales a los empleados en el sistema tradicional. Ver figuras 10, 11 y 12:

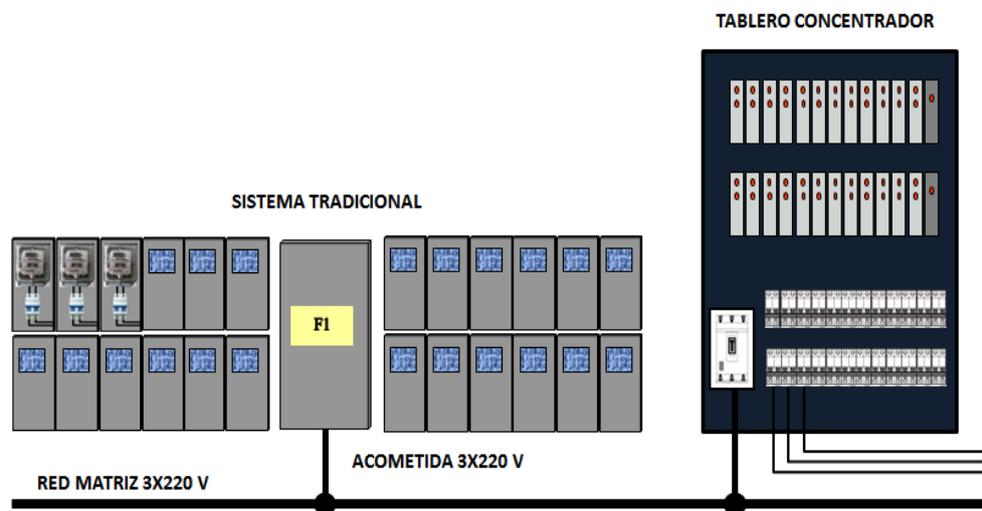


Figura 10: Sistema tradicional y concentrador eléctrico

SISTEMA TRADICIONAL

SISTEMA CONCENTRADORES

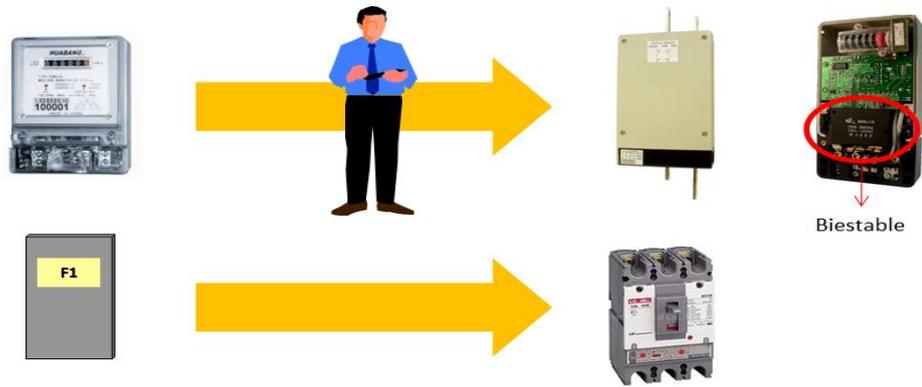


Figura 11: Equipamiento sistema tradicional y concentrador eléctrico



Figura 12: Espacio ocupado sistema tradicional y concentrador eléctrico

Los módulos de medida están diseñados para la toma de lectura, corte y reposición remota. Ver figura 13:



Figura 13: Gestión remota de los concentradores

¿Cómo funciona la comunicación?

Todo tablero concentrador incluye por lo menos un módulo de control (MC) y varios módulos de medida (medidores). El MC es un concentrador secundario que gestiona la lectura, corte y reposición de hasta 18 módulos de medida. Ver figuras 14,15 y 16:

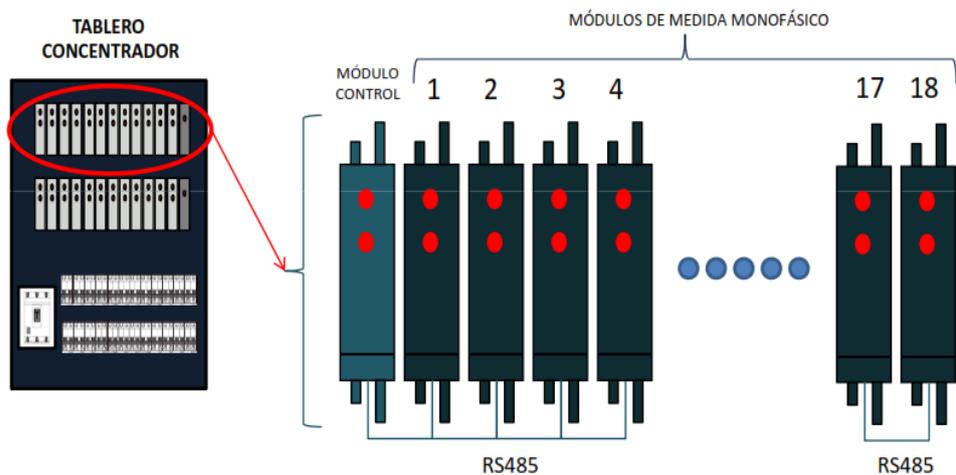


Figura 14: Módulos de medida

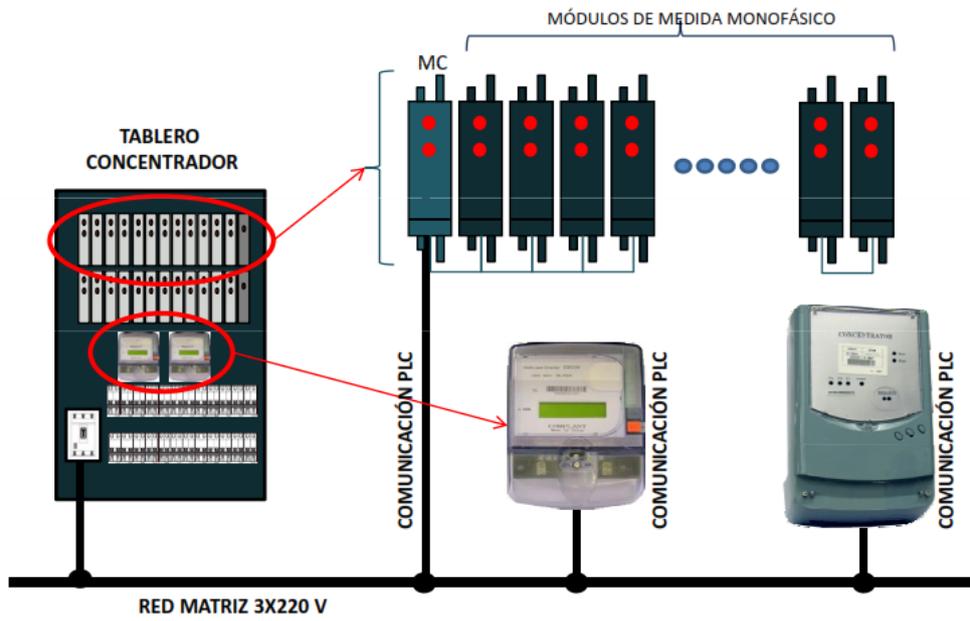


Figura 15: Comunicación de los módulos de medida

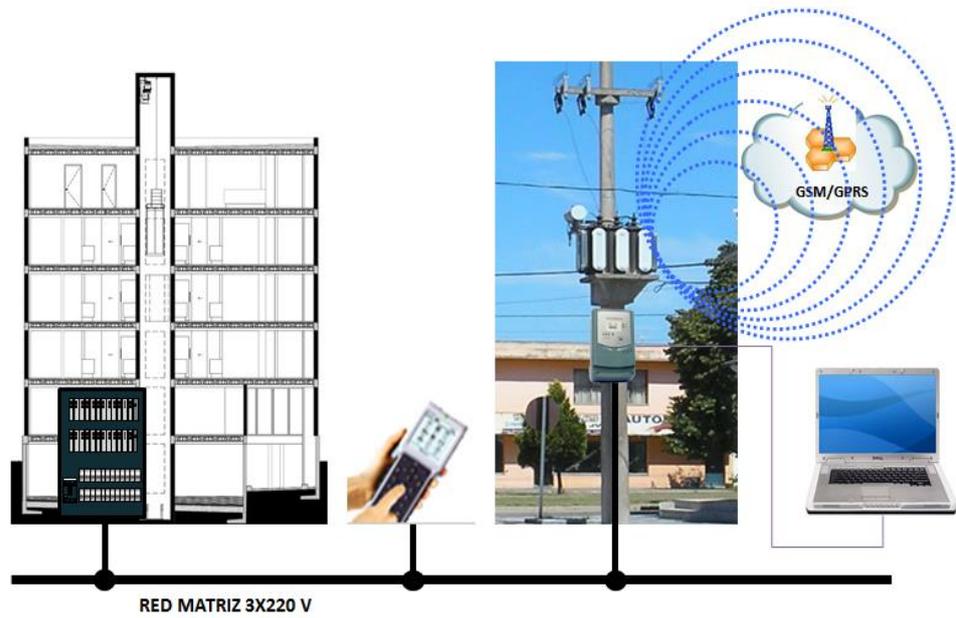


Figura 16: Red de comunicación

2.2.12. PLC (Power Line Communications)

Transmisión de datos por la línea eléctrica, la comunicación PLC es una tecnología de acceso a servicios de telecomunicación que convierte todo el proceso de producción en una red de telecomunicaciones apta para transmitir datos. Esto significa que los datos se transmitirán a través de una banda portadora a una frecuencia mayor que la propia frecuencia de la red eléctrica. Desde hace varios años las empresas con alto consumos de energía eléctrica lo han utilizado para el control eléctrico y el alumbrado público, hoy en día se consiguieron velocidades suficientemente altas como para darle nuevas aplicaciones. Ver figura 17:

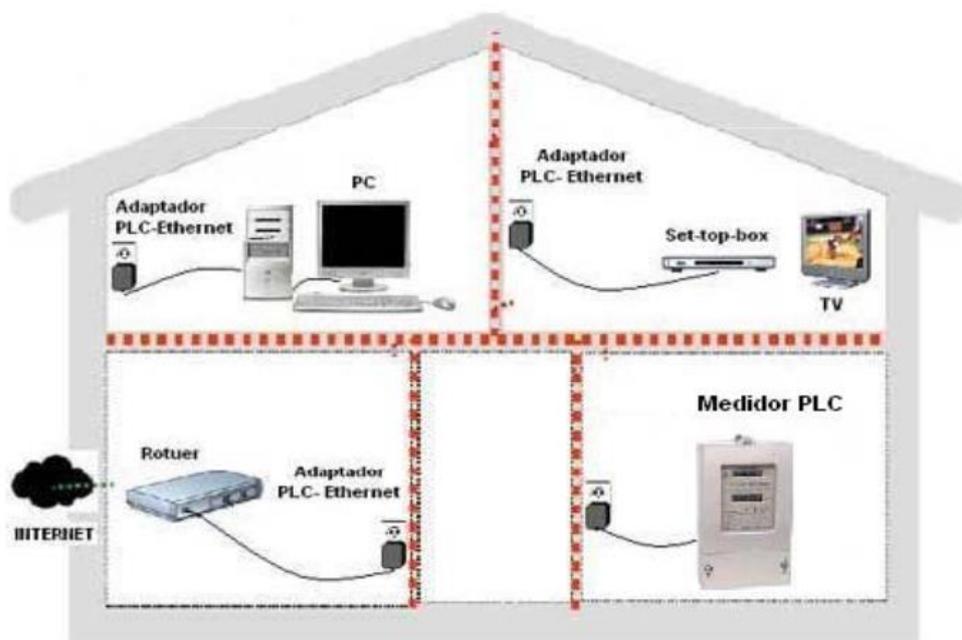


Figura 17: Power Line Communications

Módulo de Medida Monofásico

Esta desarrollado en base a un medidor electrónico más una unidad inteligente que permite el control de la lectura, corte y reconexión de forma remota. Cumple con la norma de fabricación IEC 62053-21. Ver figura 18:



Figura 18: Características Módulo de Medida Monofásico

Módulo Display Colectivo

El módulo Display colectivo muestra las lecturas de hasta 18 módulos de medida. Posee comunicación PLC, esta característica permite instalarlo en cualquier parte del inmueble, logrando con ello mayor accesibilidad a las lecturas por parte de los usuarios finales. Ver figura 19:



CARACTERÍSTICAS

Marca: COMPLANT
Modelo: EDU06
Tensión nominal: 220V
Frecuencia: 60 Hz
Nro. De Hilos: 2
Protocolo de comunicación: PLC

Figura 19: Características Módulo Display Colectivo

Módulo Colector de Datos

Responsable de la administración y gestión de la toma de lectura, corte y reposición a través de la comunicación PLC (Power Line Communications), hace uso de la propia red eléctrica como medio físico de comunicación; posee una capacidad de gestión y administración de hasta 500 módulos de medida, con un rango de acción PLC de hasta 250 metros lineales. Posee una interface de comunicación GSM/GPRS. Ver figura 20:



CARACTERÍSTICAS

Marca: COMPLANT
Modelo: JDG03
Tensión nominal: 3x380/220V
Frecuencia: 60Hz
Radio de acción: 1000 metros radial
Protocolo de comunicación: PLC. RS232, GSM/GPRS

Figura 20: Características Módulo Colector de Datos

2.2.13. Tipos de tableros concentradores

Existe una variedad de tamaños de concentradores, según la cantidad de módulos de medida que requieran instalar, en las siguientes figuras se muestran los diferentes tamaños de concentradores así también ejemplos de concentradores ya instalados en algunos proyectos. Ver Figura 21 y 22:

Tabla 2: Dimensiones de concentradores

CANTIDAD DE SUMINISTROS (9Kw)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	PROFUNDIDAD (cm)
09	60	120	25
18	80	120	25
27	100	120	25
36	125	120	25

Fuente: Presentación de concentradores Cam Perú

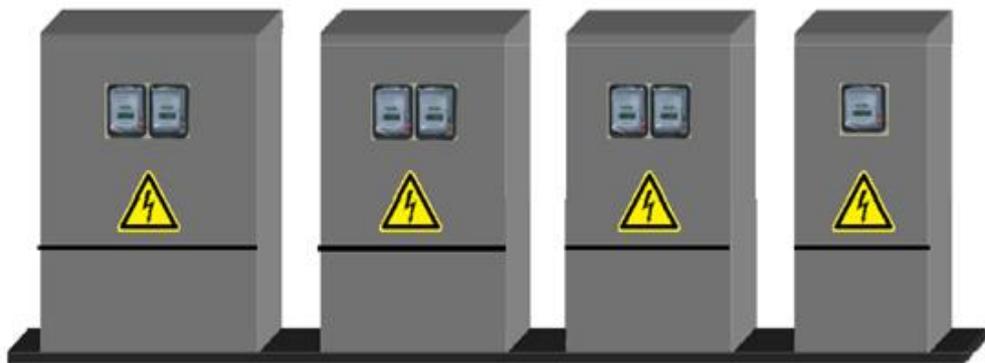


Figura 21: Dimensiones de concentradores



Figura 22: Ejemplo de instalación de concentrador eléctrico

2.2.14. Sistema Integral de telemedida plataforma Prime Stone

La plataforma Prime Stone es la solución que administra y gestiona los datos. Es una base de datos central para la información recolectada de los medidores de forma manual o a través de sistemas AMR o AMI, validándola y haciéndola disponible para múltiples aplicaciones. Prime es el sistema que resuelve las necesidades de gestión, intercambio, reportes y control de la información, gestionada en una sola aplicación global facilitando la administración de información de los puntos de medida de forma remota. Ver figura 23:

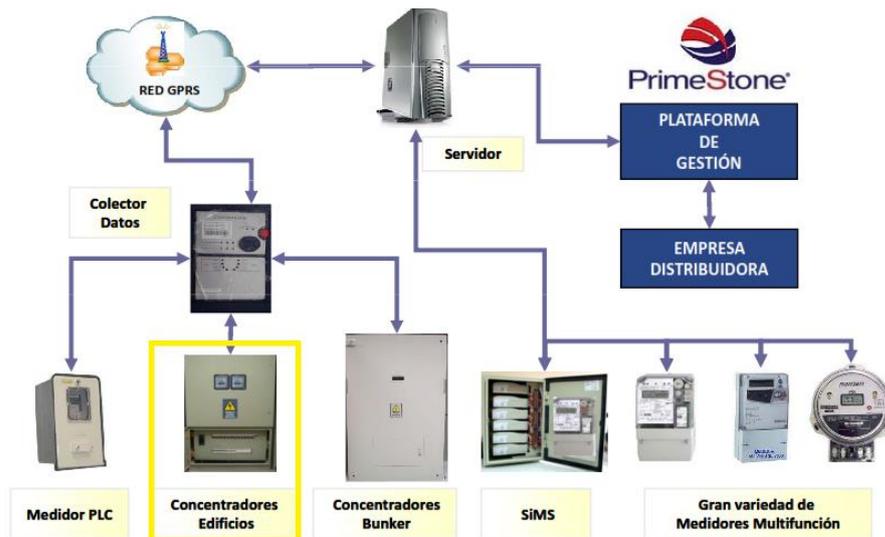


Figura 23: Sistema de Telegestión

Funcionalidades

Datos: Intervalos de datos de perfil de carga, registros, eventos y datos de calidad de energía.

Reportes: Ofrece un número ilimitado de funcionalidades para el diseño y distribución de reportes.

Grupos de Medidores: Manejo de datos a través de estructuras que el usuario puede crear para propósitos de agrupamiento, gestión, validación, facturación, reportes, etc.

Interoperabilidad: Puede intercambiar información de diferentes formatos y sistemas.

Tiempos de Uso: Estructuras tarifarias ilimitadas, con calendarios, que pueden tener estaciones y tipos de día (feriados, sábados, domingos) según se requiera.

VEE: Herramienta para realizar Validación, Estimación y Edición de forma manual o automática.

Registros oficiales: Conserva los registros oficiales para auditoría.

Portal WEB: Permite ver la información a través de un portal web para racionalizar consumo.

Detección y gestión de pérdidas: Con balances de energía y notificación automática de eventos, le permite identificar el origen de pérdidas de energía y establecer flujos de trabajo hasta el cierre de las alarmas y notificaciones.

2.2.15. Precios referenciales de los equipos concentradores y medidores convencionales

Concentradores eléctricos

- Tableros concentradores.....S/. 3,500
- Módulo de medida monofásico.....S/. 1,800
- Módulo de medida trifásicoS/. 2,000
- Módulo de controlS/. 2,300
- Display.....S/. 1,200

Medidores convencionales

- Medidores monofásicos.....S/. 600 a 700
- Medidores Trifásicos.....S/. 800 a 1,000
- Medidor LTMS/. 1,600
- Caja toma F1S/. 950
- Caja toma F2S/. 1,000
- Caja toma F3S/. 1,300
- Caja toma F4S/. 1,700

SISTEMA DE RED PARTICULAR EN BAJA TENSIÓN

2.2.16. Red de Distribución Primaria

Es la parte del sistema que, partiendo de las subestaciones de transformación, reparte la energía, normalmente mediante anillos que rodean los grandes centros de consumo, hasta llegar a los transformadoras de distribución. Las tensiones utilizadas están comprendidas entre 25 y 132 kV. Intercaladas en estos anillos están las estaciones transformadoras de distribución, encargadas de reducir la tensión desde el nivel de reparto al de distribución en media tensión.

2.2.17. Red de Distribución secundaria

Está diseñada para transportar la energía eléctrica suministrada a la tensión de servicio de los abonados desde la salida de baja tensión de los puntos de transformación (transformadores) hasta las acometidas. También se ubican en esta red, los dispositivos del alumbrado público.

2.2.18. Red particular en baja tensión

Son las instalaciones internas o redes internas del usuario, que se inician a partir del punto de entrega (totalizador) hasta los centros

de cargas (bancos de concentradores), esta red se encuentra dentro de los límites del predio del usuario.

2.3. MARCO CONCEPTUAL

Concentrador eléctrico: Equipo a través del cual se gestiona la información del sistema de medición remota y sirve de interfaz entre el centro de control y las unidades de medida.

Sistemas de medición de energía centralizada: Sistema de medición de energía eléctrica agrupada en cajas de medida, armarios o instalación individual, integrado por unidades de medida, transformadores de medida (cuando aplique) y elementos que permitan el intercambio de datos y la realización de las operaciones de lectura, corte y reconexión remota. También cuenta con un sistema para operación y gestión.

Dispositivo de corte y reconexión: Equipo que permite conectar y desconectar de forma remota el servicio de energía.

Protocolo de comunicación: Reglas de comunicación que permiten el flujo de información entre diferentes equipos electrónicos como: equipos de medida, equipos de control, computadoras, etc.

Sistema remoto de medición de energía eléctrica: Es un sistema de administración y control de la energía que permite la automatización total y sistemática de las redes de distribución de energía eléctrica.

Medición de energía: La medición de energía eléctrica es un procedimiento mediante el cual se calcula la energía utilizada por un circuito eléctrico o sistema eléctrico usando para ello un medidor de electricidad.

Medidores convencionales: Dícese de aquellos medidores comúnmente usados o tradicionalmente utilizados para la medición de la energía eléctrica, pueden ser del tipo electromecánico o electrónicos.

Conjunto residencial: Es una agrupación de edificios de vivienda que comparten áreas en común.

Medición tradicional: El sistema tradicional de medición de energía eléctrica se basa en la toma de la lectura de forma manual y presencial de los datos arrojados por los medidores, a recolección de los datos se realiza con la visita periódica de empleados de la empresa suministradora de servicio eléctrico al lugar donde se encuentra el medidor.

Medidor electromecánico: Este tipo de medidor de energía eléctrica que se basan su funcionamiento en principios electromagnéticos. Un disco, típicamente de aluminio, gira debido a la aplicación de un campo magnético producto del flujo de corriente eléctrica hacia el cliente, de tal

manera que su velocidad de giro es proporcional el consumo de electricidad en el punto de medida.

Medidor electrónico: Un medidor electrónico es un dispositivo que solo consta de tecnología electrónica, este dispositivo es completamente un microprocesador sin disco de inducción. Están completamente desarrollados con circuitos electrónicos integrados, poseen sistemas de digitalización de todos los valores necesarios para realizar la medición de la energía.

Clase de precisión de medidores: Es el valor máximo del error de medición expresado en porcentaje para el cual fue diseñado el medidor dentro de un rango 10% de corriente nominal y su corriente máxima.

Kilovatio-hora (KWh): Es una unidad de energía expresada en forma de unidades de *potencia tiempo*, con lo que se da a entender que la cantidad de energía de la que se habla es capaz de producir y sustentar una cierta potencia durante un determinado tiempo.

Medidores inteligentes (Smart meter): Un medidor inteligente o contador inteligente es un tipo de medidor o contador avanzado que calcula el consumo de una forma más detallada que los contadores convencionales, es aquel que se le ha añadido un sistema de comunicación digital bidireccional entre el proveedor y el usuario, y sistemas de medición y control inteligente.

Power Line Communication: Es una tecnología de acceso a servicios de telecomunicación que convierte todo el proceso de producción en un red de telecomunicaciones apta para transmitir datos, la transmisión de datos se realiza por medio de la red eléctrica.

AMI: Infraestructura de medición avanzada, sistema que incluyen comunicaciones bidireccionales hasta el medidor, recogen, envían, administran y analizan los datos con mayor frecuencia. Este sistema incluye una amplia gama de aplicaciones tales como lectura remota, gestión de la demanda, optimizar la red de distribución, garantizar la integridad del sistema y servicios de valor agregado.

AMR: Lectura automática de medidores, sistema unidireccional que permite recopilar y analizar automáticamente datos de dispositivos como medidores de gas, electricidad o agua y comunicar esos datos por medio de una red de comunicaciones a su sistema central.

GSM/GPRS: Sistema global para las comunicaciones móviles, servicio general de paquetes, se utiliza la tecnología celular para la transmisión de datos.

Módulos de medida: Es medidor electrónico más una unidad inteligente que permite el control de la lectura, corte y reconexión de forma remota.

Módulo Display Colectivo: es un equipo que muestra visualmente las lecturas de hasta módulos de medida posee comunicación PLC.

Módulo Colector de Datos: equipo responsable de la administración y gestión de la toma de lectura, corte y reposición a través de la comunicación PLC.

Telegestión: La telegestión permite la lectura del consumo eléctrico y la realización de operaciones de forma remota gracias al desarrollo de un sistema de última generación de comunicaciones entre los contadores inteligentes, que sustituyen a los contadores eléctricos tradicionales.

Contador de energía: Aparato que mide la energía activa por integración de la potencia activa en función del tiempo.

Red particular en baja tensión: Son las instalaciones internas del usuario, que se inician a partir del punto de entrega hasta los centros de cargas.

Red de distribución secundaria: Transportar la energía eléctrica suministrada a la tensión de servicio de los abonados desde la salida de baja tensión de los puntos de transformación hasta las acometidas.

Punto de entrega: Para los suministros en baja tensión, es la conexión eléctrica entre la acometida y las instalaciones del concesionario.

Acometida: Derivación que parte de la red de distribución eléctrica para suministrar energía a la instalación del usuario.

CAPÍTULO III:

IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE COCENTRADORES ELECTRICOS Y RED PARTICULAR EN BAJA TENSIÓN

3.1. Implementación del sistema de concentradores eléctricos aplicados a un sistema remoto de medición de energía eléctrica para el conjunto residencial ASC Ate-Lima

El diseño de los bancos de concentradores se realizara en función de la cantidad de departamentos que existen por cada torre.

En total hay 155 suministros para las 5 torres, y de acuerdo a los caculos realizados de los cuadros de cargas de los departamentos se determinó una potencia de 5kW por departamento para un sistema monofásico. Los suministros concentradores se distribuyeron correspondientemente de la siguiente manera:

Tablero Concentrador torre A

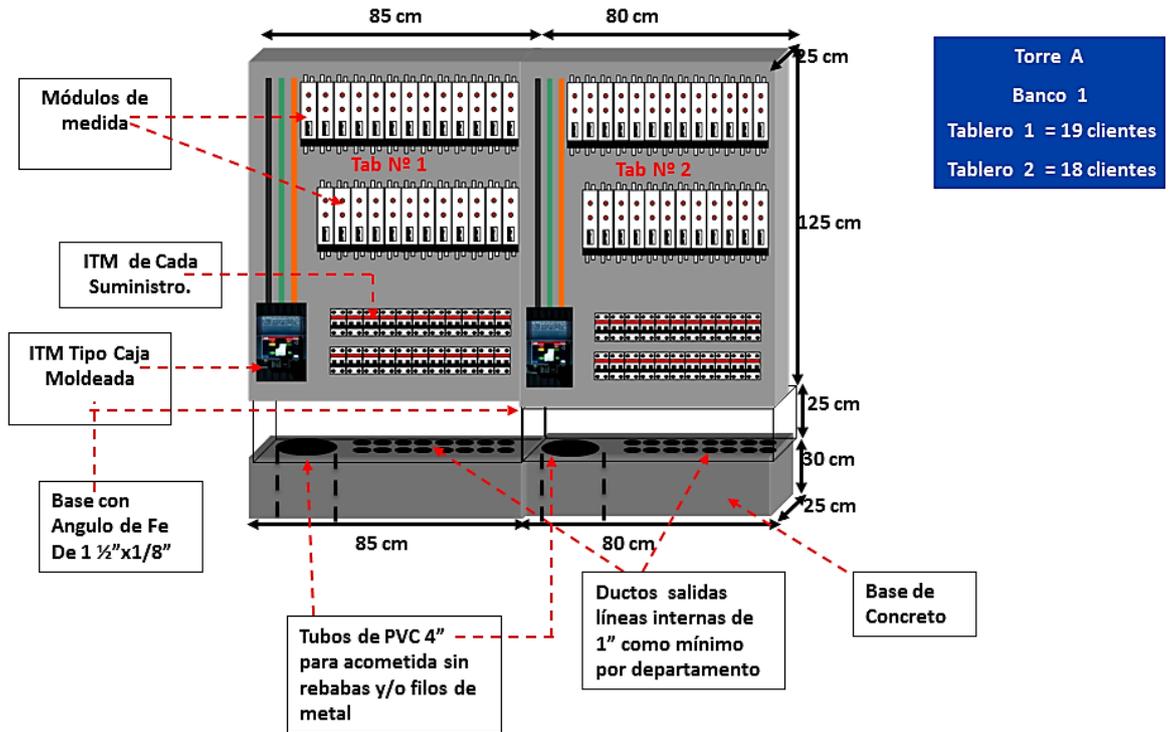


Figura 24: Equipamiento del concentrador torre A

Tablero Concentrador torre B

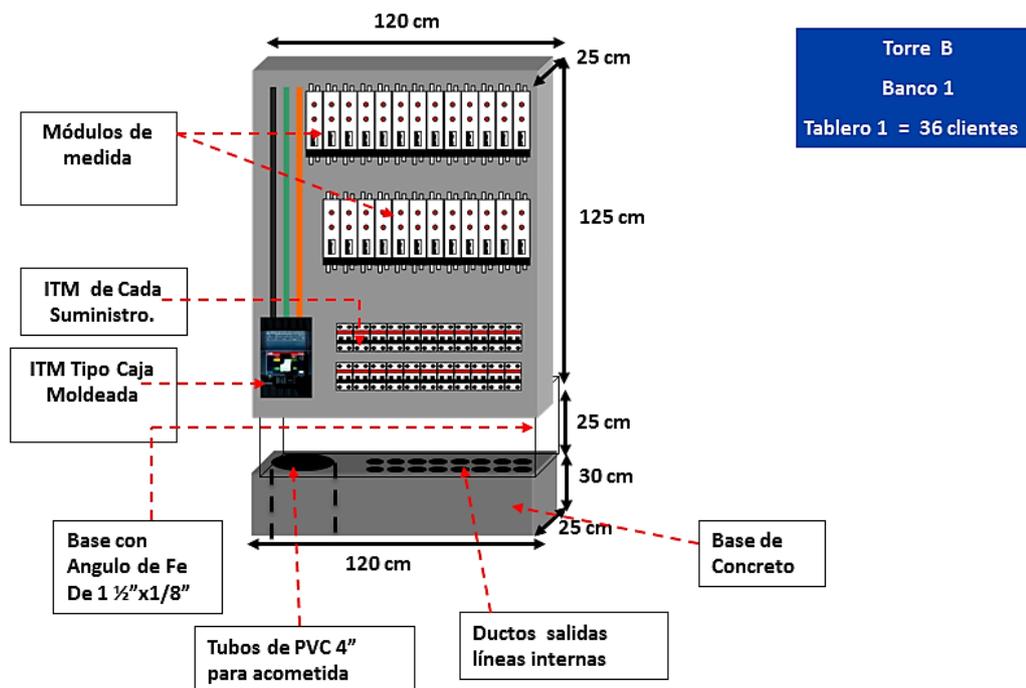


Figura 25: Equipamiento del concentrador torre B

Tablero Concentrador torre C

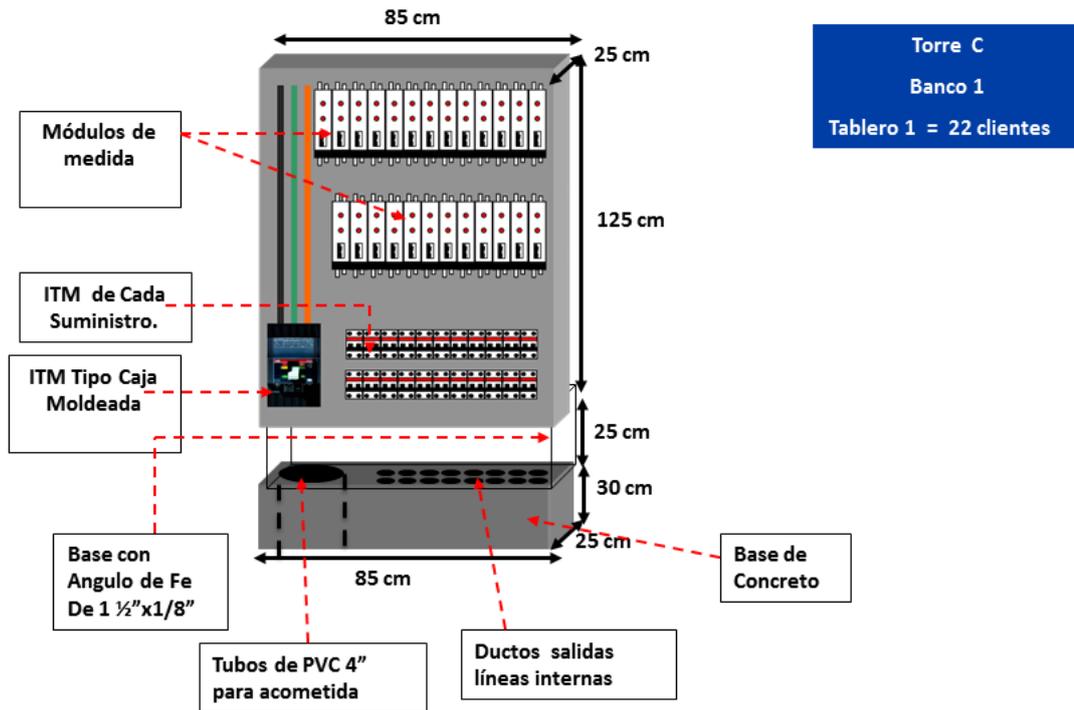


Figura 26: Equipamiento del concentrador torre C

Tablero Concentrador torre D

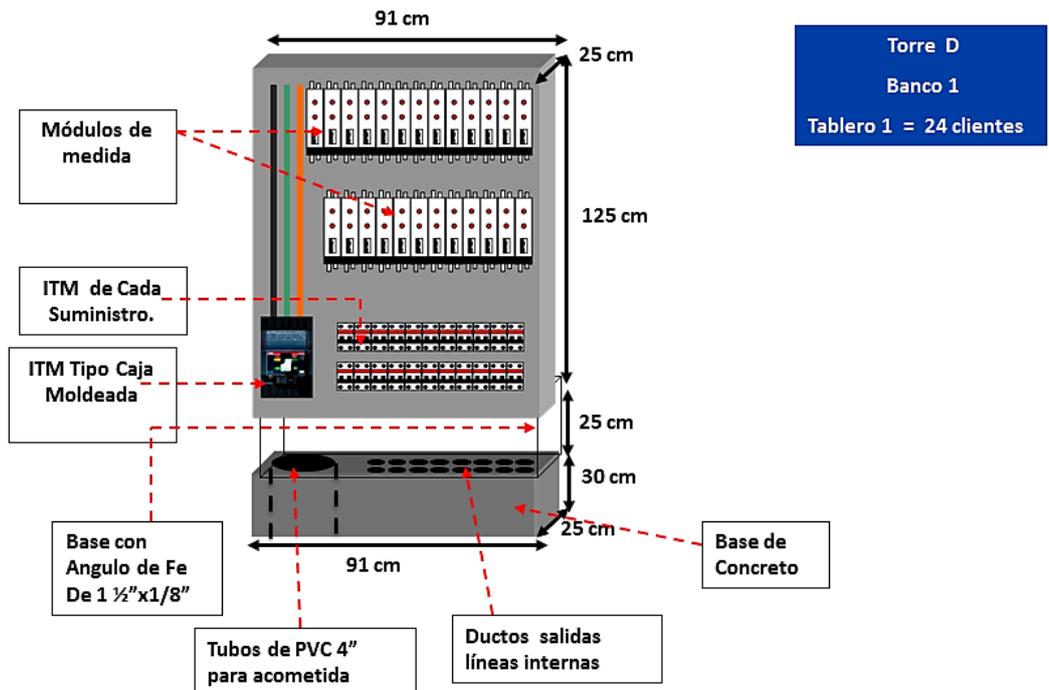


Figura 27: Equipamiento del concentrador torre D

Tablero Concentrador torre E

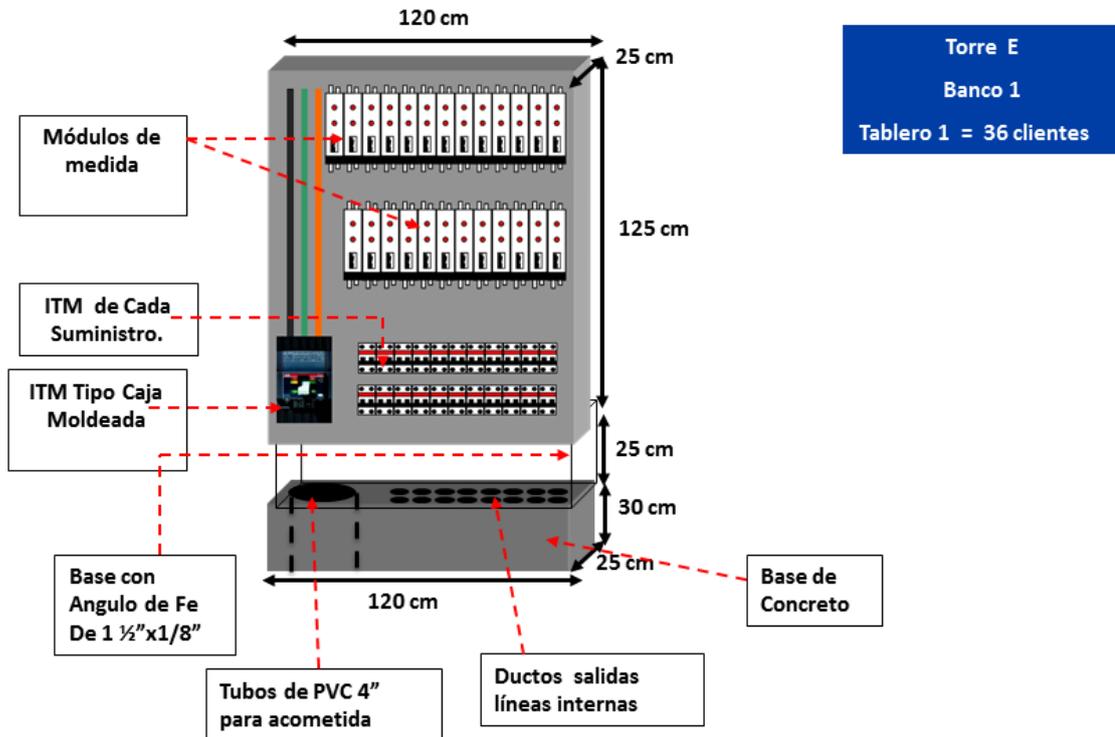


Figura 28: Equipamiento del concentrador torre E

3.1.1. Detalle del tablero concentrador adosado y empotrado

La instalación de los tableros concentradores se realizara de forma adosada y empotrada, a continuación se muestran los detalles técnicos de instalación de los tableros para estos dos casos. Ver Figura: 29 y 30.

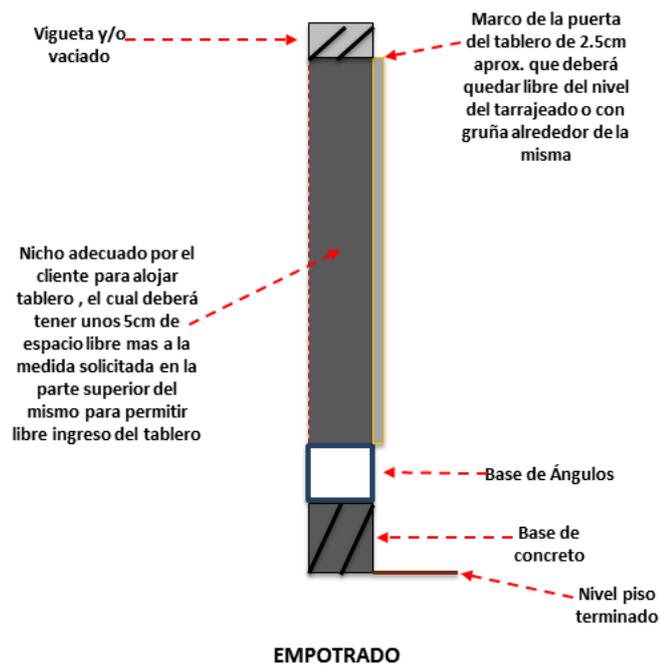


Figura 29: Forma de instalación tablero concentrador empotrado

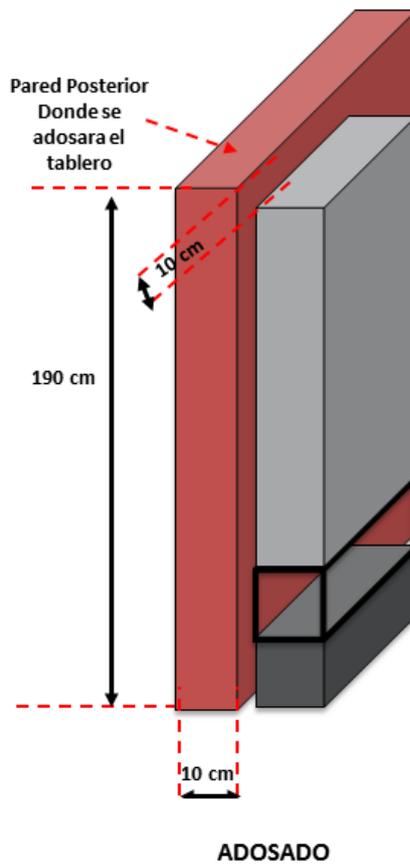


Figura 30: Forma de instalación tablero concentrador adosado

3.1.2. Detalles de la base y placas del tablero concentrador

El tablero concentradores descansara sobre un base de ángulos y serán tapados con una placa, esto tendrá la función de una caja de pase para la manipulación de los conductores. Ver Figura 32:

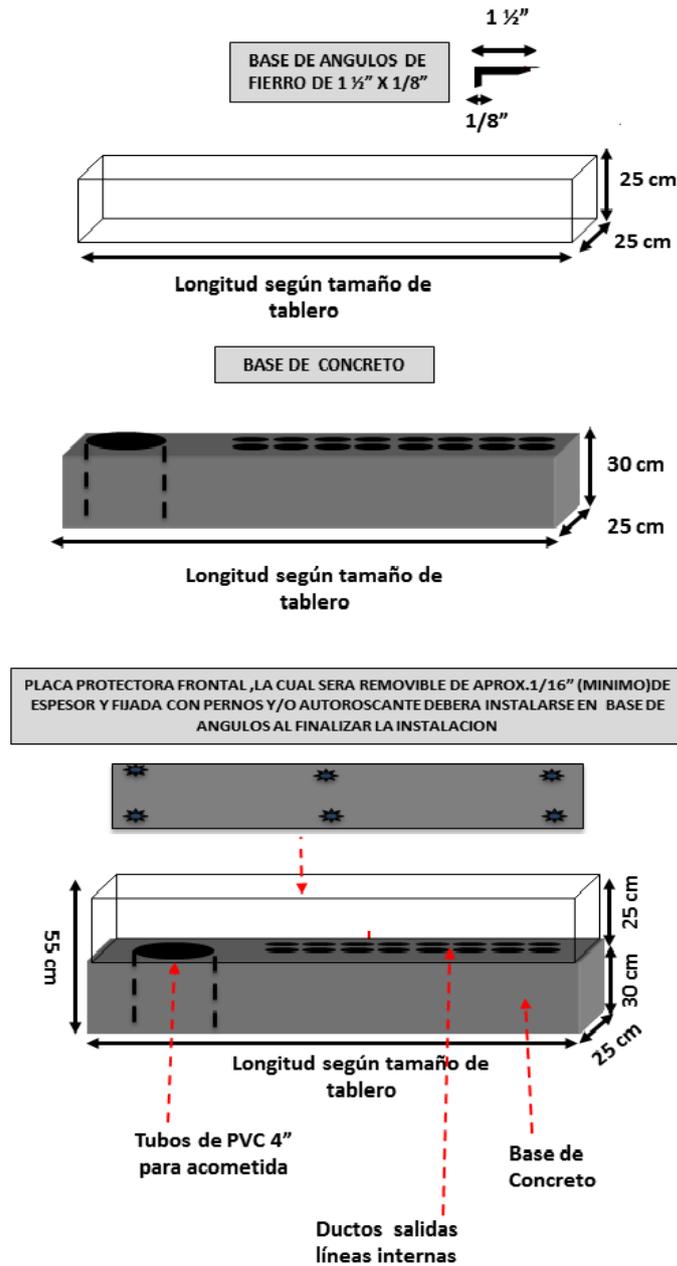


Figura 31: Base y placas del tablero concentrador

3.1.3. Detalles de del tablero de comunicación

El tablero de comunicación ira junto al tablero concentrador adosada y/o empernada. Ver figura 32:

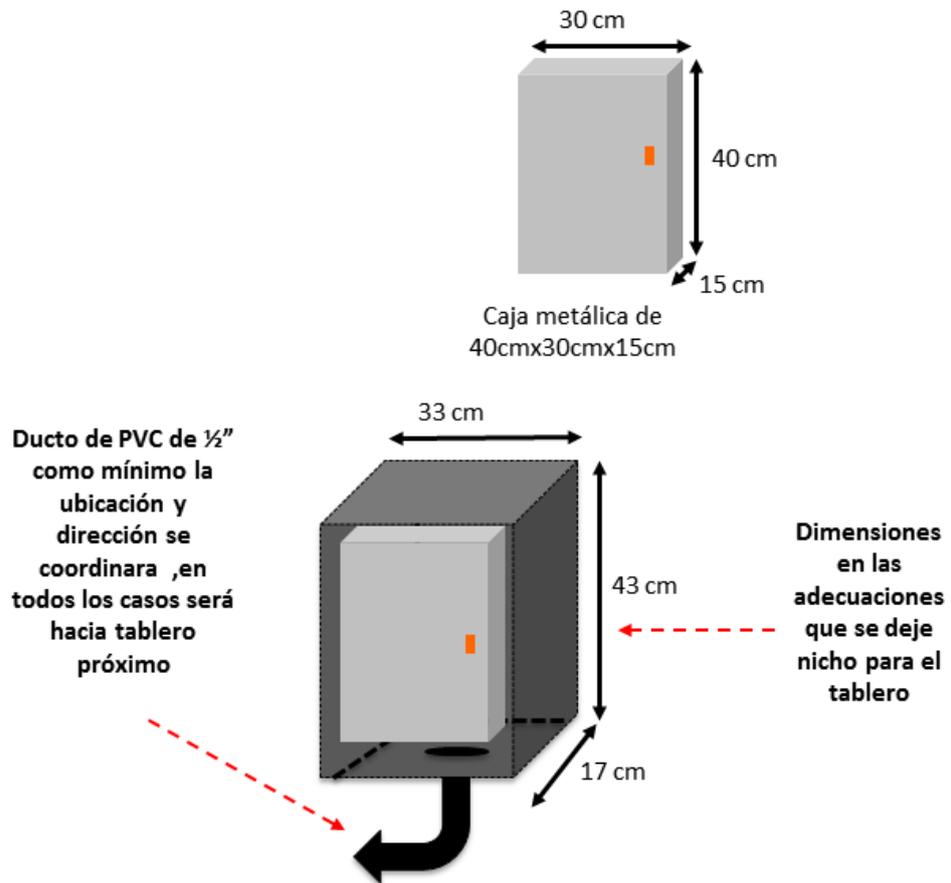


Figura 32: Tablero de comunicación

3.1.4. Detalles de del tablero concentrador a dos puertas torre B y E

El tablero de comunicación ira junto al tablero concentrador adosada y/o empernada. Ver figura 33:

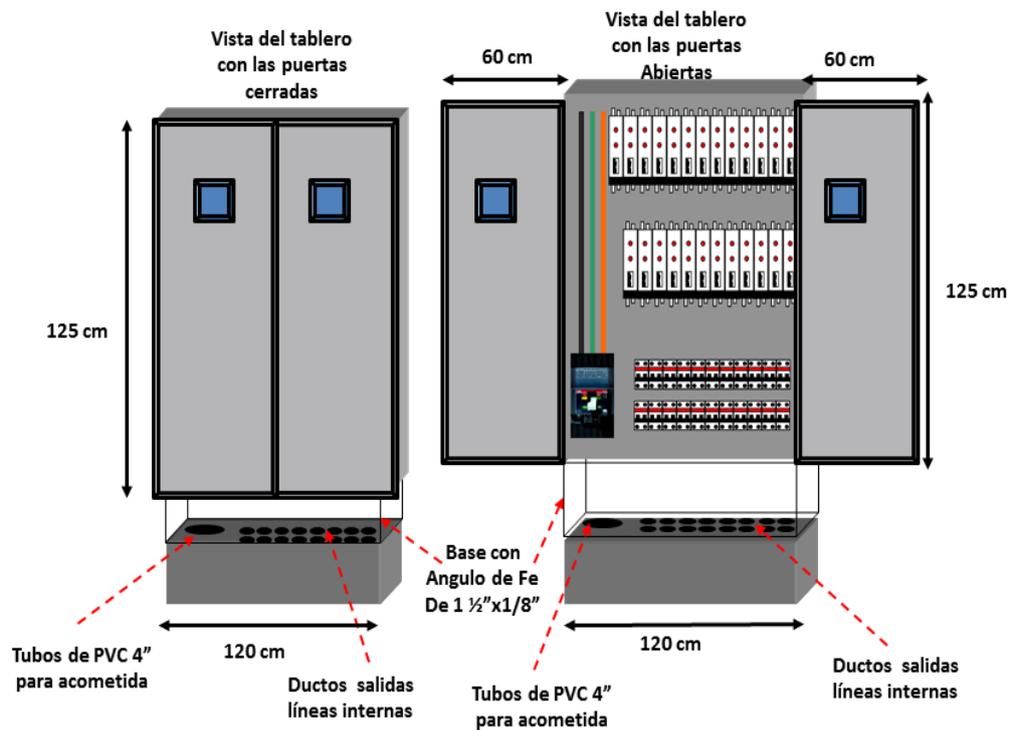


Figura 33: Tablero concentrador a dos puerta

3.1.5. Sistema Integral de telemedida plataforma Prime Stone

La plataforma Prime Stone es el software que administrara y gestiona los datos. Realizara la gestión, intercambio, reportes y control de la información, gestionada en una sola aplicación global facilitando la administración de información de los puntos de medida:

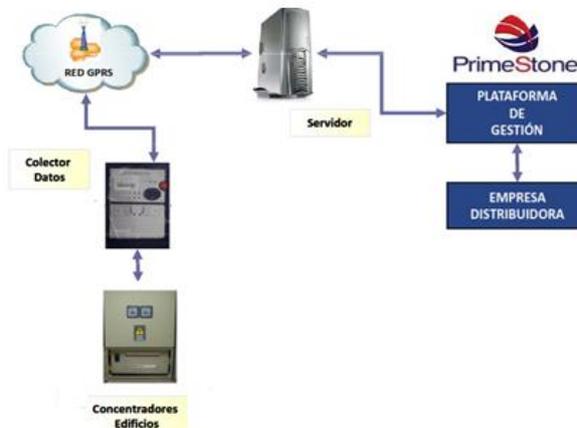


Figura 34: Sistema de Telegestión conjunto residencial Arteco santa Clara

3.1.5. Proceso de instalación de los concentradores

En las siguientes figuras a continuación se mostraran el proceso de instalación de los de los sistemas de concentradores del conjunto residencial Arteco Santa Clara.



Figura 35: Frontis del predio Conjunto Residencial Arteco Santa Clara



Figura 36: Vista de planta Conjunto residencial Arteco Santa Clara

Las siguientes imágenes se mostrara el estado inicial de instalación y los lugares de ubicación de los banco de concentradores de proyecto por cada torre:



Figura 37: Estado inicial banco de concentradores Torre A

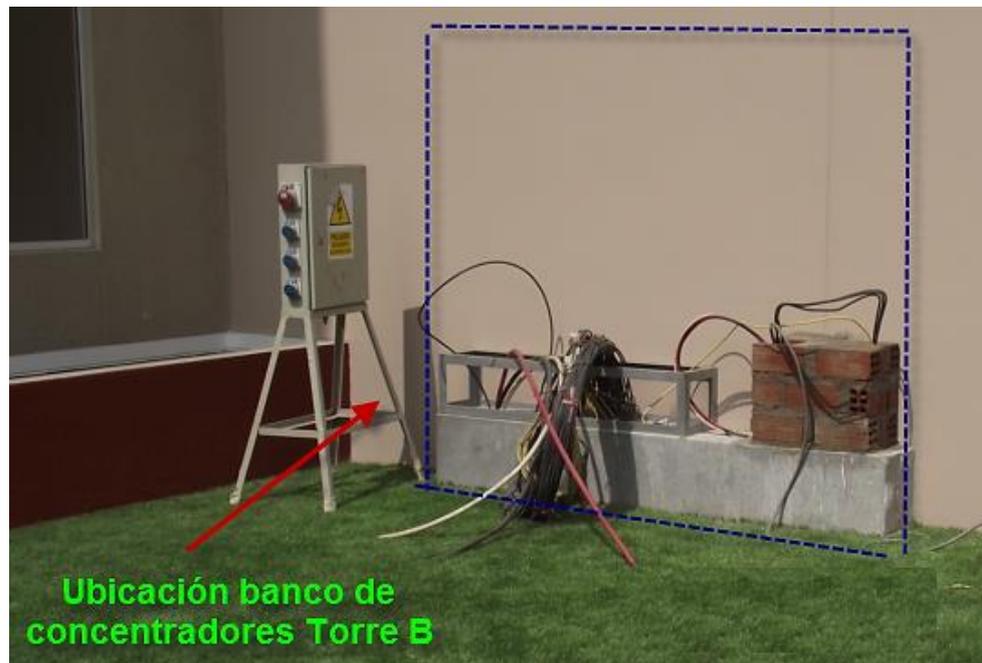


Figura 38: Estado inicial banco de concentradores Torre B

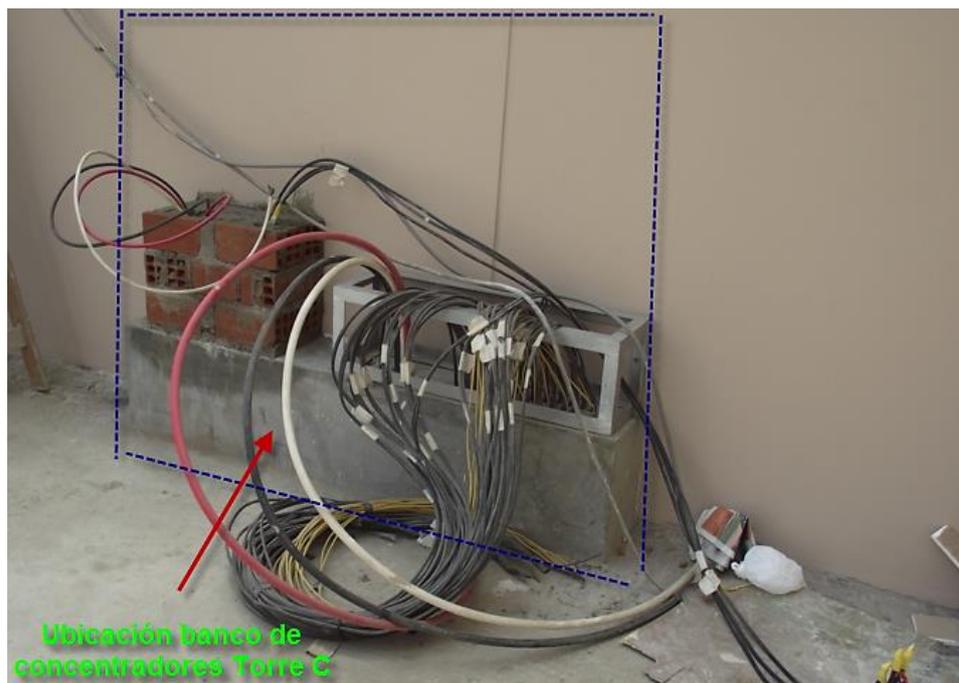


Figura 39: Estado inicial banco de concentradores Torre C

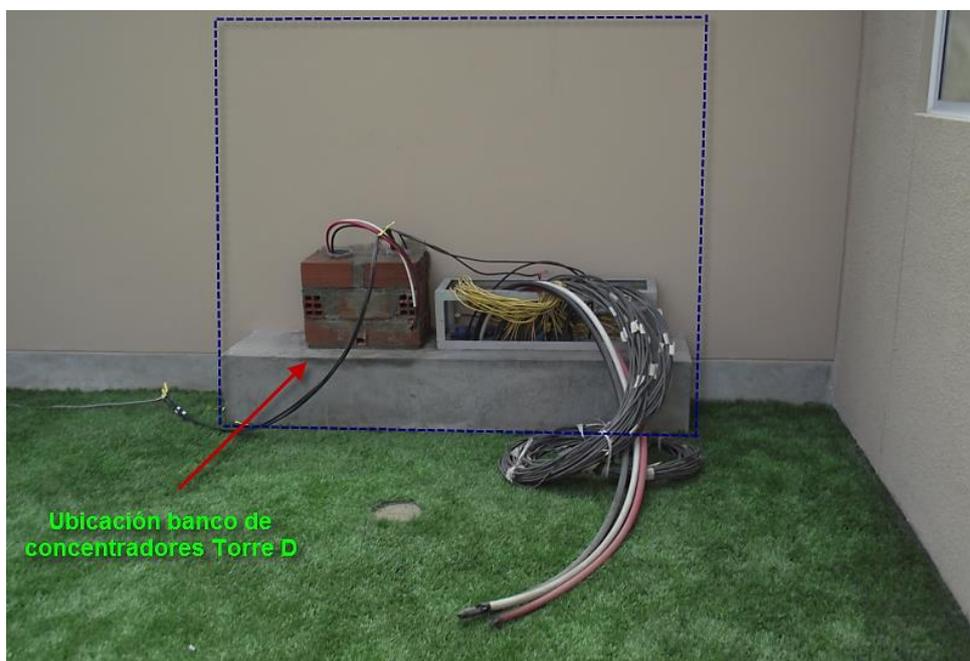


Figura 40: Estado inicial banco de concentradores Torre D

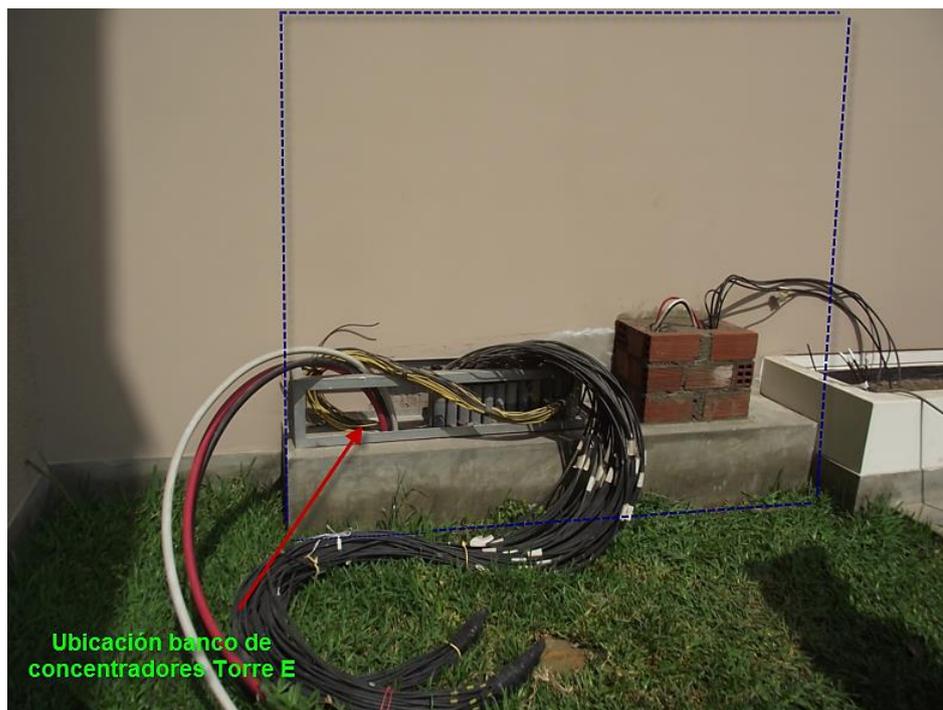


Figura 41: Estado inicial banco de concentradores Torre E



Figura 42: Estado inicial Totalizador

Las siguientes imágenes se mostrarán el estado final de instalación de los bancos de concentradores de las cinco torres y el totalizador que estará junto al colector de datos.

La supervisión de dará parte del concesionario (Luz del Sur) y las empresas contratistas involucradas (Can Perú y Tecsur) para la verificación del conexionado de los circuitos eléctricos y de comunicación para la puesta en servicio.

Una vez verificado todos los circuitos y realizado todas las pruebas correspondientes se dará el visto bueno para proceder con la puesta en servicio de los concentradores.



Figura 43: Estado final banco de concentradores Torre A



Figura 44: Estado final banco de concentradores Torre B



Figura 45: Estado final banco de concentradores Torre C



Figura 46: Estado final banco de concentradores Torre D



Figura 47: Estado final banco de concentradores Torre E



Figura 48: Equipamiento de los concentradores

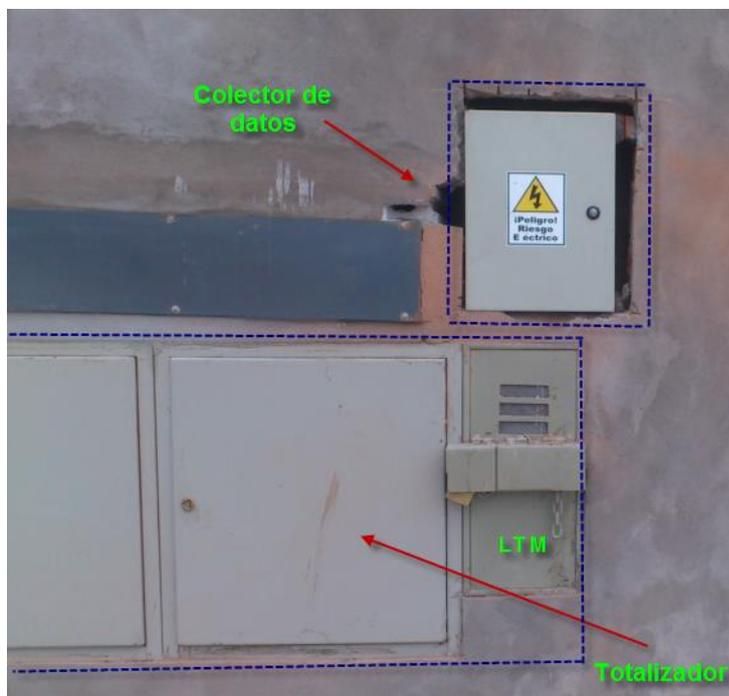


Figura 49: Totalizador y colector de datos



Figura 50: Verificación y puesta en servicio de los concentradores

3.2. Implementación del sistema de red particular en baja tensión para la alimentación de los bancos de concentradores

3.2.1. Generalidades

La implementación se refiere a las redes eléctricas particulares en baja tensión, para el predio dentro de los límites del terreno del conjunto residencial Arteco Santa Clara de propiedad de arteco Inmobiliaria Sta. Clara S.A., ubicado en la calle mariano melgar N°468 urbanización Santa Clara, distrito de Ate, provincia y departamentos de Lima.

3.2.2. Punto de diseño

El punto de diseño ha sido otorgado por Luz del Sur S.A.A. junto a la Subestación Aérea Biposte N° 10961A, cuya potencia es 250kVA, 10kV/230V. Esta subestación se encuentra dentro de un predio de propiedad de Sedapal, según levantamiento de información de campo. Ver figura 24:



Figura 51: Subestación Aérea Biposte N° 10961A

3.2.4. Descripción

La implementación de esta red comprende el diseño de las redes eléctricas particulares en baja tensión, que parte de una red de distribución secundaria que nace desde la subestación aérea biposte (punto de diseño) hasta el punto de entrega (el totalizador) para el conjunto residencial Arteco Santa Clara, ubicado en el distrito de Ate.

El conjunto residencial está conformado por 5 torres de departamentos, la torre A, B, C, D y E con 6 pisos cada una, más azotea, 4 locales comerciales y 1 sótanos de estacionamientos.

La torre A, B, C, D y E está comprendida por 37, 36 ,22 ,24 y 36 departamentos respectivamente.

Para dotar de energía eléctrica al conjunto residencial se contará con 4 circuitos de cable tipo NAYY, para alimentar a los bancos de concentradores. Estos Conductores viajaran través de bandejas porta cables (sótano) y en zanjas directamente enterrados (nivel cero) hacia los bancos de concentradores.

El sistema de red particular en baja tensión alimentara a los suministros de medición de energía eléctrica por concentradores, para todo el conjunto de departamentos de cada torre, además se

contará con un suministro de medición convencional para los servicios generales de cada torre, servicios comunes, servicios de estacionamientos, locales comerciales y sistema de bomba contra incendio.

3.2.3. Sistema eléctrico

En la siguiente figura se muestra el recorrido del sistema de distribución secundaria, que va desde la subestación aérea biposte hasta hacia el totalizador que está ubicado en la parte derecha del frontis del predio. Ver figura 53:

Circuitos del sistema de red particular en baja tensión

Totalizador:

Circuito N° 1: Banco de concentradores + Servicios Generales

- Torre A (MD=119.725 kW)

Circuito N° 2: Banco de concentradores + Servicios Generales

- Torre B (MD=110.229 kW)

Circuito N° 3: Banco de concentradores + Servicios Generales

- Torre C (MD=78.691 kW)

- Torre D (MD=83.553 kW)

Circuito N° 4: Banco de concentradores + Servicios Generales

- Torre E (MD=110.478 kW)

3.2.4. Bases de cálculo

Para el dimensionamiento de materiales especificados será considerado el cable tipo NAYY de 120mm², NAYY 185mm² y NAYY 300mm² para la alimentación de los bancos de concentradores. Para la derivación a los medidores de los servicios generales será considerado cable tipo THW de 16mm², por lo que en el presente proyecto se ha considerado lo siguiente:

- Caída de tensión máxima permisible = 5%
- Tensión nominal = 220V
- Frecuencia = 60 Hz
- Totalizador máxima demanda = 322.466 kW
- Factor de potencia Dptos. = 1.00
SS.GG. = 0.85
- Tipo de cable = NAYY
- Sección = 120 mm², 185 mm², y 300 mm²

3.2.5. Especificaciones técnicas de materiales

Estas especificaciones describen las características técnicas de los materiales que se utilizarán para la instalación de la red particular de baja tensión de 220 V, y la forma en que deberán ejecutarse los trabajos correspondientes a la red particular en baja tensión.

Los materiales a utilizar cumplen las normas técnicas requeridas por Luz del Sur S.A.A.

Características conductor NAYY:

Ligeros y fáciles de instalar. Alta resistencia a la humedad y a gran diversidad de agentes químicos. Cubierta exterior resistente a la abrasión, no propaga la llama. Debido a las características eléctricas y mecánicas de los materiales que intervienen en su construcción, los cables NAYY son adecuados para múltiples aplicaciones y condiciones de instalación, pudiendo instalarse sobre bandeja portacables, en canaleta o enterrado directamente y trabajar largo tiempo inclusive sumergido en agua, como puede ocurrir en inundación de ductos o terrenos.

- Conductor de aluminio puro grado EC 1350.
 - Sólido para secciones hasta 10 mm².
 - Cuerda redonda compacta para secciones mayores de 10 mm²
- Aislamiento de cloruro de polivinilo (PVC/A) color natural.
- Cubierta exterior de cloruro de polivinilo (PVC ST1) en color negro, blanco y rojo para identificación de las tres fases.
- Reunión de las tres fases en forma paralela, y encintadas con cinta no higroscópica.

Tabla 3: Características cable NAYY 300mm² y 185mm²

CARACTERISTICA	CABLE	CABLE
Chaqueta exterior	Rojo, blanco y negro	Rojo, blanco y negro
Sección	300mm ²	185mm ²
Tipo	NAYY	NAYY
Tensión de Servicio	0.6/1.0kV	0.6/1.0kV
Capacidad de corriente a 30°C Aire	502A	363A
Capacidad de corriente a 20°C Enterrado	479A	366A

Fuente: Ceper cables

Tabla 4: Características cable NAYY 120mm²

CARACTERISTICA	CABLE
Chaqueta exterior	Rojo, blanco y negro
Sección	120mm ²
Tipo	NAYY
Tensión de Servicio	0.6/1.0kV
Capacidad de corriente a 30°C Aire	272A
Capacidad de corriente a 20°C Enterrado	289A

Fuente: Ceper cables

3.2.6. Cálculos justificativos de baja tensión

Fórmula utilizada:

$$\Delta V = K \times I \times L \times 10^{-3} \text{ (V)}$$

$$K = \sqrt{3} (R \cos \phi + X \sin \phi)$$

Dónde:

$\Delta V =$ Caída de tensión en voltios.

$I =$ Corriente en amperios

$L =$ Longitud del tramo en metros.

$R =$ Resistencia del cable en (Ω/km), depende de la sección del conductor.

$X =$ Reactancia del cable (Ω/km), depende de la sección del conductor.

$K =$ Factor de caída de tensión

3.2.7. Especificaciones técnicas de montaje

Instalación del Cable

En el recorrido de los conductores desde el totalizador hacia los bancos de concentradores del conjunto del conjunto residencial Arteco Santa Clara, será por medio de Bandeja Porta cable de tipo escalerilla de 300x100 y 500x100mm.

La bandeja tipo escalerilla, es una estructura de metal prefabricada que consiste en dos rieles laterales longitudinales conectados por miembros transversos individuales. La unión de estos travesaños a los rieles laterales en las bandejas Porta cables es realizada mediante soldadura continua mediante micro alambre y presencia de gas inerte CO_2 . Este tipo de bandeja tiene como

principal característica que permite la mayor ventilación de los cables, adicionalmente, es la más comercial y económica. Por otra parte, los cables pueden bajar a través de los travesaños con la ayuda de los accesorios correspondientes. La humedad no se puede acumular en la bandeja debido a que está abierta en su fondo.

Sistema de Tendido de Cables

Deberán ser tendidos de tal manera que permitan un acceso seguro en la instalación, inspección y mantenimiento de ellos.

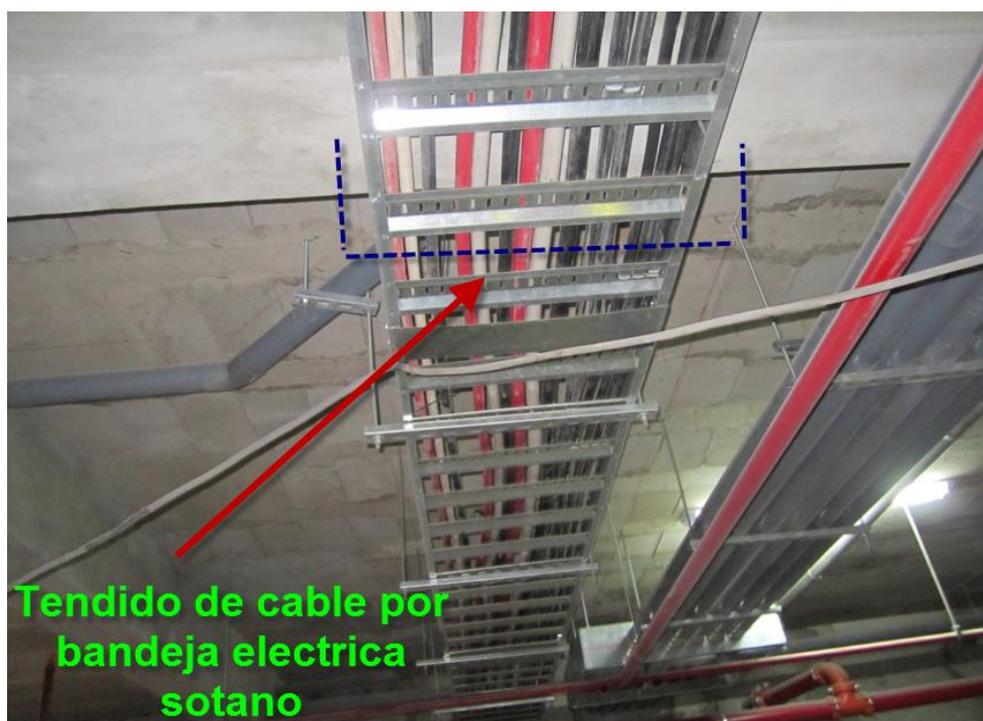


Figura 53: Tendido de cable en bandeja eléctrica

Circuito N° 1:

Tabla 5: Cálculo de caída de tensión circuito N° 1

CIRCUITO N° 1	CARGA (KW)	CARGA ACUMULADA (KW)	TENSION	INTENSIDAD (AMP)	LONGITUD (Mts)	Cable de BT	CAÍDA DE TENSIÓN (V)	% DE CAÍDA DE TENSIÓN	Estado del Cable
NODO 0-1	78.37	78.37	230	203.96	20.00	3-1x185 mm ² NAYY	1.65	0.72	Cable cumple
					20.00	TOTAL	1.65	0.72	

Fuente: Elaboración propia

Circuito N° 2:

Tabla 6: Cálculo de caída de tensión circuito N° 2

CIRCUITO N° 2	CARGA (KW)	CARGA ACUMULADA (KW)	TENSION	INTENSIDAD (AMP)	LONGITUD (Mts)	Cable de BT	CAÍDA DE TENSIÓN (V)	% DE CAÍDA DE TENSIÓN	Estado del Cable
NODO 0-1	69.94	69.94	230	179.79	66.00	3-1x120 mm ² NAYY	6.66	2.89	Cable cumple
					66.00	TOTAL	6.66	2.89	

Fuente: Elaboración propia

Circuito N° 3:

Tabla 7: Cálculo de caída de tensión circuito N° 3

CIRCUITO N° 3	CARGA (KW)	CARGA ACUMULADA (KW)	TENSION	INTENSIDAD (AMP)	LONGITUD (Mts)	Cable de BT	CAÍDA DE TENSIÓN (V)	% DE CAÍDA DE TENSIÓN	Estado del Cable
NODO 0-1	50.62	104.16	230	130.84	91.00	3-1x300 mm ² NAYY	3.49	1.52	Cable cumple
NODO 2-3	53.54	53.54	230	138.17	39.00	3-1x185 mm ² NAYY	2.18	0.95	Cable cumple
					130.00	TOTAL	5.67	2.47	

Fuente: Elaboración propia

Circuito N° 4:

Tabla 8: Cálculo de caída de tensión circuito N° 4

CIRCUITO N° 4	CARGA (KW)	CARGA ACUMULADA (KW)	TENSION	INTENSIDAD (AMP)	LONGITUD (Mts)	Cable de BT	CAÍDA DE TENSIÓN (V)	% DE CAÍDA DE TENSIÓN	Estado del Cable
NODO 0-1	69.99	69.99	230	179.80	103.00	3-1x300 mm ² NAYY	5.43	2.36	Cable cumple
					103.00	TOTAL	5.43	2.36	

Fuente: Elaboración propia

3.2.4. Cálculos de los cuadros de cargas para la torre A, B, C, D y E

A continuación se muestran los cuadros de cargas de los departamentos de las diferentes torres más los servicios generales por torre. Así también se muestra los suministros a solicitar a la concesionaria (suministros trifásicos y monofásicos).

Los suministros para los departamentos serán monofásicos, implementados con un sistema de medición de energía eléctrica concentrada, el resto de los suministros serán de tipo convencional trifásico.

Tabla 9: Cuadro de carga Torre A

CUADRO DE CARGA SANTA CLARA TORRE A						
1) TABLEROS TD-1,1 ó TD-1,2 (37)						
45 A < 90 m ²						
DESCRIPCION				PI (W)	F.D.	MD(W)
CARGA BASICA PRIMEROS	90	m ²	= 2500 W/m ²	2500	1.00	2500 *
CALENTADOR	1	und	x 1500 W/m ²	1500	1.00	1500
COCINA	1	und	x 4100 W/m ²	4100	1.00	4100
LAVADORA / SECADORA	1	und	x 2500 W/m ²	2500	0.25	625
TOTAL				10600	---	8725
POTENCIA A CONTRATAR: 5 kW (8725 x 0.6)						
2) TABLERO DE SERVICIOS GENERALES "TSG-A"						
DESCRIPCION				PI (W)	F.D.	MD(W)
CARGA BASICA CORREDOR + ESCALERA	330	m ²	x 10 W/m ²	3300	1.00	3300
CACI	1		x 300 W/m ²	300	1.00	300
DIR TELF. PORTERO	1		x 300 W/m ²	300	1.00	300
PRESURIZACION DE ESCALERAS	1	(3)	HP n= 0.9	2487	1.00	2487
ASCENSOR	2	(6)	HP n= 0.9	9947	1.00	9947
TOTAL				16333	---	16333
POTENCIA A CONTRATAR: 16 kW (16333 W x 1.00)						
SUMINISTROS SOLICITADOS:						
1) TREINTA Y SIETE (37) SUMINISTROS MONOFASICOS CON UNA CARGA A CONTRATAR DE 5kW,220V,60Hz						
2) UN (01) SUMINISTRO TRIFASICO CON UNA CARGA A CONTRATAR DE 16kW, 220V, 60Hz. PARA EL TABLERO DE SERVICIOS GENERALES "TSG-A"						

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10: Cuadro de carga Torre B

CUADRO DE CARGA SANTA CLARA TORRE B						
1) TABLERO TD-1.1 ó TD-1.2 (34)						
45 A < 90 m ²						
DESCRIPCION				PI (W)	F.D.	MD(W)
CARGA BASICA PRIMEROS	90	m ²	= 2500 W/m ²	2500	1.00	2500 *
CALENTADOR	1	und	x 1500 W/m ²	1500	1.00	1500
COCINA	1	und	x 4100 W/m ²	4100	1.00	4100
LAVADORA / SECADORA	1	und	x 2500 W/m ²	2500	0.25	625
TOTAL				10600	---	8725
POTENCIA A CONTRATAR:	5 kW		(8725 x 0.6)			
2) TD-2 (2)						
45 m ²						
DESCRIPCION				PI (W)	F.D.	MD(W)
CARGA BASICA PRIMEROS	45	m ²	= 1500 W/m ²	1500	1.00	1500 *
CALENTADOR	1	und	x 1500 W/m ²	1500	1.00	1500
COCINA	1	und	x 4100 W/m ²	4100	1.00	4100
LAVADORA / SECADORA	1	und	x 2500 W/m ²	2500	0.25	625
TOTAL				9600	---	7725
POTENCIA A CONTRATAR:	5 kW		(7725 x 0.6)			
3)TABLERO DE SERVICIOS GENERALES "TSG-B"						
DESCRIPCION						
CARGA BASICA CORREDOR + ESCALERA	270	m ²	x 10 W/m ²	2700	1.00	2700
CACI	1		x 300 W/m ²	300	1.00	300
DIR TELF. PORTERO	1		x 300 W/m ²	300	1.00	300
PRESURIZACION DE ESCALERAS	EC-03	1.5	HP n= 0.9	1243	1.00	1243
ASCENSOR	6		HP n= 0.9	4973	1.00	4973
TOTAL				9517	---	9517
POTENCIA A CONTRATAR:	10 kW		(9517 W x 1.00)			
SUMINISTROS SOLICITADOS:						
1) TREINTA Y SEIS (36) SUMINISTROS MONOFASICOS CON UNA CARGA A CONTRATAR DE 5kW,220V,60Hz EL TABLERO DE SERVICIOS GENERALES "TSG-B"						

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11: Cuadro de carga Torre C

CUADRO DE CARGA SANTA CLARA TORRE C						
1) TABLEROS TD-1.1 (20)						
45 A < 90 m ²						
DESCRIPCION				PI (W)	F.D.	MD(W)
CARGA BASICA PRIMEROS	90	m ²	= 2500 W/m ²	2500	1.00	2500
CALENTADOR	1	und	x 1500 W/m ²	1500	1.00	1500
COCINA	1	und	x 4100 W/m ²	4100	1.00	4100
LAVADORA / SECADORA	1	und	x 2500 W/m ²	2500	0.25	625
TOTAL				10600	---	8725
POTENCIA A CONTRATAR:	5 kW		(8725 x 0.6)			
2) TABLERO TD-2 (2)						
A < 45 m ²						
DESCRIPCION				PI (W)	F.D.	MD(W)
CARGA BASICA PRIMEROS	45	m ²	= 1500 W/m ²	1500	1.00	1500
CALENTADOR	1	und	x 1500 W/m ²	1500	1.00	1500
COCINA	1	und	x 4100 W/m ²	4100	1.00	4100
LAVADORA / SECADORA	1	und	x 2500 W/m ²	2500	0.25	625
TOTAL				9600	---	7725
POTENCIA A CONTRATAR:	5 kW		(7725 x 0.6)			
3)TABLERO DE SERVICIOS GENERALES "TSG-C"						
DESCRIPCION						
CARGA BASICA CORREDOR + ESCALERA	170	m ²	x 10 W/m ²	1700	1.00	1700
CACI	1		x 300 W/m ²	300	1.00	300
DIR TELF. PORTERO	1		x 300 W/m ²	300	1.00	300
ASCENSOR	6		HP n= 0.9	4973	1.00	4973
PRESURIZACION ESCALERA	EC-04	1.5	HP n= 0.9	1243	1.00	1243
TOTAL				8517	---	8517
POTENCIA A CONTRATAR:	9 kW		(8517 W x 1.00)			
SUMINISTROS SOLICITADOS:						
1) VEINTIDOS (22) SUMINISTROS MONOFASICOS CON UNA CARGA A CONTRATAR DE 5kW,220V,60Hz 2) UN (01) SUMINISTRO TRIFASICO CON UNA CARGA A CONTRATAR DE 9KW, 220V, 60Hz. PARA EL TABLERO DE SERVICIOS GENERALES "TSG-C"						

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12: Cuadro de carga Torre D

CUADRO DE CARGA SANTA CLARA TORRE D							
1) TABLEROS TD-1.1 ó TD-1.2(24)							
45 A < 90 m ²							
DESCRIPCION					PI (W)	F.D.	MD(W)
CARGA BASICA PRIMEROS	90	m ²	=	2500 W/m ²	2500	1.00	2500
CALENTADOR	1	und	x	1500 W/m ²	1500	1.00	1500
COCINA	1	und	x	4100 W/m ²	4100	1.00	4100
LAVADORA / SECADORA	1	und	x	2500 W/m ²	2500	0.25	625
TOTAL					10600	---	8725
POTENCIA A CONTRATAR:	5 kW		(8725 x 0.6)			
2)TABLERO DE SERVICIOS GENERALES "TSG-D"							
DESCRIPCION					PI (W)	F.D.	MD(W)
CARGA BASICA CORREDOR + ESCALERA	170	m ²	x	10 W/m ²	1700	1.00	1700
CACI	1		x	300 W/m ²	300	1.00	300
DIR. TELF. PORTERO	1		x	300 W/m ²	300	1.00	300
ASCENSOR	6	HP		n= 0.9	4973	1.00	4973
PRESURIZACION ESCALERA	EC-06	1.5	HP	n= 0.9	1243	1.00	1243
TOTAL					8517	---	8517
POTENCIA A CONTRATAR:	9 kW		(8517 W x 1.00)			
SUMINISTROS SOLICITADOS:							
1) VEINTICUATRO (24) SUMINISTROS MONOFASICOS CON UNA CARGA A CONTRATAR DE 5kW,220V,60Hz							
2) UN (01) SUMINISTRO TRIFASICO CON UNA CARGA A CONTRATAR DE 9KW, 220V, 60Hz. PARA EL TABLERO DE SERVICIOS GENERALES "TSG-D"							

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13: Cuadro de carga Torre E

CUADRO DE CARGA SANTA CLARA TORRE E							
1) TABLEROS TD-1.1 ó TD-1.2 (36)							
45 A < 90 m ²							
DESCRIPCION					PI (W)	F.D.	MD(W)
CARGA BASICA PRIMEROS	90	m ²	=	2500 W/m ²	2500	1.00	2500
CALENTADOR	1	und	x	1500 W/m ²	1500	1.00	1500
COCINA	1	und	x	4100 W/m ²	4100	1.00	4100
LAVADORA / SECADORA	1	und	x	2500 W/m ²	2500	0.25	625
TOTAL					10600	---	8725
POTENCIA A CONTRATAR:	5 kW		(8725 x 0.6)			
2)TABLERO DE SERVICIOS GENERALES "TSG-E"							
DESCRIPCION					PI (W)	F.D.	MD(W)
CARGA BASICA CORREDOR + ESCALERA	245	m ²	x	10 W/m ²	2450	1.00	2450
CACI	1		x	300 W/m ²	300	1.00	300
DIR TELF. PORTERO	1		x	300 W/m ²	300	1.00	300
ASCENSOR	6	HP		n= 0.9	4973	1.00	4973
PRESURIZACION ESCALERA	EC-05	1.5	HP	n= 0.9	1243	1.00	1243
TOTAL					9267	---	9267
POTENCIA A CONTRATAR:	9 kW		(9267 W x 1.00)			
SUMINISTROS SOLICITADOS:							
1) TREINTA Y SEIS (36) SUMINISTROS MONOFASICOS CON UNA CARGA A CONTRATAR DE 5kW,220V,60Hz							
2) UN (01) SUMINISTRO TRIFASICO CON UNA CARGA A CONTRATAR DE 9KW, 220V, 60Hz. PARA EL TABLERO DE SERVICIOS GENERALES "TSG-E"							

Fuente: Elaboración propia

3.2.5. Calculo de cuadro de carga Locales Comerciales

Tabla 14: Cuadro de carga Locales Comerciales

CUADRO DE CARGA LOCALES COMERCIALES									
1) TABLERO TD-L(4)									
						A= 56 m ²			
DESCRIPCION						PI (W)	F.D.	MD(W)	
CARGA BASICA COMERCIO						56 m ² x 25 W/m ²	1400	1.00	1400
AVISO LUMINOSO						4 m x 200 W/m	800	1.00	800
TOTAL							2200	---	2200
POTENCIA A CONTRATAR:						2 kW	(2200 x	1.00)
SUMINISTROS SOLICITADOS:									
1) CUATRO (4) SUMINISTROS MONOFASICO CON UNA CARGA A CONTRATAR DE 2kW,220V,60Hz. PARA EL TABLERO DE LOCAL COMERCIAL "TD-L"									

Fuente: Elaboración propia

3.2.6. Calculo de cuadro de carga servicios comunes

En las siguientes tablas se muestran los cuadros de cargas de los servicios comunes, de estacionamientos y sistema de bomba contra incendio. Ver tabla

Tabla 15: Cuadro de carga Servicios Comunes

TABLERO DE SERVICIOS COMUNES "TSC"										
DESCRIPCION						PI (W)	F.D.	MD(W)		
TS-GYM	CARGA BASICA GYM: 30 m ² x 10 W/m ²						300	1.00	300	
	MAQUINAS GYM: 1500 W						1500	1.00	1500	
	TS-ADM	CARGA BASICA ADMINISTRACION : 45 m ² x 50 W/m ²						2250	1.00	2250
		COMPUTO : 13 pto x 150 W/pto						1950	1.00	1950
SUBTOTAL						6000	---	6000		
TS-SUM	CARGA BASICA SUM: 50 m ² x 10 W/m ²						500	1.00	500	
TF-BA	BOMBA AGUA 4 (3)HP n= 0.9						9947	0.75	7460	
	BOMBA SUMIDERO 2 (1.5)HP						2487	0.50	1243	
	SUBTOTAL						12433	---	8703	
T-GAR	C.B. GARITA 4 m ² x 10 W/m ²						40	1.00	40	
	ALUMBRADO EXTERIOR 28 pto x 80 W/pto						2240	1.00	2240	
	DIR TELF PORTERO, TV CABLE, CACI 1 x 500 W/m ²						500	1.00	500	
	PUERTA LEVADIZA 2 (0.5)HP n= 0.9						829	1.00	829	
SUBTOTAL						3609	---	3609		
TOTAL						22542	---	18812		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16: Cuadro de carga Estacionamiento

TABLERO DE ESTACIONAMIENTO "TSG-EST"										
DESCRIPCION					PI (W)	F.D.	MD(W)			
CARGA BASICA ESTACIONAMIENTO					890	m ² x	10 W/m ²	8900	1.00	8900
EX-MO					5	HP	n= 0.9	4144	1.00	4144
TOTAL								13044	---	13044

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17: Cuadro General Servicios Comunes y de Estacionamiento

TABLERO (TP)							
DESCRIPCION					PI (W)	F.D.	MD(W)
TABLERO DE SERVICIOS COMUNES "TSC"					22542	---	18812
TABLERO DE ESTACIONAMIENTO "TSG-EST"					13044	---	13044
TOTAL					35587	---	31857
POTENCIA A CONTRATAR:					32	kW	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18: Cuadro de carga Bomba Contra Incendio

TABLERO DE BOMBAS CONTRA INCENDIO "TF-BCI"								
DESCRIPCION					PI (W)	F.D.	MD(W)	
BOMBA JOCKEY :	1	unid	3/4	HP	n= 0.90	622	1.00	622
BOMBA CONTRA INCENDIO :	1	unid	40	HP	n= 0.90	33156	1.00	33156
TOTAL						33777	---	33777
POTENCIA A CONTRATAR:					42	kW	(1.25 x 33156 + 622)	

Fuente: Elaboración propia

SUMINISTROS SOLICITADOS:

- 1) UN (01) SUMINISTRO TRIFASICO CON UNA CARGA A CONTRATAR DE 32 kW, 220V, 60Hz. PARA EL TABLERO (TP), QUE SUMINISTRARÁ ENERGIA A EL TABLERO DE SERVICIOS COMUNES "TSC" Y A EL TABLERO DE ESTACIONAMIENTO "TG-EST"
- 2) UN (01) SUMINISTRO TRIFASICO CON UNA CARGA A CONTRATAR DE 42 kW, 220V, 60Hz. PARA EL TABLERO DE BOMBA CONTRA INCENDIOS "TF-BCI"

3.2.7. Calculo de los cuadro de carga bancos de concentradores

En las siguientes tablas se muestran los cuadros de cargas de los bancos de concentradores por cada torre.

Tabla 19: Banco de concentradores Torre A

BANCO DE CONCENTRADORES TORRE A (37 DPTOS.)			
DESCRIPCION	PI (W)	F.D.	MD(W)
UN DEPARTAMENTO : 1 x 8 725 W	8725	1.00	8725
DOS DEPARTAMENTOS : 2 x 8 725 W	17450	0.65	11343
DOS DEPARTAMENTOS : 2 x 8 725 W	17450	0.40	6980
QUINCE DEPARTAMENTOS : 15 x 8 725 W	130875	0.30	39263
DIECISIETE DEPARTAMENTOS : 17 x 8 725 W	148325	0.25	37081
SUBTOTAL	322825	---	103392

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20: Banco de concentradores Torre B

BANCO DE CONCENTRADORES TORRE B (36 DPTOS.)			
DESCRIPCION	PI (W)	F.D.	MD(W)
UN DEPARTAMENTO : 1 x 8 725 W	8725	1.00	8725
DOS DEPARTAMENTOS : 2 x 8 725 W	17450	0.65	11343
DOS DEPARTAMENTOS : 2 x 8 725 W	17450	0.40	6980
QUINCE DEPARTAMENTOS : 15 x 8 725 W	130875	0.30	39263
CATORCE DEPARTAMENTOS : 14 x 8 725 W	122150	0.25	30538
DOS DEPARTAMENTOS : 2 x 7 725 W	15450	0.25	3863
SUBTOTAL	312100	---	100712

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21: Banco de concentradores Torre C

BANCO DE CONCENTRADORES TORRES C (22 DPTOS.)			
DESCRIPCION	PI (W)	F.D.	MD(W)
UN DEPARTAMENTO : 1 x 8 725 W	8725	1.00	8725
DOS DEPARTAMENTOS : 2 x 8 725 W	17450	0.65	11343
DOS DEPARTAMENTOS : 2 x 8 725 W	17450	0.40	6980
QUINCE DEPARTAMENTOS : 15 x 8 725 W	130875	0.30	39263
DOS DEPARTAMENTOS : 2 x 7 725 W	15450	0.25	3863
SUBTOTAL	189950	---	70174

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22: Banco de concentradores Torre D

BANCO DE CONCENTRADORES TORRES D (24 DPTOS.)			
DESCRIPCION	PI (W)	F.D.	MD(W)
UN DEPARTAMENTO : 1 x 8 725 W	8725	1.00	8725
DOS DEPARTAMENTOS : 2 x 8 725 W	17450	0.65	11343
DOS DEPARTAMENTOS : 2 x 8 725 W	17450	0.40	6980
QUINCE DEPARTAMENTOS : 15 x 8 725 W	130875	0.30	39263
CUATRO DEPARTAMENTOS : 4 x 8 725 W	34900	0.25	8725
SUBTOTAL	209400	---	75036

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23: Banco de concentradores Torre E

BANCO DE CONCENTRADORES TORRE E (36 DPTOS.)			
DESCRIPCION	PI (W)	F.D.	MD(W)
UN DEPARTAMENTO : 1 x 8 725 W	8725	1.00	8725
DOS DEPARTAMENTOS : 2 x 8 725 W	17450	0.65	11343
DOS DEPARTAMENTOS : 2 x 8 725 W	17450	0.40	6980
QUINCE DEPARTAMENTOS : 15 x 8 725 W	130875	0.30	39263
DIECISEIS DEPARTAMENTOS : 16 x 8 725 W	139600	0.25	34900
SUBTOTAL	314100	---	101211

Fuente: Elaboración propia

3.2.8. Calculo de cuadro de carga banco de medidor L.C.

En la siguiente Tabla 11, se muestran el cuadro de carga del banco de medidores para los locales comerciales.

Tabla 24: Banco de medidores Locales Comerciales

BANCO DE MEDIDORES DE LOCALES (4 LOCALES)			
DESCRIPCION	PI (W)	F.D.	MD(W)
CUATRO LOCALES : 4 x 2000 W	8000	1.00	8000
SUBTOTAL	8000	---	8000

Fuente: Elaboración propia

3.2.9. Calculo cuadro de carga Suministro totalizador

En la siguiente tabla se muestran el cuadro de carga general los departamentos con sus servicios generales respectivos.

Tabla 25: Suministro Totalizador

TOTALIZADOR			
CUADRO DE CARGAS GENERAL (DPTOS + TSG)			
DESCRIPCION	PI (W)	F.D.	MD(W)
BANCO DE CONCENTRADORES TORRE A (37 DPTOS.)	103392	0.60	62035
TSG-A	16333	1.00	16333
BANCO DE CONCENTRADORES TORRE B (36 DPTOS.)	100712	0.60	60427
TSG-B	9517	1.00	9517
BANCO DE CONCENTRADORES TORRES C (22 DPTOS.)	70174	0.60	42104
TSG-C	8517	1.00	8517
BANCO DE CONCENTRADORES TORRES D (24 DPTOS.)	75036	0.60	45022
TSG-D	8517	1.00	8517
BANCO DE CONCENTRADORES TORRE E (36 DPTOS.)	101211	0.60	60727
TSG-E	9267	1.00	9267
TOTAL	502675	---	322466

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

Los sistemas de concentradores eléctricos son una buena alternativa de remplazo frente a los sistemas de medición convencional aplicados a un sistema remoto de medición de energía eléctrica, tal como se mostró en la implementación. Estos equipos pueden monitorear, administrar los parámetros eléctricos existentes, realizando múltiples operación de forma remota. Así también ofrece múltiples ventajas como el ahorro de espacio, la calidad de energía registrada y minimizando las pérdidas al realizar le lectura del suministro ya que todo ello se realiza de forma remota y en tiempo real.

La instalación en campo de los concentradores es relativamente sencilla, basta con adosar o empotrar el tablero concentrador, instalar la acometida al interruptor principal y por último instalar los cables internos de los departamentos a su respectivo interruptor termomagnético. No requiere de accesorios ni materiales eléctricos adicionales a los empleados en los sistemas tradicionales.

Estos sistemas de medición por concentradores son aplicados exclusivamente para usos donde se requiera niveles de corriente no mayor a los 100 Amp. para sistemas trifásicos y no mayor 50 Amp. para sistemas monofásicos, ya que estos equipos de medición poseen un rango de corriente máxima admisible de trabajo. Por ello estos equipos de medición son ideales para departamentos o usos en donde la capacidad de corriente requerida no exceda este rango.

Por ello es recomendable reemplazar los medidores convencionales por un sistema de medición concentrada para aplicaciones en conjuntos residenciales o en proyectos donde la cantidad de suministros mayor al espacio de instalación o donde se requiera un sistema de medición más eficiente e innovador.

Se ha realizado el análisis de carga de cada uno de los departamentos del conjunto residencial llegando a calcular los calibres adecuados para la alimentación de los bancos de concentradores y no caer el sobredimensionamientos por temor a no cumplir con los parámetros solicitados.

Todos los parámetros elegidos cumple con las recomendaciones según norma, la puesta servicio del sistema de red particular en baja tensión y el sistema de concentradores eléctricos fue un éxito.

RECOMENDACIONES

Se recomienda que los tableros concentradores deben ir en zonas seguras que no ofrezcan riesgos a terceros, no ser estar ubicado en jardines o zona húmedas donde se tenga que regar y/o remover el terreno constantemente. Debe permitir el libre acceso y apertura del tablero en todo momento dejando siempre un espacio libre de 50 cm para libre tránsito.

Siempre tener en cuenta el ancho de los tableros concentradores ya que es el mismo que tendrá el radio de apertura de las puertas exteriores

La altura dada entre la base de concreto más la base de ángulos (55 cm) es con respecto al piso terminado y en ningún caso puede ser menor, la parte superior del tablero concentrador debe llegar a 1.80 m de altura como máximo respecto al piso terminado.

Es recomendable que para la ejecución de los trabajos en obra, será siempre necesario hacer un plan de trabajo, con los responsables establecidos, cuadrilla de trabajo, equipos y herramientas, procedimiento de trabajo, riesgos de los trabajos a ejecutar, horarios establecidos para cada actividad un plan de contingencia con evaluación de riesgos, concluido los trabajos será necesario una evaluación de los trabajos realizados.

En lo referente a conductores de la red particular, el tendido deberá ser supervisado de tal manera que el procedimiento se ejecute sin dañar el

conductor y después del tendido de cable se realice la prueba de aislamiento para todo este conforme.

Los tableros de distribución deberán ser revisados, verificando el conexionado interno y que cumpla con los diagramas de circuitos que se expresan en los planos.

BIBLIOGRAFIA

- Diario El Peruano (2009). Normas Legales. Recuperado en octubre 24, 2015. Disponible en <http://intranet2.minem.gob.pe/web/archivos/dge/publicaciones/compendio/rm137-2009.pdf>
- Cabello, B. J. (2013). Sistema de Medición Centralizada. Recuperado en octubre 26, 2015. Disponible en <https://es.scribd.com/doc/174924060/Presentacion-Medicion-centralizada>
- Endesa educa (2014). Telegestión. Recuperado en noviembre 21, 2015. Disponible en http://www.endesaeduca.com/Endesa_educa/recursos-interactivos/el-transporte-de-electricidad/telegestion
- Coronado, F. (2010). Conexiones de Suministros. Recuperado en noviembre 27, 2015. Disponible en <https://es.scribd.com/doc/179786703/resumen-conexiones-2010#download>
- Promelsa (2014). Medidores Residenciales e Industriales. Recuperado en Diciembre 12, 2015. Disponible en http://www.promelsa.com.pe/pdf/foll_elster.pdf
- Discar (2014). Medidores Monofásicos Modelo “Dimet”. Recuperado en Diciembre 13, 2015. Disponible en http://www.discar.com/index/module_product/code,29/
- Ceper Cables (2015). NAYY Triplex Paralelo 0,6/1 kV. Recuperado en Diciembre 14, 2015. Disponible en <http://www.ceper.com.pe/pdf/142/nayy-triplex-paralelo.PDF>
- Código Nacional de Electricidad de Utilización 2006.
- Norma DGE

- Código nacional de edificaciones
- Código Nacional de Electricidad de Suministro 2011.
- Reglamento Nacional de Edificaciones.
- Normas de Distribución de Luz del Sur.

ANEXOS

Ver planos adjuntos del sistema de red particular en baja tensión o red, detalle de los bancos de concentradores, totalizador y otros.

Ceper Cables NAYY, Características de dimensiones

Sección Nominal (mm ²)	Número de Hilos por Conductor	Espesor Nominal (mm)		Dimensiones Exteriores (mm)		Peso Total (Kg/Km)
		Aislante	Cubierta	Diámetro Cada Fase	Cable Total	
10	1	1,0	1,4	9,0	9,0 x 27	285
16	7	1,0	1,4	10,0	10 x 30	375
25	7	1,2	1,4	12,0	12 x 36	520
35	7	1,2	1,4	13,0	13 x 39	635
50	7	1,4	1,4	15,0	15 x 45	815
70	19	1,4	1,5	17,0	17 x 51	1080
95	19	1,6	1,6	18,5	19 x 57	1435
120	19	1,6	1,7	21,0	21 x 63	1720
150	19	1,8	1,6	22,0	22 x 66	2035
185	37	2,0	1,8	25,0	25 x 75	2545
240	37	2,2	1,8	27,0	27 x 81	3190
300	37	2,4	2,0	30,0	30 x 90	3910
400	61	2,6	2,0	34,0	34 x 102	4910
500	61	2,8	2,2	37,0	37 x 111	6180

Ceper Cables NAYY, Características eléctricas

Sección Nominal (mm ²)	Resistencia Conductor (Ohm/Km)		Reactancia Inductiva Ohm/Km a 60 Hz	Capacidad de Corriente (Amp)	
	c.c. a 20°C	c.a. a 80°C		Aire Libre 30°C	Enterrado Temp=20°C 100°C-cm/W
10	3,080	3,825	0,152	55	72
16	1,910	2,372	0,143	73	94
25	1,200	1,490	0,138	98	121
35	0,8680	1,078	0,132	121	145
50	0,6410	0,796	0,128	149	172
70	0,4430	0,551	0,124	188	211
95	0,3200	0,398	0,122	233	253
120	0,2530	0,315	0,119	272	289
150	0,2060	0,257	0,119	313	323
185	0,1640	0,205	0,118	363	366
240	0,1250	0,158	0,117	434	425
300	0,1000	0,127	0,116	502	479
400	0,0778	0,100	0,114	594	549
500	0,0605	0,080	0,113	691	624