

**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL
DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD**

TEMA:

**Instalación de redes subterráneas en baja y media
tensión aplicada en una Urbanización.**

AUTOR:

Zúñiga Salinas, Carlos Francisco

Trabajo de titulación previo a la obtención del grado de

INGENIERO EN ELÉCTRICIDAD

TUTOR:

Ing. Miguel Armando Heras Sánchez.

Guayaquil, Ecuador

2024



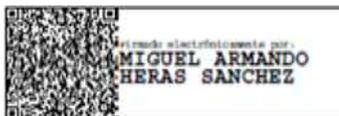
UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACION TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERIA EN ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación, fue realizado en su totalidad por el Sr. Zúñiga Salinas, Carlos Francisco, como requerimiento para la obtención del título de **INGENIERO ELÉCTRICO**.

TUTOR



f. _____
Ing. Miguel Armando Heras Sánchez.

DIRECTOR DE LA CARRERA

f. _____
Ing. Celso Bayardo Bohórquez Escobar

Guayaquil, a los 18 días del mes de febrero del año 2024



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE EDUCACION TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERIA EN ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Zúñiga Salinas, Carlos Francisco

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación: **Instalación de redes subterráneas en baja y media tensión aplicadas en una Urbanización**, previo a la obtención del título de **INGENIERO ELÉCTRICO**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 18 días del mes de febrero del año 2024

EL AUTOR

f. _____
Zúñiga Salinas, Carlos Francisco



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE EDUCACION TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERIA EN ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN**

AUTORIZACIÓN

Yo, Zúñiga Salinas Carlos Francisco

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: **Instalación de redes subterráneas en baja y media tensión aplicadas en una Urbanización**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 18 días del mes de febrero del año 2024

EL AUTOR:

f. _____
Zúñiga Salinas, Carlos Francisco



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACION TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERIA EN ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN

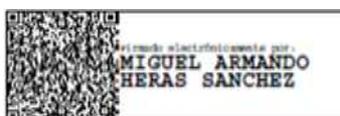
CERTIFICADO COMPILATIO

La Dirección de las Carreras Telecomunicaciones, Electricidad y Electrónica y Automatización revisó el Trabajo de Integración Curricular: **Instalación de redes subterráneas en baja y media tensión aplicadas en una Urbanización.** presentado por el estudiante **Zúñiga Salinas Carlos Francisco**, de la carrera de **Electricidad**, donde obtuvo del programa COMPILATIO, el valor de **3 %** de coincidencias, considerando ser aprobada por esta dirección.

The screenshot displays the COMPILATIO interface for user Carlos Zúñiga. It shows a 3% match rate and a list of detected sources. The table below summarizes the data from the 'Fuentes principales detectadas' section.

Nº	Descripción	Destacado	Cópiadas	Total coincidencias
1	1000 MANANAS REVIEWS DE... (1 documento)	Si		1 coincidencia
2	Documentos de... (2 documentos)	Si		2 coincidencias
3	Documentos de... (2 documentos)	No		0 coincidencias
4	Documentos de... (2 documentos)	No		0 coincidencias
5	Documentos de... (2 documentos)	No		0 coincidencias
6	Documentos de... (2 documentos)	No		0 coincidencias

Certifican,



Ing. Miguel Armando Heras Sánchez.
Revisor - COMPILATE

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradecerle a Dios por otorgarme salud y bendiciones para culminar mis estudios, ha sido un proceso con altas y baja pero siempre mí fe y mi paciencia estuvo intacta.

Le agradezco a mis tíos por su apoyo incondicional en todo mi proceso estudiantil y a toda mi familia en general por sus consejos y buenos deseos que siempre me han dado.

Le agradezco a mis compañeros de estudios por demostrar siempre lealtad y amistad en todo ámbito.

Le agradezco a todos mis amigos que siempre confiaron en mí, y de una u otra manera estuvieron ahí para motivarme a seguir adelante.

DEDICATORIA

Deseo dedicar este trabajo a mi Dios todo poderoso, a mis padres que me dieron la vida, mis hijas que son mi motor para seguir adelante, mi tía Sandra que es mi segunda madre y sobre todo a mi tío John que es mi mentor y mi motivación para yo haber seguido esta carrera.

Le dedico este título a todas las personas que fueron parte de este proceso y que de una u otra manera estuvieron siempre con la mejor predisposición para ayudarme y motivarme a seguir adelante.

A mis profesores, los mismos que demostraron su profesionalismo en cada clase impartida.

A mis seres queridos que por ciertas razones no se encuentran junto a mí en este momento, sobre todo a los que adelantaron el viaje y se encuentran junto al todo poderoso.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACION TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERIA EN ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN**

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. _____

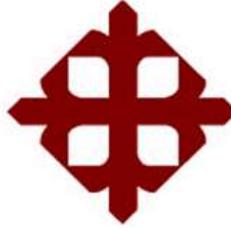
Ing. Celso Bayardo Bohórquez Escobar
DECANO O DIRECTOR DE CARRERA

f. _____

Ing. Ubilla González Ricardo Xavier
COORDINADOR DEL ÁREA O DOCENTE DE LA CARRERA

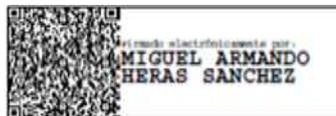
f. _____

ING. Bohórquez Heras Daniel Bayardo, MSC.
OPONENTE



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**
FACULTAD DE EDUCACION TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERIA EN ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN

CALIFICACIÓN



Ing. Miguel Armando Heras Sánchez

TUTOR

Contenido

Capítulo 1: Aspectos generales	2
1.1. Introducción	2
1.2. Explicación del problema	2
1.3. Demostración del problema	3
1.4. Objetivos Generales	3
1.4.1. Objetivos Específicos	4
1.5. Hipótesis	4
1.6. Metodología de Investigación	4
Capítulo 2: Marco Teórico	5
2.1. Sistema de distribución	5
2.2. Sistema de distribución aéreo	6
2.3. Sistema de distribución subterránea	9
2.3.1. Obra Civil	10
2.3.1.1 Ductos	10
2.3.1.2. Zanjas	11
2.3.1.3. Caja de paso	12
2.4. Switch Vista	12
2.4.1. Características del Switch Vista	13

2.4.1.1. Interruptor seccionador de carga	13
2.4.1.2. Interruptores de fallas	14
2.4.1.3. Operación manual	14
2.4.1.4. Operación motorizada	15
2.4.1.5. Terminales	15
2.4.1.6. Indicación potencial con prueba de funcionamiento	16
2.4.1.7. Control de Sobre Corriente.....	17
2.4.1.8. Capacidades de Switch Vista.....	17
2.4.2. Codo de freno 600 amperios	19
2.4.3. Cable para media tensión.....	20
2.4.4. Sistema de Medición indirecta.....	20
2.4.4.1. Transformador de corriente para media tensión	21
2.4.4.2. Transformador de potencial para media tensión.....	22
2.4.5. Transformador de Distribución.....	22
2.4.5.1. Transformador de Distribución Convencional de poste.....	23
2.4.5.2. Transformador Tipo Autoprotegido (DAE).....	23
2.4.5.3. Transformador Tipo Seco.	24
2.4.5.4. Transformador Tipo Pad Mounted.....	25
2.4.5.4.1. Transformador Tipo Pad Mounted monofásico.	25

2.4.5.4.1.1. Partes del Transformador Tipo Pad Mounted monofásico.	26
2.4.5.4.2. Transformador Tipo Pad Mounted Trifásico.	28
2.5. Redes en baja tensión.	29
2.6. Cable para uso de baja tensión.	29
2.6.1. Capacidad de amperaje de cables de baja tensión.	32
2.7. Sistema de puesta a tierra.	32
2.7.1. Malla de puesta a tierra	33
2.8. Tablero de medidores	34
2.9. Alumbrado público	35
2.9.1. Luminarias LED	36
2.9.1. Luminaria LED Street 90-120W	36
Capítulo 3: Información de la Urbanización.	37
3.1. Generalidades	37
3.2. Descripción de Condominios	38
3.3. Descripción eléctrica de los Departamentos	38
Capítulo 4: Análisis de la carga eléctrica	39
4.1. Cálculo de carga.	39
4.2. Factor de coincidencia.	39
4.3. Método de Ebasco.	40

4.4.	Cálculo de carga de un departamento.	40
4.5.	Cálculo de carga Servicio General Condominios A B C D.	41
4.6.	Cálculo de transformador Condominios A B C D.....	42
4.7.	Cálculo de carga Servicio General Condominios E F G	43
4.8.	Cálculo de transformador Condominios E F G.....	44
4.9.	Cálculo de carga Servicio General Condominios H I	44
4.10.	Cálculo de transformador Condominios H I	45
4.11.	Cálculo de transformador #1	
	GARITA/ADMINISTRACION/SALÓN	46
4.12.	Cálculo de transformador #10 Área Social, Planta	
	Tratamiento	48
4.13.	Cálculo demanda total del Conjunto Residencial Belice ...	50
4.14.	Equipos de medición indirecta a utilizarse	50
4.15.	Red de media tensión.....	51
4.16.	Red de Baja Tensión.....	52
4.17.	Red de alumbrado público	53
4.18.	Sistema de puesta a tierra.....	54
	Capítulo 5: Proceso Constructivo	55
5.1.	Instalación de tubería redes de media tensión y baja	
	tensión.....	55

5.2.	Elaboración de cajas de paso.....	55
5.3.	Elaboración de bases de hormigón.....	55
5.4.	Cableado en media tensión.....	56
5.5.	Instalación del sistema puesta a tierra para Switch Vista y transformadores.....	56
5.6.	Montaje de Switch Vista y pad mounted.....	56
5.7.	Conexión de red de media tensión aérea y montaje de medición indirecta.....	57
5.8.	Montaje de poste para alumbrado público.....	57
5.9.	Montaje de tablero de medidores.....	57
5.10.	Cableado de redes de baja tensión.....	57
5.11.	Elaboración de puntas de conexión para media tensión...58	
5.12.	Instalación de terminales de conexión en baja tensión.....58	
5.13.	Energización y pruebas de voltaje.....	59
	Capítulo 6: Conclusiones y recomendaciones.....	60
6.1.	Conclusiones.....	60
6.2.	Recomendaciones.....	60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Sistema de distribución	5
Figura 2.2: Conductor preensamblado	7
Figura 2.3: Cruceta centrada	8
Figura 2.4: Herrajes	8
Figura 2.5: Redes Subterráneas	9
Figura 2.6: Canalización de redes	11
Figura 2.7: Caja de paso	12
Figura 2.8: Switch Vista	13
Figura 2.9: Operación manual Switch Vista	15
Figura 2.10: Boquilla tipo pozo 200 Amp	16
Figura 2.11: Capacidad Switch Vista	17
Figura 2.12: Vista frontal Switch Vista	18
Figura 2.13: Vista superior Switch Vista	18
Figura 2.14: Vista lateral Switch Vista	19
Figura 2.15: Codo de freno 600AMP	19
Figura 2.16: Cable 15 KV	20
Figura 2.17: Medición Indirecta en estructura de poste tipo H	21

Figura 2.18: Transformador de corriente para Media tensión	21
Figura 2.19: Transformador de potencial para Media tensión	22
Figura 2.20: Transformador Convencional de Poste	23
Figura 2.21: Transformador Tipo Autoprotegido	24
Figura 2.22: Transformador Tipo Seco	25
Figura 2.23: Transformador tipo Pad Mounted	25
Figura 2.24: Transformador tipo Pad Mounted Monofásico	26
Figura 2.25: Partes del Transformador tipo Pad Mounted Monofásico	27
Figura 2.26: Descripción de Transformador tipo Pad Mounted Monofásico	28
Figura 2.27: Transformador tipo Pad Mounted Trifásico	29
Figura 2.28: Cables para baja tensión	30
Figura 2.29: Abreviaturas de cables B.T.	31
Figura 2.30: Sistema puesta tierra	33
Figura 2.31: Malla de puesta a tierra	34
Figura 2.32: Tablero de Medidor	35
Figura 2.33: Alumbrado público	36
Figura 2.34: Luminaria Led	37
Figura 3.1: Plano eléctrico Departamento modelo Belice	40

Figura 4.1: Fórmula de método Ebasco _____	41
Figura 4.2: Cálculo de carga Departamento Belice _____	42
Figura 4.3: Cálculo de carga Servicio General Belice Condominio A B C D _____	43
Figura 4.4: Cálculo de Capacidad Transformador Condominios A B C D _____	44
Figura 4.5: Cálculo de carga Servicio General Belice Condominio E F G _____	44
Figura 4.6: Cálculo de Capacidad Transformador Condominios E F G ____	45
Figura 4.7: Cálculo de carga Servicio General Belice Condominio H I ____	46
Figura 4.8: Cálculo de Capacidad Transformador Condominios H I _____	47
Figura 4.9: Cálculo de carga de Garita _____	47
Figura 4.10: Cálculo de carga de Administración _____	48
Figura 4.11: Cálculo de carga de Salón Uso Multiple _____	48
Figura 4.12: Cálculo de Capacidad Transformador # 1 _____	49
Figura 4.13: Cálculo de carga área social _____	49
Figura 4.14: Cálculo de carga planta de tratamiento _____	50
Figura 4.15: Cálculo de Capacidad Transformador # 10 _____	50
Figura 4.16: Cálculo demanda total Belice _____	51

Figura 4.17: **Diagrama Unifilar Urbanización Belice** _____ **53**

Figura 4.18: **Red Baja Tensión Condominio D** _____ **54**

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: **Número de conductores por diámetro de tubería**_____ **11**

Tabla 2: **Profundidad de zanjas**_____ **12**

Tabla 3: **Amperaje que soportan conductores de cobre**_____ **33**

RESUMEN

El presente proyecto está ubicado en el Km. 4 de la vía Samborondón en la provincia del Guayas, el objetivo de este trabajo es mostrar una guía para la ejecución adecuada de las instalaciones eléctricas subterráneas tanto en media tensión como en baja tensión aplicando las normas y demostrando su conexión adecuada, en este caso de aérea a subterránea. Las instalaciones eléctricas subterráneas son construidas en base a la necesidad del proyecto, por lo que debemos saber qué tipo de tubería utilizar, los parámetros eléctricos para una selección correcta de cables principales y secundarios. La clasificación adecuada de los centros de carga y transformadores a utilizar. Es importante tener un buen diseño eléctrico aplicando todas las normas requeridas de la eléctrica a cargo del sector donde se desarrolla el mismo. Finalmente, establecer las normas de seguridad y el buen mantenimiento a los elementos que conforman toda la red ya sea en media y baja tensión.

Palabras claves: Subterráneas, Construcción, Centros de Carga, Seguridad, Mantenimiento, Normas.

Abstract

This project is located at km 4 of the Samborondón road in the province of Guayas, the objective of this work is to show a guide for the proper execution of underground electrical installations, both in medium voltage and low voltage, applying the standards and demonstrating its proper connection, as well as the transition from aerial to underground. The underground electrical installations are built based on the need of the project, complying with the technical regulations to select the type of pipe to be used, the electrical parameters for a correct selection of main and secondary feeder cables. The proper classification of the load centers and transformers to be used. It is important to have a good electrical design applying all the required standards of the electrical company in charge of the sector where it is developed. Finally, establish safety regulations and good maintenance of the elements that make up the entire network, whether in medium and low voltage.

Keywords: Underground, Construction, Load Centers, Security, Maintenance, Standards.

Capítulo 1: Aspectos generales

1.1. Introducción

Regulación Nro. ARCONEL 005/17 Considerando:

El artículo 65 de la ley orgánica del servicio público de energía eléctrica nos indica que las redes eléctricas en lotizaciones, urbanizaciones y edificios de propiedad horizontal, deben ser subterráneas y para poder recibir el suministro de energía eléctrica, la empresa eléctrica encargada de distribuir y comercializar electricidad debe solicitar a los constructores de proyectos inmobiliarios el título de propiedad legalizado e inscrito en el registrador de la propiedad; previo a esto la empresa eléctrica debe verificar que el proyecto se encuentre dentro de las zonas con factibilidad consideradas en el respectivo documento técnico expedido por la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos.

En la actualidad las grandes ciudades utilizan sistemas de distribución aéreos y subterráneos. Debemos de aclarar que el costo de las instalaciones subterráneas es mucho mayor al de las instalaciones aéreas. Las instalaciones subterráneas nos permiten utilizar demandas mayores debido a la capacidad de sus transformadores, es por este motivo que en las urbanizaciones y centros comerciales en su gran mayoría encontramos redes subterráneas.

1.2. Explicación del problema

Es común aún encontrarnos con poste que cuenta redes eléctricas, redes telefónicas y redes de televisión pagada, todas cruzadas entre sí,

generando un mal aspecto, además que tener cableado eléctrico cerca de un cableado telefónico puede generar interferencia electromagnética.

El mantenimiento de dicho cableado es más estricto en comparación al mantenimiento en una red subterránea, debido a que cada sistema va por tubería diferente.

1.3. Demostración del problema

Una imagen de un poste con distintas redes todas entrecruzadas entre sí y pegadas a la fachada de los edificios, muy aparte de ser mal vista, esta también representa peligro para las personas que habitan dichas edificaciones, por tal motivo en este proyecto se explica la instalación adecuada de una red subterránea y los pasos a seguir en el momento de urbanizar.

1.4. Objetivos generales

Demostrar las ventajas que existen a la hora de construir una red subterránea, entre las que podemos recalcar las siguientes:

Seguridad

Confiabilidad

Buena imagen arquitectónica

Menor impacto ambiental

1.4.1. Objetivos específicos

- Analizar el tipo de carga eléctrica residencial que se va a requerir en la urbanización. Vamos a realizar un estudio de demanda aplicando la norma Ebasco.
- Definir la carga total general a utilizarse y dimensionar la capacidad de centro de carga y transformador a utilizarse.
- Realizar un diseño eléctrico del diagrama unifilar aplicando un balanceo correcto de la carga.

1.5. Hipótesis

Mediante el proyecto propuesto se quiere demostrar los beneficios de las redes eléctricas soterradas, el provecho que le podemos sacar a las mismas en varios ámbitos, su instalación y la buena elección de los elementos que la conforman.

1.6. Metodología de investigación

Este proyecto trabaja con tres metodologías de investigación: descriptiva, documental y científica.

La investigación descriptiva debido a que esta puntualiza las características de la población a la cual se está estudiando. Describe la naturaleza de un segmento demográfico, pero no se centra en las razones por las que se genera este fenómeno.

La investigación documental, esta utiliza fuentes externas, recolecta, recopila y selecciona información de las lecturas de documentos, revistas, libros, periódicos, entre otros. El proceso de investigación se basa en la conceptualización, empleo y evaluación de documentación.

La investigación científica, aplica un método matemático y experimental que consiste en explorar, observar y responder preguntas que permiten construir y probar hipótesis previamente establecidas.

Capítulo 2: Marco Teórico

2.1. Sistema de distribución

Un sistema de distribución es la parte del suministro eléctrico que tiene como objetivo trasladar la energía que va de la subestación y llega a los consumidores finales. (Cervantes, 2020)

La definición clásica de un sistema de distribución, incluye lo siguiente:

- a) Subestación principal de potencia
- b) Sistema de sub transmisión
- c) Subestación que distribuye
- d) Conductores primarios
- e) Elementos de distribución
- f) Secundarios y servicios

Estos elementos se utilizan para cualquier tipo de carga, tanto en redes aéreas como en las redes subterráneas. (Véase figura 2.1)

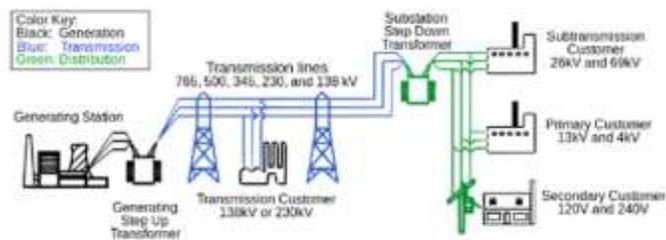


Figura 2.1: Sistema de distribución

Fuente: (Ceica, 2023)

2.2. Sistema de distribución aéreo

La red de distribución aérea ha permitido por varios años trasladar la energía eléctrica de áreas urbanas a los sitios rurales.

En este tipo de redes, el cable que por lo general está sin chaqueta, va asentado en aisladores los mismos que los instalamos en las crucetas que van en postes de madera o de concreto. Esta es la manera de menor costo para poder distribuir la energía eléctrica. (Guillén, 2020)

VENTAJAS DE REDES AEREAS

- Precios más económicos.
- Son las más frecuentes y los materiales se los adquiere con mayor facilidad.
- Fácil localización de fallas.
- Tiempos de construcción más bajos

DESVENTAJAS DE REDES AEREAS

- Mal aspecto estético.
- Menor confiabilidad.
- Menor seguridad.
- Susceptibles de fallas y cortes de energía debido a que se encuentran expuestos a descargas atmosféricas, lluvias, granizo, polvo, gases CO.

PARTES DE LAS REDES AEREAS

Poste: estos pueden ser de madera, concreto o metálicos, estos los podemos determinar según el tipo de construcción de las redes y el uso que se le vaya a dar. Para sistemas urbanos los poste de concreto que se utilizan son de la siguiente altura: 14, 12 y 9 metros con resistencia de rotura de 1050, 750 y 500 kg respectivamente. (Cervantes, 2020)

Conductores: estos son utilizados para circuitos tanto primarios como secundarios, en los circuitos primarios utilizamos cables de Aluminio y con alma de acero (ACSR) en diferentes calibres y para circuitos secundarios cables aislados y pre ensamblado que pueden ser de tres o dos fases aisladas; como se muestra en la figura 2.2.

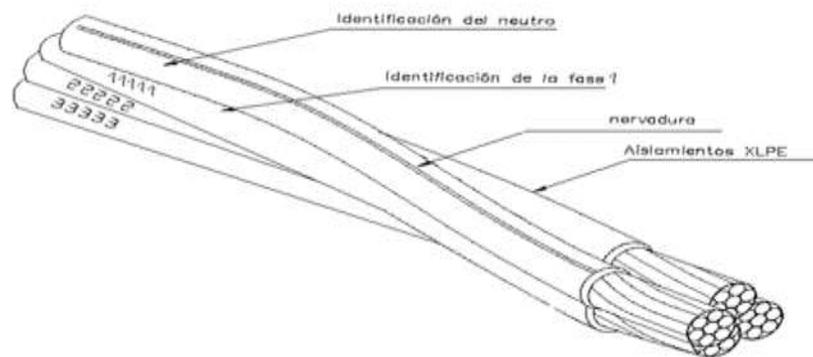


Figura 2.2: Conductor preensamblado

Fuente: (Centelsa, 2022)

Crucetas: estas son de ángulo de hierro galvanizado en caliente y resistente a la corrosión según la norma ASTM A153 con un espesor mínimo de galvanizado de 2 onzas/pie². Para sujetar y soportar el cable se diseñan estructuras centradas o estructuras en volada. (Cnel, 2021)



Figura 2.3: Cruceta centrada

Fuente: (ESE, 2022)

Aisladores: se aplicará para aislar, sujetar y retener el cable, son contruidos en distintos materiales y en varios niveles de configuración dependiendo el aislamiento requerido. (Cervantes, Redes, 2021)

Herrajes: los herrajes fabricados en redes aéreas de baja y media tensión generalmente son fabricados en acero galvanizado como se puede visualizar en la figura 2.4 (grapas, anclajes, tensores, pernos máquina, abrazaderas, etc). (Cervantes, Redes, 2021)



Figura 2.4: Herrajes

Fuente: (Proeléctrica, 2021)

Transformadores: en las redes aéreas utilizan transformadores de una fase los mismos que tienen diferentes valores de KVA, tales como: 15K – 25 – 37.5 – 50 – 75 y para transformadores trifásicos de 30KVA – 45KVA – 75 KVA protegidos por cortocircuitos, fusible y apartarrayos. (Transformadores, 2022)

2.3. Sistema de distribución subterránea

Es una red de distribución que está construida por un conjunto de tubería, cables, y centro de distribución que permiten hacer llegar la energía hasta el cliente final. (Cervantes, Redes, 2021)

Este método de distribuir energía eléctrica se lo construye de forma oculta, excluyendo los postes, los transformadores aéreos y el cableado que dañan la estética de cualquier infraestructura. (Centeno, Redes Subterráneas, 2022)



Figura 2.5: Redes Subterráneas

Fuente: (Proeléctrica, 2021)

Estas redes cuentan también con algunas desventajas, entre las que podemos mencionar las siguientes:

- Poco acceso, esto dificulta localizar las fallas.
- Se interrumpe el servicio por fallas más prolongadas que en las redes aéreas.

- Mayor dificultad en los trabajos de mantenimiento.
- Un costo mucho mayor que el de las redes aéreas.

2.3.1. Obra civil

Las obras civiles principales son las líneas de ductos, cajas de paso y las bases para asentar los transformadores. Una red subterránea correcta depende de la instalación de los ductos ya que por aquí es donde pasan los cables, por lo que la tubería debe ser protegida para evitar daños internos y estos puedan causar cortes en el cable. (Cervantes, Redes, 2021)

2.3.1.1. Ductos

Los ductos son utilizados para alojar y proteger los conductores a utilizarse. En su gran mayoría los ductos a utilizar son PVC, como se puede observar en la figura 6; aunque en ciertas ocasiones se utilizan metálicos según su función y especificación solicitada. En caso de requerir mantenimiento, los ductos disminuyen las molestias de tránsito, evitan destrozos de banquetas y permiten la sustitución de los cables dañados con cierta facilidad. (Robledano, 2021)



Figura 2.6: Canalización de redes

Fuente: (Eléctrica, 2021)

La cantidad de conductores que deben de pasar por un ducto

CALIBRE	DIAMETRO NOMINAL DE L TUBO										
	1/2 13	3/4 19	1 25	1 1/4 32	1 1/2 38	2 51	2 1/2 64	3 76	3 1/2 89	4 102	
14	12	22	35	61	84	138	241	384	478	608	
12	9	16	26	45	61	101	176	266	347	443	
10	5	10	16	28	38	63	111	167	219	279	
8	3	6	9	16	22	36	64	96	126	161	
6	2	4	7	12	16	26	46	69	91	116	
4	1	2	4	7	10	16	28	43	56	71	
2	1	1	3	5	5	11	20	30	40	51	
1	1	1	1	4	4	8	15	22	29	37	
1/0	1	1	1	3	3	7	12	19	25	32	
2/0		1	1	2	3	6	10	16	20	26	
3/0		1	1	1	2	5	8	13	17	22	
4/0		1	1	1	1	4	7	11	14	18	
250			1	1	1	3	6	9	11	15	
300			1	1	1	3	5	7	10	13	
350			1	1	1	2	4	6	9	11	
400				1	1	1	4	6	8	10	
500				1	1	1	3	5	6	8	
600				1	1	1	2	4	5	7	
750					1	1	1	3	4	5	
800					1	1	1	3	4	5	
900						1	1	3	3	4	
1000						1	1	1	2	3	4

CANTIDAD DE CONDUCTORES ADMISIBLE EN TUBERIAS CONDUIT METALICA CABLES THHN/THWN Y THWN-2

Tabla 1: Número de conductores por diámetro de tubería

Fuente: (Eléctrica, 2021)

2.3.1.2. Zanjas

El ancho de la zanja se lo debe considerar para la colocación adecuada de la plantilla, el acople sin dificultad y la compactación correcta del terreno. La parte inferior de la zanja debe ser plana, por lo que se debe eliminar piedras u otros objetos que puedan afectar al ducto, la profundidad de mínima que debe instalarse los ductos debe ser considera con respecto a la parte superior de los mismos. (Cnel, 2021)

Localización	Profundidad mínima (m)
En lugares no transitados por vehículos	0.6
En lugares transitados por vehículos	0.8

Tabla 2: Profundidad de zanjas

Fuente: (Colpeatón, 2020)

2.3.1.3. Caja de paso

Las cajas de paso son construidas de hormigón armado tanto en la acera como en la vía con varillas antisísmicas separadas a 0.15m. El interior de la caja de paso; no podrán ser menores a 0.80x0.80x0.80 m para media tensión y de 0.60x0.60x0.80 m para baja tensión. (Eléctrica, 2021)



Figura 2.7: Caja de paso

Fuente: (Colpeatón, 2020)

2.4. Switch Vista

Los interruptores de montaje en pedestal dieléctricos sólidos en aire (Véase figura 2.9) y los interruptores de fallas utilizan tecnología de vacío los mismos que proporcionan un interruptor de media tensión compacto, más seguro y confiable que no contiene aceite ni gas SF6. (Eaton, Switch Vista, 2021)



Figura 2.8: Switch Vista

Fuente: (Transformadores, 2022)

2.4.1. Características del Switch Vista

El Seccionador Vista cuenta con seccionadores interruptores de carga para la conmutación de su alimentación principal de 600A y los interruptores para fallas controlados por microprocesadores para la conmutación y protección de alimentadores principales de 600 A y las derivaciones, los ramales y los circuitos suplementarios de 200 y 600 A. (Company, 2022)

2.4.1. 1. Interruptores seccionadores de carga

Los seccionadores interruptores de carga utilizan un interruptor en vacío en serie con un seccionador aislado de dos posiciones de accionamiento manual para la conmutación tripolar de 600 A en circuitos trifásicos. Los seccionadores cumplen con las normas IEEE 1247 “Norma IEEE para seccionadores interruptores para corriente alterna con capacidad de más de 1000 Voltios”, y norma IEC 62271-103, “Seccionadores de alto voltaje de más de 1000 V y menos de 52000 V”. (Company, 2022)

2.4.1. 2. Interruptores de fallas

Los interruptores de falta utilizan un interruptor que va en serie y se encuentra en vacío con un seccionador aislado de 2 posiciones de accionamiento manual para la conmutación tripolar de la carga para circuitos de 200 o 600 A, y una interrupción de falta de hasta 16000 A simétricos a 17500 V y hasta 12500 A simétricos a 29000 V. (Company, 2022)

2.4.1. 3. Operación manual

Tanto los seccionadores, como los interruptores de averías pueden abrirse y cerrarse directamente mediante una palanca manual (Véase figura 2.10). La velocidad de apertura y cierre no depende de la velocidad a la que se mueva la palanca manual. Los mecanismos de accionamiento están diseñados para evitar la activación involuntaria. Los ejes de accionamiento pueden cerrarse en cualquier posición y se pueden bloquearse con candado para de esa manera evitar la manipulación inadecuada por parte de personal no autorizado. (Eaton, Switch Vista, 2021)



Figura 2.9: Operación manual Switch Vista

Fuente: (Company, 2022)

2.4.1. 4. Operación motorizada

Los moto-operadores cableados instalados de fábrica, favorecen la operación eléctrica de manera remota, la misma que se los encuentra disponibles en forma opcional. Los moto- operadores requieren de un control de alimentación de 100-240 Voltios 50/60 HZ suministrado por el usuario. Los operadores de motor se controlan mediante un mando a distancia colgante portátil conectado por cable, que dispone de botones de Abrir / Reajustar / Cerrar. (Eaton, Switch Vista, 2021)

2.4.1.5. Terminales

Todos los terminales están equipados con adaptadores de boquillas de 600 amperios incluyendo espigas roscadas. Los interruptores de fallas se los puede equipar opcionalmente con adaptadores de boquillas de pozo de 200 A (Figura 2.10), en lugar de adaptadores de boquillas de pozo de 600 A; esto depende del modelo a utilizar. Las interconexiones de estas se acoplan a la norma IEEE 386, la misma que es aplicada a sistemas con conectores aislados para el área de distribución por encima de los 600V. Estos adaptadores se los pueden reemplazar sobre el terreno si la espiga se enrosca transversalmente durante la instalación del cable o si se produce un fallo de un terminal subsecuente daña uno de los dos. (Company, 2022)



Figura 2.10: Boquilla tipo pozo 200 Amp.

Fuente: (Company, 2022)

2.4.1.6. Indicación potencial con prueba de funcionamiento

En la función de Indicación Potencial opcional, el seccionamiento de rutina puede ser realizado por una sola persona sin maniobrar los cables de medio voltaje. Entre sus características, podemos ver requerimientos para las fases de bajo voltaje. Se puede efectuar la prueba de cables por medio de la parte de atrás de un conector de punto muerto de 600 amperios los mismos que los proporciona el usuario o un dispositivo conductor de 200 amperios, eliminando la necesidad de una manipulación complicada de cables. (Company, 2022)

2.4.1.7. Control de sobre corriente

El corte de fallas se inicia por medio de una comprobación de sobre corriente programable alojado a un gabinete impenetrable al agua. El control está sistematizado utilizando una computadora de uso personal conectada al control a través de un cable USB. (Cervantes, 2020)

2.4.1.8. Capacidades de Switch Vista

El número de modelo define la cantidad total de vías, el número de vías en el seccionador interruptor de carga, y el número de vías del interruptor de fallas. Por ejemplo, el modelo 413 tiene “4” vías en totales, “1” vía en el seccionador interruptor de carga y “3” vías en el interruptor de falta. (Eaton, Switch Vista, 2021)

Continuación

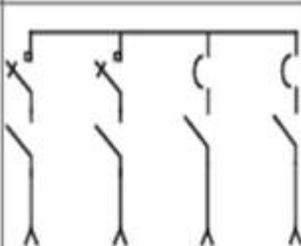
Modelo ⁽¹⁾	Diagrama Unifilar	Capacidades				Número de Catálogo
		Tensión, kV		Amperes, RMS, Simétricos		
		Máx	NBAI	Cont. ⁽³⁾	Cortocircuito ⁽⁴⁾	
422		17.5 (12)	95 (75)	600 (630)	16 000 (16 000)	924222
		29 (24)	125 (125)	600 (630)	12 500 (12 500)	924223

Figura 2.11: Capacidad Switch Vista

Fuente: (Company, 2022)

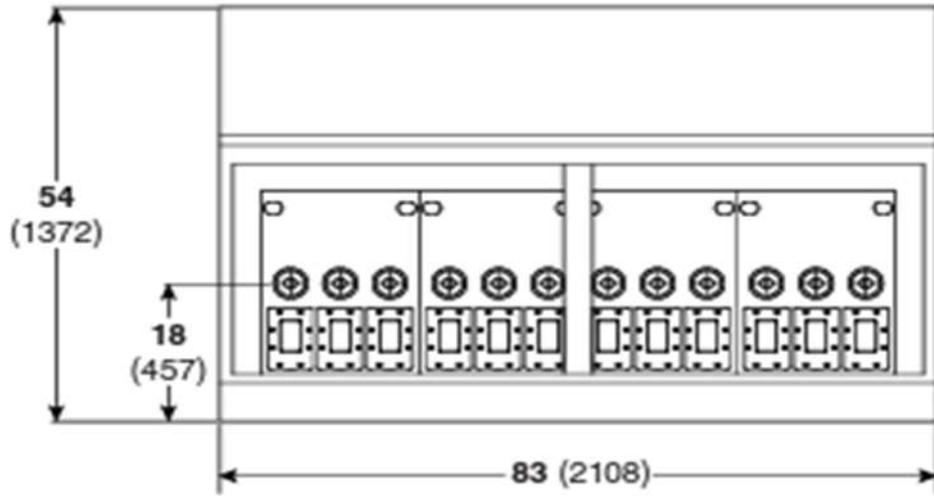


Figura 2.12: Vista frontal Switch Vista

Fuente: (Company, 2022)

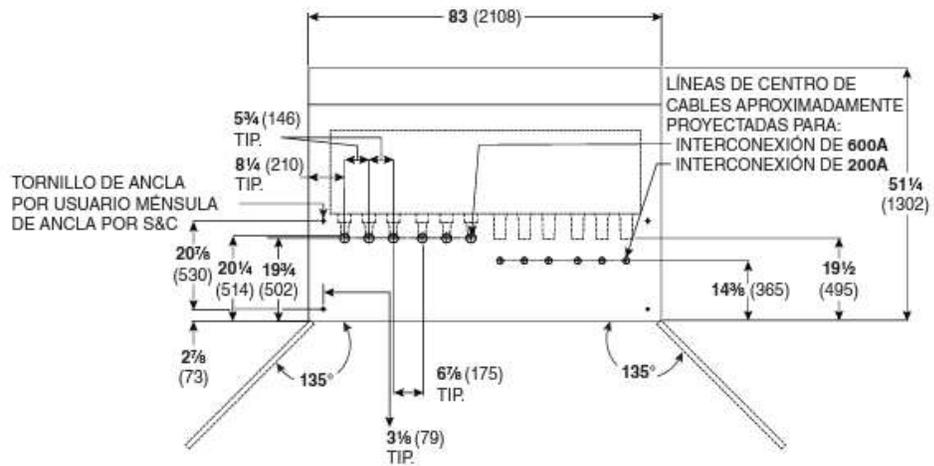


Figura 2.13: Vista superior Switch Vista

Fuente: (Company, 2022)

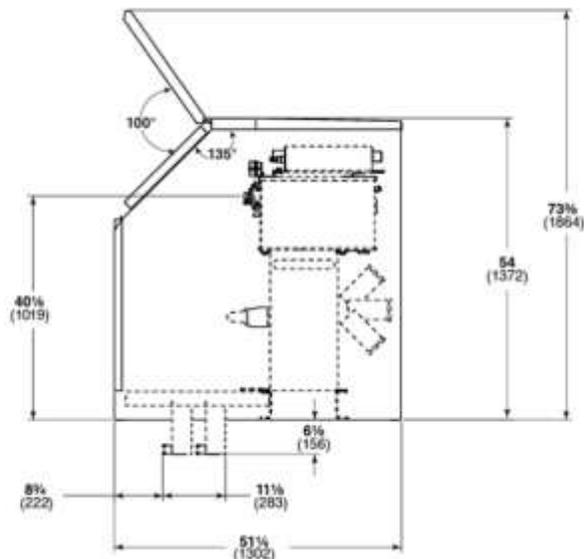


Figura 2.14: Vista lateral Switch Vista

Fuente: (Company, 2022)

2.4.2. Codo de freno 600 amperios

Es un dispositivo de seguridad de 15 KV y 25 KV, este sirve para la conexión del cable en las entradas y salidas del Switch vista, su carcasa es de goma totalmente sumergible y totalmente blindada. Su construcción es cien por ciento curada con peróxido incluye materiales aislante y conductores de EPDM. (Ceica, 2023)



Figura 2.15: Codo de freno 600AMP

Fuente: (Eaton, Switch Vista, 2021)

2.4.3. Cable para media tensión

Estos cables se los utiliza en distribución de energía eléctrica de media tensión. Su instalación puede ser por aire, por ductos o por canaletas. Este tiene un blindaje en polietileno reticulado XLPE, cuenta con una cinta de cobre (PC) con aplicación helicoidal, su cubierta externa en policloruro de vinilo (PVC) como lo podemos observar en la figura 2.17, retardante a la llama (FR), resistente al calor y la humedad. (Centelsa, 2022)



Figura 2.16: Cable 15 KV

Fuente: (Centelsa, 2022)

2.4.4. Sistema de Medición indirecta

Se denomina así, cuando el suministro de energía y potencia es superior directamente a la carga y el sistema de medición se realiza mediante una relación de corriente y tensión a través de transformadores de Corriente (TC) y los transformadores de Potencial (TP) como se visualiza en la figura 2.18. (Guillén V. T., 2019)

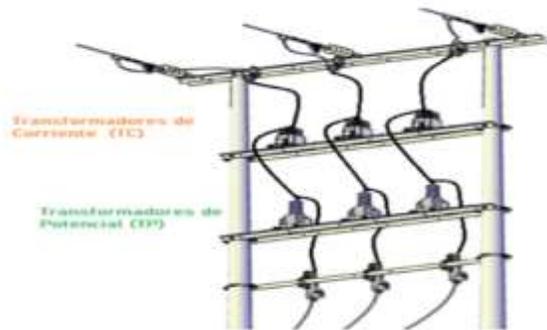
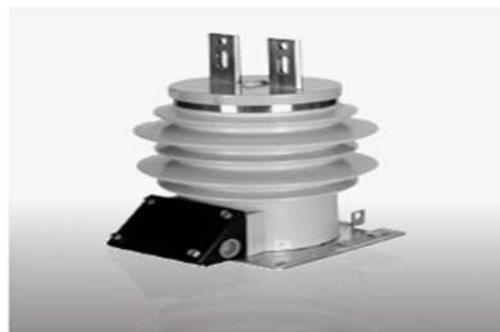


Figura 2.17: Medición Indirecta en estructura de poste tipo H

Fuente: (ESE, 2022)

2.4.4.1. Transformador de corriente para media tensión

Los transformadores de corriente están diseñados para reducir las corrientes a valores manejables y proporcionales a las primarias originales. Los equipos de media tensión instalados en poste se ubican antes de los cortocircuitos que protegen al transformador de distribución, de esta manera se garantiza que todo el flujo de energía sea censado por los equipos de medida y las líneas eléctricas de media tensión continúan su recorrido alimentando completamente la carga del cliente final. (ESE, 2022)



CRE-17 - 15 kV - Transformador de Corriente Exterior

Figura 2.18: Transformador de corriente para Media tensión

Fuente: (Arteche, 2023)

2.4.4.2. Transformador de potencial para media tensión

Es un transformador devanado, cuenta con un primario de alta tensión y un secundario de bajo voltaje. Cuenta con una potencia nominal mínima y su única finalidad es suministrar una muestra de tensión del sistema de alimentación, que se medirá con elementos incorporados. Suelen ser de tipo seco o moldeado para tensiones inferiores a 23000 V y en baño de líquido para tensiones superiores. (Eléctricos, 2020)



Figura 2.19: Transformador de potencial para Media tensión

Fuente: (Eléctricos, 2020)

2.4.5. Transformador de Distribución

El transformador de distribución es un transformador que proporciona la transformación final de tensión en el sistema de distribución de energía eléctrica, reduciendo la tensión utilizada en las líneas de distribución al nivel utilizado por el cliente. En el sistema de distribución, existen diferentes tipos de transformadores tales como transformadores monofásicos, trifásicos, subterráneos, montados en bases o almohadillas y montados en postes. (Transformadores, 2022).

2.4.5.1. Transformador de Distribución Convencional de poste.

Disponen de un núcleo y bobinas alojadas en el interior del depósito lleno de aceite, los mismo que se interconectan al exterior mediante sus seccionadores de baja y media tensión (Véase figura 2.21). Este conjunto permite la transformar la energía según las necesidades del cliente. Los mismos pueden ser de una, de dos, o de tres fases, dependiendo la función a cumplir y las redes en el sector donde se va a proceder a instalar. (Inatra, 2022)

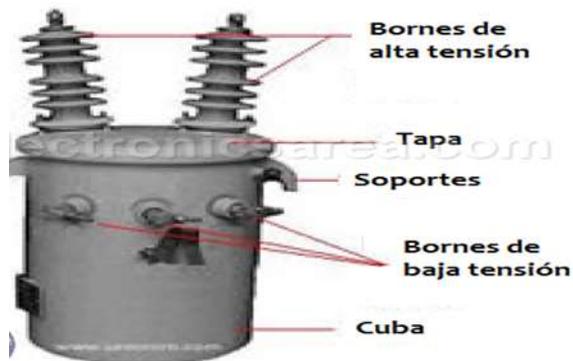


Figura 2.20: Transformador Convencional de Poste

Fuente: (Unicrom, 2021)

2.4.5.2. Transformador Tipo Autoprotegido (DAE)

Los encontramos de una, dos o tres fases, de potencias de hasta 25 KVA y tensiones de hasta 23000 V. Se caracterizan por contar con aisladores especiales con fusibles de protección incorporados que reemplazan a los seccionadores de una fase que suelen asentarse sobre las crucetas. Se puede instalar una caja para proteger en baja tensión con un interruptor general y disyuntores para cada circuito. (ElectricalChile, 2020)



Figura 2.21: Transformador Tipo Autoprotegido

Fuente: (Eléctrica, 2021)

2.4.5.3. Transformador Tipo Seco.

Tienen diferentes características combinables. Pueden soportar tensiones desde 100 V hasta 33000 V y son de clase térmica F o H. Además, están diseñados para trabajar en zonas contaminadas, trabajos robustos, altitud de funcionamiento hasta 5500 m.s.n.m. y pueden ser trifásicos o monofásicos. (ElectricalChile, 2020)



Figura 2.22: Transformador Tipo Seco

Fuente: (Electricidad, Transformador Seco, 2023)

2.4.5.4. Transformador Tipo Pad Mounted.

Estos se los elaboraron al finalizar los años 60. Diseñado principalmente con un modelo estándar, este cuenta con un gabinete para una mejor y óptima protección externa. Esto marcó un antes y un después en los transformadores de distribución de energía, debido a que ofrecen beneficios para los usuarios como para el ambiente. Se los puede utilizar tanto en instalación en espacios exteriores como interiores; empleados para la distribución subterránea con compartimiento en baja y media tensión. Estos van colocados en una base, además soporta hasta 5500 m.s.n.m. de altitud durante su funcionamiento. (Ceica, 2023)



Figura 2.23: Transformador tipo Pad Mounted

Fuente: (Inatra, 2022)

2.4.5.4.1. Transformador Tipo Pad Mounted monofásico.

Los transformadores pad mounted monofásicos los encontramos en tipo radial que se instala donde el alimentador primario se conecta a cada transformador de forma independiente, o de tipo malla donde el alimentador en

media tensión se cierra y genera un anillo. En ambos casos pueden ser autoprottegidos y poseen un gabinete de protección que no permite que los bushings de alta tensión y de baja tensión estén expuestos, (Véase figura 2.25). (Moretrán, 2022)



Figura 2.24: Transformador tipo Pad Mounted Monofásico

Fuente: (Inatra, 2022)

2.4.5.4.1.1. Partes del Transformador Tipo Pad Mounted monofásico.

La descripción de accesorios de un transformador pad mounted monofásico es la siguiente:

- Portafusibles BAYONETA incluidos los fusibles
- Bushing well media tensión
- Cambiador de taps 5 posiciones
- Seccionador load break switch
- Fuselink - Isolation Link
- Neplo con tapón de $\frac{3}{4}$ " para recirculación de aceite
- Válvula de sobrepresión sin contactos

- Bushing well en baja tensión
- Tapón de drenaje de $\frac{3}{4}$ "
- Parqueos
- Tuercas para aterrizaje
- Izajes
- Manija de seguridad
- Armario tipo abatible

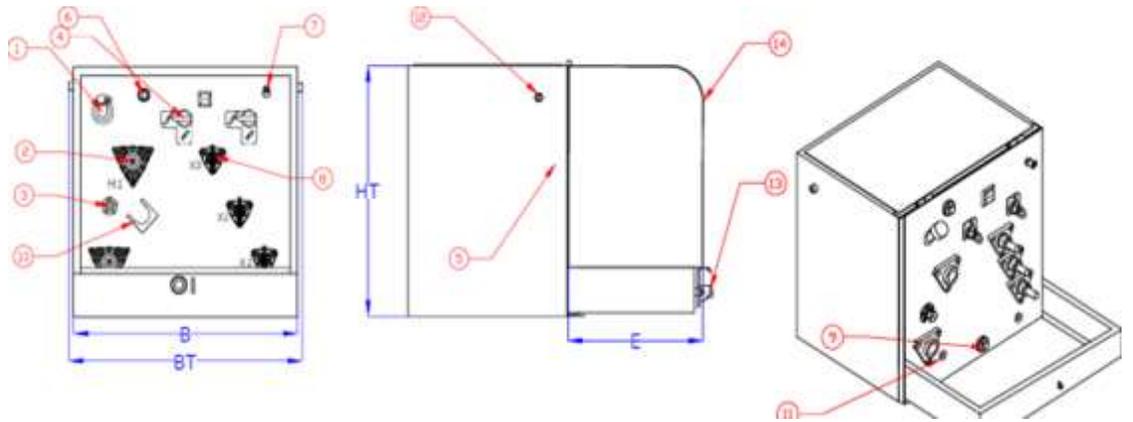


Figura 2.25: Partes del Transformador tipo Pad Mounted Monofásico

Fuente: (Inatra, 2022)

ITEM	DESCRIPCIÓN DE ACCESORIOS	CANTIDAD
1	PORTAFUSIBLES BAYONETA INCLUIDOS LOS FUSIBLES	1
2	BUSHING WELL M/T	1
3	CAMBIADOR DE TAPS 5 POSICIONES	1
4	SECCIONADOR LOAD BREAK SWITCH	1
5	FUSELINK-ISOLATION LINK	1
6	NBLO CON TAPON DE 3/4" PARA RECIRCULACION DE ACEITE	1
7	VALVULA DE SOBREPRESION SIN CONTACTOS	1
8	BUSHING WELL B/T	3
9	TAPON DE DRENAGE DE 1/2"	1
10	PARQUEOS	1
11	TUERCAS PARA ATERRIAJE	2
12	IZAJES	2
13	MANIJA DE SEGURIDAD	1
14	ARMARIO TIPO ABATIBLE	1

Figura 2.26: Descripción de Transformador tipo Pad Mounted Monofásico

Fuente: (Inatra, 2022)

2.4.5.4.2. Transformador Tipo Pad Mounted Trifásico.

Estos transformadores pueden ser instalados exterior o interior, poseen un frente muerto, los mismos que cuentan con elementos de conexión, protección y maniobra incorporados. Sus voltajes pueden ser en el primario hasta 34.5 KV y secundario depende del requerimiento del cliente. Son de tipo radial donde se conecta de forma independiente al primario y tipo malla conectado a la línea de media tensión y permite alimentar otras cargas a través del mismo para extender la red a otros transformadores. (Inatra, 2022)



Figura 2.27: Transformador tipo Pad Mounted Trifásico

Fuente: (Adetra, 2022)

2.5. Redes en baja tensión.

Una red en baja tensión es aquella que sale de un centro de transformación y lleva la energía eléctrica hasta los tableros de medidores de cada usuario utilizando acometida eléctrica. El voltaje que se considera en baja tensión es inferior a los 600 V. (CNEL, 2012)

Las redes en baja tensión pueden ser monofásicas o trifásicas.

La energía monofásica es aquella que cuenta con una sola fase de corriente alterna y su voltaje es 110/120 V f-n; 220/230 V f-f. Estas instalaciones son las más habituales en las viviendas.

Las instalaciones trifásicas son más habituales en comercios, industrias y fábricas.

2.6. Cable para uso de baja tensión.

Estos van desde la salida del transformador de distribución hasta la los equipos. Consideramos como cables de baja tensión aquellos

cuyo voltaje de operación tiene como máximo 1000 V entre fases. Los cables de baja tensión más utilizados son los que soportan los 600 V, (Véase figura 2.29). Los cables para acometidas subterráneas pueden ser de cobre o aluminio y estarán aislados con los componentes adecuados. La sección de los conductores será la adecuada a las corrientes y caídas de tensión calculadas, esta sección no debe ser menor a 6 mm² para alimentadores de CU y a 16 mm² para los conductores de AL. (Sinelec, 2023)



Figura 2.28: Cables para baja tensión

Fuente: (Conelsa, 2023)

Los cables para uso en baja tensión son aislados con policloruro de vinilo, estos pueden ser alambre o cableados y están contruidos con cobre de temple suave. Tenemos varios tipos de conductores de cobre los mismos que varían su capacidad de voltaje y el porcentaje de resistencia. El tipo de aislamiento puede interpretarse con las abreviaturas inscritas en las cubiertas de los cables. El significado de estas abreviaturas es el siguiente:



T : A. termoplastico - 60⁰
H : R. al calor 75⁰
HH : R. al calor 90⁰
W : R. agua

Figura 2.29: Abreviatura en cables de B.T.

Fuente: (Conelsa, 2023)

Entre los más utilizados tenemos los siguientes:

* TW: conductor de cobre para 600 V, aislado con policloruro de vinilo (PVC) 60°C resistente a la humedad.

* THW: conductor de cobre para 600 V, aislado con policloruro de vinilo (PVC) 75°C, resistente a la humedad y calor.

* THHW: conductor de cobre para 600V, aislado con policloruro de vinilo (PVC) 90°C, resistente a la humedad y calor elevado.

* THHN: conductor de cobre para 600V, aislado con policloruro de vinilo (PVC) 90°C, y chaqueta de poliamida (nylon), resistente a la humedad, calor elevado, aceite y gasolina.

* XHHW-2: conductor de cobre para 600V, con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) 90°C, resiste la humedad y al calor elevado.

* RHH O RHW-2 O USE-2/CT: conductor de Cu para 0.6KV o 2KV apto para ser enterrado directamente. Cuenta con un aislamiento de polietileno reticulado (XLPE), resistente a humedad, calor elevado y luz solar.

* RWU90: alimentador de Cu para 1kV apto para ser enterrado directamente. Posee aislamiento con polietileno reticulado (XLPE), resistente a humedad, calor elevado y luz solar.

*TTU-2000V: conductor de cobre para 2000V, aislado con polietileno (PE) y chaqueta de policloruro de vinilo (PVC), resistente a la humedad y al calor. Puede ser enterrado directamente.

2.6.1. Capacidad de amperaje de cables de baja tensión.

Los conductores eléctricos tanto de cable o de hilo, soportan una intensidad de corriente eléctrica expresada en amperios. Los dispositivos eléctricos se clasifican según el amperaje. El símbolo A es la unidad de intensidad de corriente eléctrica. El grosor del cable será el que determine la cantidad de corriente que el cable pueda soportar sin provocar sobre calentamiento. (Cable, 2022)

Amperaje que soportan los cables de cobre					
Nivel de temperatura:	60°C	75°C		90°C	
Tipo de aislante:	TW	RHW, THW, THWN	THHN, XHHW-2, THWN-2	SPT	
Medida / calibre del cable	Amperaje soportado			Medida / calibre del cable	Amperaje soportado
14 AWG	15 A	15 A	15 A	20 AWG	2 A
12 AWG	20 A	20 A	20 A		
10 AWG	30 A	30 A	30 A	18 AWG	10 A
8 AWG	40 A	50 A	55 A		
6 AWG	55 A	65 A	75 A	16 AWG	13 A
4 AWG	70 A	85 A	95 A		
3 AWG	85 A	100 A	115 A	14 AWG	18 A
2 AWG	95 A	115 A	130 A		
1 AWG	110 A	130 A	145 A	12 AWG	25 A
1/0 AWG	125 A	150 A	170 A		
2/0 AWG	145 A	175 A	195 A		
3/0 AWG	165 A	200 A	225 A		
4/0 AWG	190 A	230 A	260 A		

Tabla 3: Amperaje que soportan conductores de cobre

Fuente: (Conelsa, 2023)

2.7. Sistema de puesta a tierra.

El sistema de puesta a tierra es una parte básica de cualquier instalación eléctrica y tiene como objetivo limitar la tensión que presentan las masas metálicas respecto a tierra, además aseguran la actuación de las protecciones y elimina o disminuye el riesgo de una avería o daño en el

material eléctrico utilizado. Las descargas atmosféricas no pueden controlarse, pero el riesgo de su impacto en el sistema eléctrico puede minimizarse para que la instalación eléctrica sea segura, tanto para las personas como para las infraestructuras y sus equipos. (Proeléctrica, 2021)

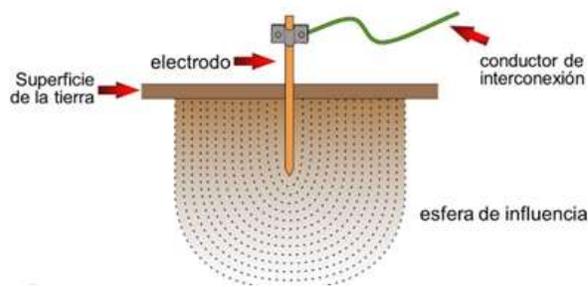


Figura 2.30: Sistema puesta tierra

Fuente: (Eléctrica, 2021)

2.7.1. Malla de puesta a tierra

La malla de puesta a tierra está formada por un conductor desnudo de cobre que permite conectar los equipos que hacen parte de una instalación usando como medio de referencia la tierra. Esta es un reticulado formado por conductores horizontales y perpendiculares instalados de manera uniforme. Todos los empalmes se los trabaja con soldadura exotérmica para asegurar una excelente continuidad eléctrica. (Terraweld, 2021)

Los elementos que conforman una malla de puesta a tierra son los siguientes:

Varilla de Cobre (Cu 100%) o varilla Copperweld

Conductor de cobre

Soldadura exotérmica

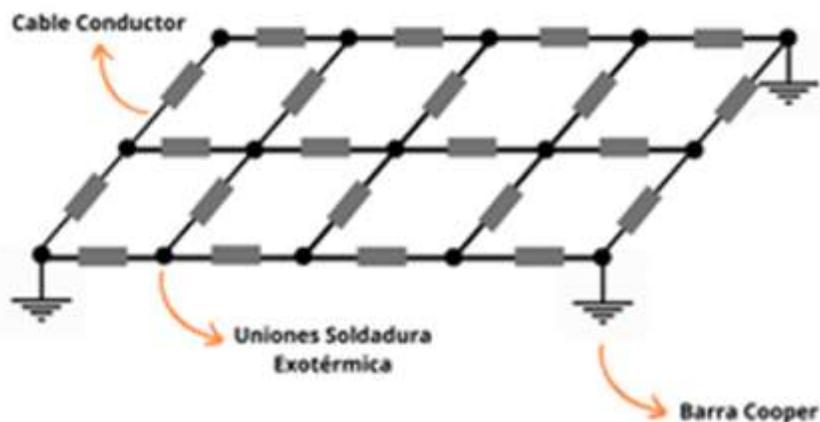


Figura 2.31: Malla de puesta a tierra

Fuente: (Eléctrica, 2021)

2.8. Tablero de medidores

El tablero de medidor es un módulo diseñado para concentrar la medida directa para uso residencial y comercial. Este puede ser construido para uno o varios usuarios y sus elementos depende de la corriente que llega del cuarto de transformación ya sea monofásica, bifásica o trifásica. Se caracterizan por ser construidos para proteger al equipo de situaciones ambientales, de mala maniobra o ser manipulados por personal no autorizado. El tablero de medidor recibe la energía que viene del transformador y reparte a cada usuario por medio de acometida eléctrica en baja tensión. El tablero es construido en plancha galvanizada laminada en frío, puertas abisagradas para fijación a la estructura del tablero, visores de vidrio para lectura de medidores, cerradura con llave y demás elementos según características requeridas por el cliente. (Tametel, 2023).



Figura 2.32: Tablero de Medidor

Fuente: (Tametel, 2023)

2.9. Alumbrado público

Este nos brinda varios beneficios importantes. Se lo utiliza para promover seguridad en áreas urbanas y aumentar la calidad de vida. Este es utilizado básicamente cuando no existe luz solar. En la actualidad se ha implementado la tecnología LED para la iluminación. Para el alumbrado público se utilizan poste tanto de hormigón como metálicos brindando la altura necesaria para poder expandir la iluminación generada por la luminaria. (Ilumitex, 2022)



Figura 2.33: Alumbrado público

Fuente: (Ilumitex, 2022)

2.9.1. Luminarias LED

Las luminarias LED son bombillas de estado sólido compuesta de diodos emisores de luz. Un diodo es un elemento que trabaja con electricidad que posee dos terminales que trasladan la electricidad en la misma dirección. El diodo es alimentado de corriente eléctrica y genera una luz que brilla en el contorno de una diminuta bombilla. Estas ofrecen una larga vida útil y elevada eficiencia energética. Un diodo genera luz cuando los electrones se trasladan dentro de la estructura semiconductor. Un semiconductor posee de una carga (+) y una (-). La capa positiva cuenta con aberturas para los electrones, la carga negativa tiene electrones libres circulando por ella. Cuando una carga eléctrica incide sobre el semiconductor, se activa el flujo de electrones de la capa (-) a la (+). Los electrones excitados generan luz al fluir hacia los huecos cargados positivamente. (Industrial, 2023)

2.9.1. Luminaria LED Street 90-120W

Luminaria LED para iluminación de uso vial y exterior, diseño moderno y robusto con cuerpo en aluminio inyectado y compartimiento independiente para el conjunto óptico y eléctrico. Aplicada en alumbrado público en calles, avenidas y autopistas, iluminación general en exteriores, parques, plazoletas y parqueaderos. (Sylvania, 2023)

Potencia de entrada max:120 Watts

Tensión de entrada: 110-277 V 50/60 Hz

Tensión de salida DC: 18-54 Vdc

LED SYL-STREET 90-120W NW 7P CII
P29511



Figura 2.34: Luminaria Led

Fuente: (Sylvania, 2023)

Capítulo 3: Información de la Urbanización.

3.1. Generalidades

La Urbanización Belice se encuentra ubicada en la lotización Manglero Km 4 vía La Puntilla – Samborondón.

La superficie total que ocupa esta urbanización estará constituida por áreas verdes, vías vehiculares, aceras, áreas comunales deportivas, y 100 departamentos distribuidos en 9 condominios.

Además, esta cuenta con su respectiva garita, administración, área social, planta de tratamiento, salón de eventos y gimnasio.

Para esta urbanización se ha diseñado una distribución de la energía eléctrica en forma subterránea, tanto para las redes en media tensión, baja tensión y alumbrado público.

3.2. Descripción de Condominios

La urbanización Belice cuenta con 9 condominios los mismos que están distribuidos de la siguiente manera:

Condominios de 14 departamentos: tiene un total de 4 condominios de 14 departamentos cada uno. El condominio cuenta con ascensor eléctrico. Estos condominios serán identificados con las letras A – B – C – D, sucesivamente.

Condominios de 12 departamentos: tiene un total de 3 condominios de 12 departamentos cada uno. El condominio cuenta con ascensor eléctrico. Estos condominios serán identificados con las letras E – F – G, sucesivamente.

Condominios de 4 departamentos: tiene un total de 2 condominios de 4 departamentos cada uno. Estos condominios serán identificados con las letras H – I, sucesivamente.

Cabe recalcar que todos los departamentos que conforman esta urbanización son estándares.

3.3. Descripción eléctrica de los Departamentos

Cada departamento de la urbanización Belice cuenta con un dormitorio master y dos dormitorios secundarios, sala, comedor, cocina, lavandería.

Cada dormitorio, sala y comedor cuentan con instalaciones eléctricas para alumbrado, puntos de toma corrientes y puntos para acondicionador de aire.

En la cocina cuenta con puntos eléctricos de 110 V para electrodomésticos de primera necesidad, aparte de puntos de 220 V para cocina y horno eléctrico.

En la lavandería cuenta con puntos eléctricos para lavadora, secadora y calentador de agua.

El panel y los breakers a utilizarse serán marca G.E., monofásicos 120/240V con sus barras para neutro y para tierra.

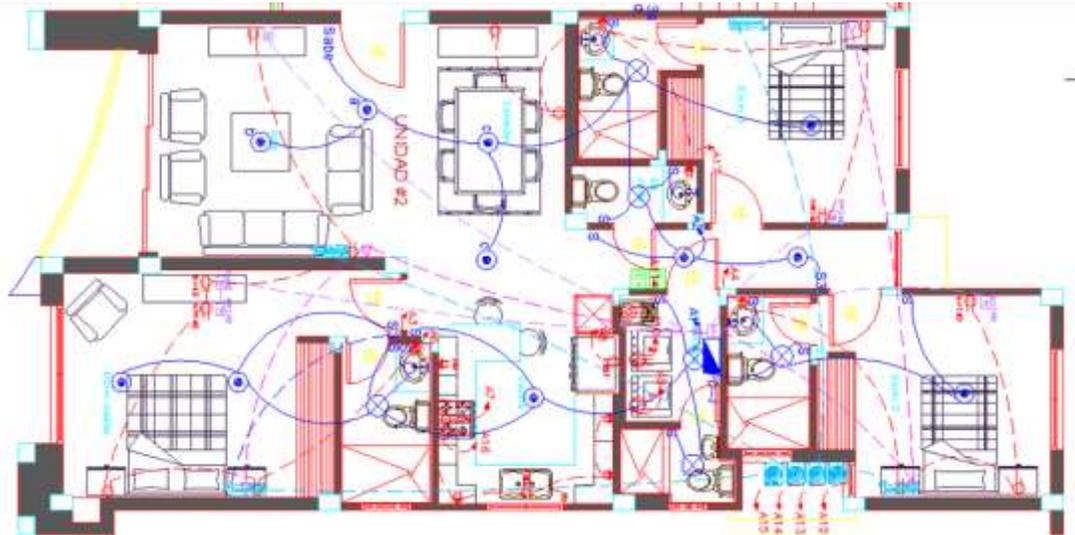


Figura 3.1: Plano eléctrico Departamento modelo Belice

Fuente: (Autor, 2023)

Capítulo 4: Análisis de la carga eléctrica

4.1. Cálculo de carga.

Para calcular el consumo eléctrico es necesario conocer la potencia de los aparatos que usamos y el tiempo el cual lo usamos. Debemos de tener en cuenta el consumo real de nuestros electrodomésticos, las horas/días uso para de esa manera poder calcular el factor de coincidencia y de simultaneidad; además considerar el factor de potencia establecido por la eléctrica encargada del sector.

4.2. Factor de coincidencia.

Se denomina factor de coincidencia a la relación que existe entre la demanda máxima observada globalmente en un sistema contra la sumatoria de las demandas máximas individuales de cada consumidor en ese sistema. Este factor por lo general es menor a uno debido a que las cargas individuales no

llegan a sus picos al mismo tiempo.

4.3. Método de Ebasco.

Es el método utilizado por el área de distribución de las empresas eléctricas para efectuar el cálculo de la demanda máxima en las horas pico utilizando el dato de los Kwh consumidos durante ese mes.

$$KWpico = \frac{KWH}{49.7 * (KWH^{0.154})}$$

Figura 4.1: Fórmula de método Ebasco

Fuente: (Autor, 2023)

4.4. Cálculo de carga de un departamento.

Para realizar el cálculo de carga en un departamento consideramos las cantidades de puntos de alumbrado, los tomacorrientes tanto de uso general, así como los de circuito independiente, los tomacorrientes para electrodomésticos a 220 V y las cantidades de aires acondicionados a instalarse. Para cada electrodoméstico le consideramos una potencia promedio.

DESCRIPCION	CALCULO DE DEMANDA MAXIMA			CALCULO ENERGIA MENSUAL KWH		
	CANTIDAD	W/PTO.	W TOTAL	HORAS/DIA	F.C.	W-H
Alumbrado	21	100	2100	4	0,5	4200
Tomas uso general	16	150	2400	6	0,35	5040
Tomas meson de cocina	3	300	900	4	0,5	1800
refrigeradora	1	600	600	24	0,7	10080
Horno microonda	1	1500	1500	1	0,2	300
Triturador	1	800	800	2	0,7	1120
Lavadora	1	600	600	2	0,5	600
Secadora	1	4000	4000	2	0,5	4000
Cocina Eléctrica	1	6000	6000	4	0,5	12000
A.Acondicionado 24000b	1	3000	3000	3	0,5	4500
A.Acondicionado 12000bt	3	1500	4500	3	0,5	6750
Horno electrico	1	5980	5980	2	0,5	5980
Calentador de agua	1	5000	5000	4	0,3	6000
		KW TOTAL instalados	37,38	KWH/DIA # día /mes		62,37 30
		DEMANDA Kw según Ebasco	11,80	KWH mes		1871,1
		* KW demanda = Kw/(49,9*Kwh exp 0,154)				
TOTAL DEMANDA (KW) :				11,80		
FACTOR DE POTENCIA :				0,92		
TOTAL DEMANDA (KVA) :				12,82		
CORRIENTE NOMINAL (In) :				53,44		
BREAKER DE PROTECCION:				66,80		
SE DEBERA INSTALAR UNA BASE DE SOCKET MONOFASICA CL 100 Y UN BREAKER DE PROTECCION DE 2 POLOS 70 AMP.						

Figura 4.2: Cálculo de carga Departamento Belice

Fuente: (Autor, 2023)

4.5. Cálculo de carga Servicio General Condominios A B C D

Para realizar el cálculo de carga para los servicios generales consideramos las cantidades de puntos de alumbrado, los tomacorrientes, las bombas para agua potable y el ascensor.

SERVICIOS GENERALES CONDOMINIO.				
PANEL PD-SG DEL BLOQUE A-B-C-D				
DESCRIPCION	CANTIDAD	WATTS POR UNID.	FACTOR DE DEMANDA	WATTS TOTALES
ALUMBRADO GENERAL	25	100	1	2500
BOMBA DE GUA	2	3000	0,8	4800
TOMACORRIENTES GENERALES	12	150	0,7	1260
ASCENSOR	1	8000	0,8	6400
TOTAL DEMANDA :				14960
FACTOR DE COINCIDENCIA :		1,00		
FACTOR DE POTENCIA :		0,92		
TOTAL DEMANDA (KVA) :		16,26		
CORRIENTE NOMINAL (In) :		67,75		
BREAKER PRINCIPAL :		84,69		
SE DEBERA INSTALAR UNA BASE DE SOCKET MONOFASICA CL-200 CON UN BREAKER DE PROTECCIÓN DE 2 POLOS 100 AMP.				

Figura 4.3: Cálculo de carga Serv. General Belice Condominio A B C D

Fuente: (Autor, 2023)

4.6. Cálculo de transformador Condominios A B C D

Para determinar el cálculo de los transformadores de distribución se ha tomado en consideración la fórmula Ebasco. Considerando una demanda de 1871,1 kilovatios hora mes por departamento, se aplicó la fórmula de Ebasco para definición del transformador a instalarse, se obtuvo un resultado de 100 KVA de capacidad para cada condominio de 14 departamentos y servicios generales.

TABLERO DE MEDIDORES TM A-B-C-D			
	DEMANDA A	CANTIDAD	DEMANDA TOTAL POR TIPO
DEPARTAMENTOS BLOQUE A, B, C, D.	11,80	14	165,18
PANEL SERVICIOS GENERALES :	14,96	1	14,96
SUMAN :			180,14
FACTOR DE COINCIDENCIA :	0,40		
TOTAL DEMANDA (KW) :	72,06		
FACTOR DE POTENCIA :	0,92		
TOTAL DEMANDA (KVA) :	78,32		
CORRIENTE NOMINAL (In) :	326,35		
BREAKER PRINCIPAL :	407,93		

SE DEBERA INSTALAR UN TRANSFORMADOR MONOFASICO DE 100 KVA PARA CADA CONDOMINIO, Y SUMINISTRARA ENERGIA AL TABLERO DE MEDIDORES CON UN BREAKER PRINCIPAL DE 2 POLOS 600 AMPERIOS, 14 BASES DE SOCKET MONOFÁSICA CL-100 CON BREAKER DE 2 POLOS 70 AMPERIOS, 1 BASE DE SOCKET MONOFÁSICAS CL-200 CON BREAKER DE 2 POLOS 100 AMPERIO.

Figura 4.4: Cálculo de Capacidad Transformador Condominios A B C D

Fuente: (Autor, 2023)

4.7. Cálculo de carga Servicio General Condominios E F G

Para realizar el cálculo de carga para los servicios generales consideramos las cantidades de puntos de alumbrado, los tomacorrientes, las bombas para agua potable y el ascensor.

SERVICIOS GENERALES CONDOMINIO.				
PANEL PD-SG DEL BLOQUE E-F-G				
DESCRIPCION	CANTIDAD	WATTS POR UNID.	FACTOR DE DEMANDA	WATTS TOTALES
ALUMBRADO GENERAL	20	100	1	2000
BOMBA DE GUA	2	3000	0,8	4800
TOMACORRIENTES GENERALES	8	150	0,8	960
ASCENSOR	1	8000	0,8	6400
RESERVA		1000	0,8	0
			TOTAL DEMANDA :	14160
	FACTOR DE COINCIDENCIA :	1,00		
	FACTOR DE POTENCIA :	0,92		
	TOTAL DEMANDA (KVA) :	15,39		
	CORRIENTE NOMINAL (In) :	64,13		
	BREAKER PRINCIPAL :	80,16		

SE DEBERA INSTALAR UNA BASE DE SOCKET MONOFASICA CL-200 CON UN BREAKER DE PROTECCIÓN DE 2 POLOS 100 AMP.

Figura 4.5: Cálculo de carga Servicio General Belice Condominio E F G

Fuente: (Autor, 2023)

4.8. Cálculo de transformador Condominios E F G

Para determinar el cálculo de los transformadores de distribución se ha tomado en consideración la fórmula Ebasco. Considerando una demanda de 1871,1 kilovatios hora mes por departamento, se aplicó la fórmula de Ebasco para definición del transformador a instalarse, se obtuvo un resultado de 75 KVA de capacidad para cada condominio de 12 departamentos y servicios generales.

TABLERO DE MEDIDORES TM-E-F-G				
	DEMANDA A UNITARIA	CANTIDAD POR TIPO	DEMANDA TOTAL	
DEPARTAMENTOS E F G :	11,80	12	141,59	
PANEL SERVICIOS GENERALES :	14,16	1	14,16	
SUMAN :			155,75	
FACTOR DE COINCIDENCIA :	0,40			
TOTAL DEMANDA (KW) :	62,30			
FACTOR DE POTENCIA :	0,92			
TOTAL DEMANDA (KVA) :	67,72			
CORRIENTE NOMINAL (In) :	282,15			
BREAKER PRINCIPAL :	352,68			

SE DEBERA INSTALAR UN TRANSFORMADOR MONOFASICO DE 75 KVA PARA CADA CONDOMINIO, Y SUMINISTRARA ENERGIA AL TABLERO DE MEDIDORES CON UN BREAKER PRINCIPAL DE 2 POLOS 400 AMPERIOS, 12 BASES DE SOCKET MONOFÁSICA CL-100 CON BREAKER DE 2 POLOS 70 AMPERIOS, 1 BASE DE SOCKET MONOFÁSICAS CL-200 CON BREAKER DE 2 POLOS 100 AMPERIO.

Figura 4.6: Cálculo de Capacidad Transformador Condominios E F G

Fuente: (Autor, 2023)

4.9. Cálculo de carga Servicio General Condominios H I

Para realizar el cálculo de carga para los servicios generales consideramos las cantidades de puntos de alumbrado, los tomacorrientes, las bombas para agua potable.

SERVICIOS GENERALES CONDOMINIO.				
PANEL PD-SG H-I				
DESCRIPCION	CANTIDAD	WATTS POR UNID.	FACTOR DE DEMANDA	WATTS TOTALES
ALUMBRADO GENERAL	6	100	1	600
BOMBA DE GUA	1	2000	1	2000
TOMACORRIENTES GENERALES	2	150	0,8	240
TOTAL DEMANDA :				2840
FACTOR DE COINCIDENCIA :		1,00		
FACTOR DE POTENCIA :		0,92		
TOTAL DEMANDA (KVA) :		3,09		
CORRIENTE NOMINAL (In) :		12,86		
BREAKER PRINCIPAL :		16,08		
SE DEBERA INSTALAR UNA BASE DE SOCKET MONOFÁSICA CL 100 Y UN BREAKER DE PROTECCIÓN DE 2 POLOS 30 AMP.				

Figura 4.7: Cálculo de carga Servicio General Belice Condominio H I

Fuente: (Autor, 2023)

4.10. Cálculo de transformador Condominios H I

Para determinar el cálculo de los transformadores de distribución se ha tomado en consideración la fórmula Ebasco. Considerando una demanda de 1871,1 kilovatios hora mes por departamento, se aplicó la fórmula de Ebasco para definición del transformador a instalarse, se obtuvo un resultado de 50 KVA de capacidad para los 2 condominios de 4 departamentos y servicios generales.

TABLERO DE MEDIDORES TM H-1				
		DEMANDA UNITARIA	CANTIDAD	DEMANDA TOTAL POR TIPO
	DEPARTAMENTOS	11,80	8	94,39
	PANEL SERVICIOS GENERALES :	2,84	2	5,68
	SUMAN :			100,07
	FACTOR DE COINCIDENCIA :	0,42		
	TOTAL DEMANDA (KW) :	42,03		
	FACTOR DE POTENCIA :	0,92		
	TOTAL DEMANDA (KVA) :	45,68		
	CORRIENTE NOMINAL (In) :	190,35		
	BREAKER PRINCIPAL :	237,94		
SE DEBERA INSTALAR UN TRANSFORMADOR MONOFASICO DE 50 KVA QUE SUMINISTRARA ENERGIA AL TABLERO DE MEDIDORES DE LOS CONDOMINIOS H-I CON UN BREAKER PRINCIPAL DE 2 POLOS 250 AMPERIOS, 4 BASES DE SOCKET MONOFÁSICA CL-100 CON BREAKER DE 2 POLOS 70 AMPERIOS, 1 BASE DE SOCKET MONOFÁSICAS CL-100 CON BREAKER DE 2 POLOS 30 AMPERIO PARA CADA CONDOMINIO.				

Figura 4.8: Cálculo de Capacidad Transformador Condominios H I

Fuente: (Autor, 2023)

4.11. Cálculo de transformador #1

GARITA/ADMINISTRACION/SALÓN

PANEL PSG-GAR (GARITA)				
DESCRIPCION	CANTIDAD	WATTS POR UNIDAD	FACTOR DE DEMANDA	WATTS TOTALES
ALUMBRADO GENERAL	4	60	0,8	192
TOMACORRIENTES GENERALES	3	200	0,8	480
MOTOR VALLAS DE SEGURIDAD	4	250	0,8	800
RESERVA	1	1000	0,8	800
			TOTAL DEMANDA :	2272
	FACTOR DE COINCIDENCIA :	0,80		
	FACTOR DE POTENCIA :	0,92		
	TOTAL DEMANDA (KW) :	1,82		
	TOTAL DEMANDA (KVA) :	1,98		
	CORRIENTE NOMINAL (In) :	8,23		
	BREAKER PRINCIPAL :	10,29		
SE DEBERA INSTALAR UN BREAKER DE PROTECCIÓN DE 2 POLOS 40 AMP.				

Figura 4.9: Cálculo de carga de Garita

Fuente: (Autor, 2023)

PANEL PD-ADMINISTRACIÓN				
DESCRIPCION	CANTIDAD	WATTS POR UNIDA	FACTOR DE DEMANDA	WATTS TOTALES
ALUMBRADO GENERAL	10	100	1	1000
LAMPARA FLUORESCENTE	0	64	1	0
TOMACORRIENTES GENERALES	9	150	0,8	1080
A.Acondicionado24000btu	1	3000	0,8	2400
REFLECTORES CANCHAS	0	400	0,7	0
			TOTAL DEMANDA :	4480
		FACTOR DE COINCIDENCIA :	0,90	
		FACTOR DE POTENCIA :	0,92	
		TOTAL DEMANDA (KW) :	4,03	
		TOTAL DEMANDA (KVA) :	4,38	
		CORRIENTE NOMINAL (In) :	18,26	
		BREAKER PRINCIPAL :	22,83	
SE DEBERA INSTALAR UN BREAKER DE PROTECCIÓN DE 2 POLOS 60 AMP.				

Figura 4.10: Cálculo de carga de Administración

Fuente: (Autor, 2023)

PANEL PD-SALON USOS MULTIPLES				
DESCRIPCION	CANTIDAD	WATTS POR UNIDA	FACTOR DE DEMANDA	WATTS TOTALES
ALUMBRADO GENERAL	6	100	1	600
LAMPARA FLUORESCENTE	10	200	1	2000
SECADORA DE MANO	2	1000	0,5	1000
TOMACORRIENTES GENERALES	8	150	0,7	840
REFLECTORES CANCHAS	8	400	0,7	2240
A.Acondicionado24000btu	2	3000	0,7	4200
			TOTAL DEMANDA :	10880
		FACTOR DE COINCIDENCIA :	0,90	
		FACTOR DE POTENCIA :	0,92	
		TOTAL DEMANDA (KVA) :	10,64	
		CORRIENTE NOMINAL (In) :	44,35	
		BREAKER PRINCIPAL :	55,43	
SE DEBERA INSTALAR UNA MEDICIÓN MONOFÁSICA CL-100 CON UN BREAKER DE PROTECCIÓN DE 2 POLOS 70 AMP.				

Figura 4.11: Cálculo de carga de Salón Uso Múltiple

Fuente: (Autor, 2023)

CALCULO DE LA DEMANDA TRANSFORMADOR # 1 GARITA, ADMINISTRACION, SALON USO MULTIPLE.			
	DEMANDA UNITARIA	CANTIDAD	DEMANDA TOTAL POR TIPO
GARITA :	1,98	1	1,98
ADMINISTRACION :	4,38	1	4,38
SALÓN USO MULTIPLE :	10,64	1	10,64
ALUMBRADO PUBLICO :	0,15	6	0,90
ALUMBRADO PUBLICO :	0,1	5	0,50
ALUMBRADO PUBLICO :	0,25	10	2,50
SUMAN :			20,90
FACTOR DE COINCIDENCIA :	1,00		
TOTAL DEMANDA (KW) :	20,90		
FACTOR DE POTENCIA :	0,92		
TOTAL DEMANDA (KVA) :	22,72		
CORRIENTE NOMINAL (In) :	94,66		
BREAKER PRINCIPAL :	118,33		
SE DEBERA INSTALAR UN TRANSFORMADOR MONOFÁSICO DE 25 KVA 120/240 VOLTIOS.			

Figura 4.12: Cálculo de Capacidad Transformador # 1

Fuente: (Autor, 2023)

4.12. Cálculo de transformador #10 Área Social, Planta Tratamiento

PANEL AREA SOCIAL				
DESCRIPCION	CANTIDAD	WATTS POR UNIDA	FACTOR DE DEMANDA	WATTS TOTALES
ALUMBRADO GENERAL	11	60	1	660
POSTES DE 100 W	12	100	1	1200
ALUMBRADO CANCHA	4	400	1	1600
TOMACORRIENTES GENERALES	5	150	0,8	600
SECADORA DE MANO	2	1000	0,5	1000
REFLECTORES PISCINA	3	300	1	900
BOMBA PISCINA	1	2000	0,8	1600
BOMBA PISCINA NIÑOS	1	2000	0,8	1600
TOTAL DEMANDA :				9160
FACTOR DE COINCIDENCIA :		0,80		
FACTOR DE POTENCIA :		0,92		
TOTAL DEMANDA (KVA) :		7,97		
CORRIENTE NOMINAL (In) :		33,19		
BREAKER PRINCIPAL :		41,49		
SE DEBERA INSTALAR UNA MEDICIÓN MONOFÁSICA CL-100 CON UN BREAKER DE PROTECCIÓN DE 2 POLOS 40 AMP				

Figura 4.13: Cálculo de carga área social

Fuente: (Autor, 2023)

TABLERO DE PLANTA DE TRATAMIENTO				
DESCRIPCION	CANTIDAD	WATTS POR UNIDAD	FACTOR DE DEMANDA	WATTS TOTALES
BOMBA DE AGUA 2 HP	2	2000	1	4000
BLOWERS	2	7500	1	15000
ALUMBRADO	4	100	0,5	200
TOMACORRIENTE	4	250	0,5	500
TOTAL DEMANDA :				15700
FACTOR DE COINCIDENCIA :		0,90		
FACTOR DE POTENCIA :		0,92		
TOTAL DEMANDA (KVA) :		15,36		
CORRIENTE NOMINAL (In) :		63,99		
BREAKER PRINCIPAL :		79,99		
SE DEBERA INSTALAR UNA MEDICIÓN MONOFÁSICA CL-200 CON UN BREAKER DE PROTECCIÓN DE 2 POLOS 100 AMP.				

Figura 4.14: Cálculo de carga planta de tratamiento

Fuente: (Autor, 2023)

CALCULO DE LA DEMANDA TRANSFORMADOR # 10 AREA SOCIAL, PLANTA TRATAMIENTO			
	DEMANDA UNITARIA	CANTIDAD	DEMANDA TOTAL POR TIPO
PLANTA DE TRATAMIENTO :	15,36	1	15,36
AREA SOCIAL :	7,97	1	7,97
ALUMBRADO PUBLICO :	0,15	10	1,50
SUMAN :			24,82
FACTOR DE COINCIDENCIA :	0,80		
TOTAL DEMANDA (KVA) :	19,86		
CORRIENTE NOMINAL (In) :	82,75		
BREAKER PRINCIPAL :	103,43		
SE DEBERA INSTALAR UN TRANSFORMADOR MONOFÁSICO DE 37,5 KVA 120/240 VOLTIOS.			

Figura 4.15: Cálculo de Capacidad Transformador # 10

Fuente: (Autor, 2023)

4.13. Cálculo demanda total del Conjunto Residencial Belice

CALCULO DE LA DEMANDA TOTAL DEL CONJUNTO RESIDENCIAL BELICE	
Por lo que se tiene finalmente:	
RESUMEN GENERAL DE LA DEMANDA :	
DESCRIPCION	KVA
DEMANDA TOTAL CONDOMINIOS H-I	45,68
DEMANDA TOTAL CONDOMINIOS E-F-G	203,16
DEMANDA TOTAL CONDOMINIOS A-B-C-D	313,28
DEMANDA GARITA, ADMINISTRACION, CAN	22,72
DEMANDA PLANTA TRATAMIENTO, SALON	19,86
TOTAL KVA	604,70

La demanda total del Conjunto Residencial Belice es 604,70 KVA.

Figura 4.16: Cálculo demanda total Belice

Fuente: (Autor, 2023)

4.14. Equipos de medición indirecta a utilizarse

Debido a la demanda total requerida en la urbanización Belice se va a utilizar una medición indirecta compuesta por los siguientes elementos:

- Transformadores de potencial de 8400/120 voltios (70:1) 3 unidades
- Transformadores de corriente de relación 25/5 para 15kv (3unidades)
- Base de socket trifásica clase 20 de 13 terminales
- Medidor trifásico forma 9S, marca ELSTER, modelo A3 ALPHA
- Tablero de medición de 80*60*25 cm, con su respectiva B/S de 13 terminales

El equipo de medición será instalado en el punto de interconexión entre la acometida aislada en media tensión y la red de distribución aérea de la empresa.

4.15. Red de media tensión

Para la conexión de la red en media tensión utilizamos la red trifásica aérea perteneciente a CNEL-GLR la cual se encuentra ubicada en la acera, al ingreso del conjunto residencial. Desde este punto de manera subterránea a través de tubería PVC tipo presión de 4", se instalará tres conductores XLPE de cobre # 2 15kv correspondiente a tres fases las mismas que darán energía al Pad Switch PS-P. Los cables para media tensión llevan su respectiva punta terminal exterior los mismos que van conectados a las cajas portafusibles junto a sus pararrayos de protección.

El equipo de protección considerado en media tensión para el uso interno en la Urbanización es de marca S&C, Vista modelo 422, estilo pad mounted, 15,5KV nominal, 17KV máximo. El número de catálogo del pad Switch es el 934222-P4.

Desde el pad Switch se originan los anillos para alimentación de los transformadores con un circuito conformado por tres conductores de cobre de 15 KV#2 XLPE a 90 grados centígrados para las fases y un conductor de cobre desnudo # 4 para la tierra.

Se ha considerado dejar una tubería de reserva, y las cajas de paso deben ser de hormigón simple con las medidas de 80x80x80 cm.

Los transformadores a instalarse serán tipo pad mounted monofásicos, las capacidades ya calculadas y definidas utilizando la fórmula Ebasco.

Voltaje primario: 7620 Voltios

Voltaje secundario: 120/240 voltios

Tipo de distribución: Lazo

Taps: + - 2.5

Protección: fusible interior y breaker en BT

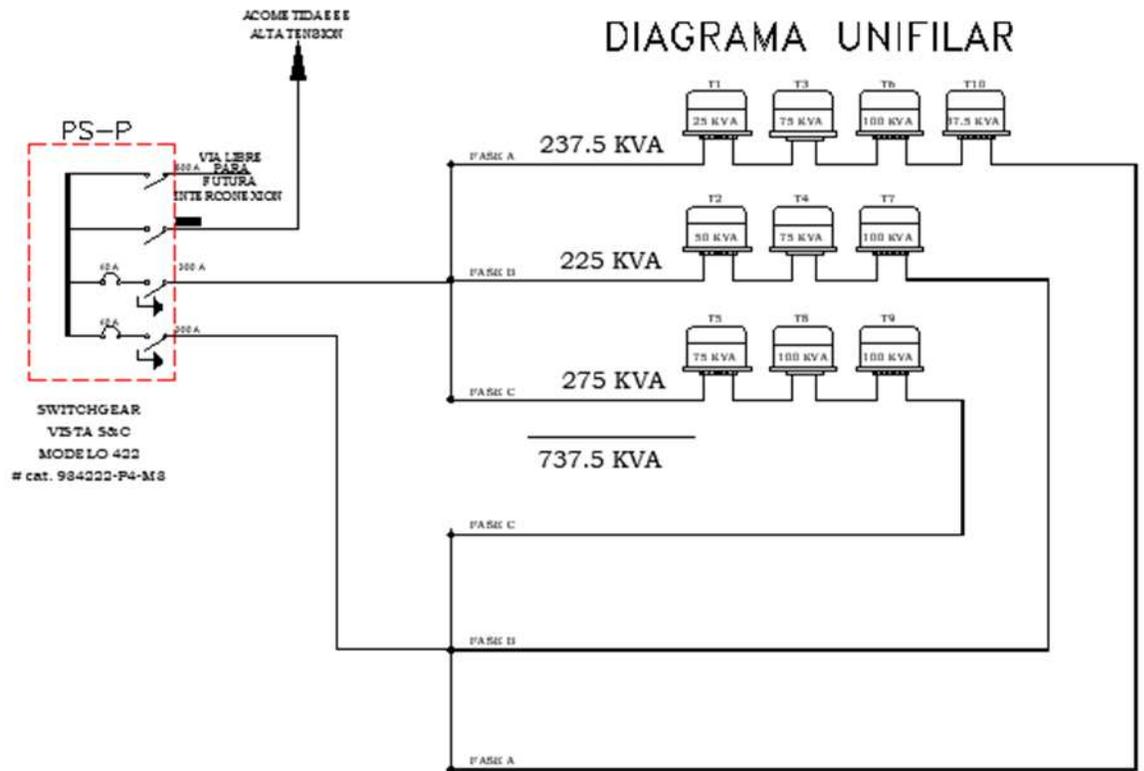


Figura 4.17: Diagrama Unifilar Urbanización Belice

Fuente: (Autor, 2023)

4.16. Red de Baja Tensión

Para la conexión en baja tensión, para los condominios, área social, salón de usos múltiple, planta de tratamiento, esta red está prevista realizarse en forma subterránea por donde pasan cada una de las acometidas provenientes de los transformadores y llegan a cada uno de los distintos tableros de medidores donde se distribuye la energía para los departamentos y servicios generales.

Para la red de baja tensión se utilizará tubería PVC tipo Conduit y el conductor a utilizarse será THHN y su calibre dependerá del amperaje requerido.



Figura 4.18: Red Baja Tensión Condominio D

Fuente: (Autor, 2023)

4.17. Red de alumbrado público

La red de alumbrado público estará conformada por postes metálicos de 8 metros con luminarias Led de 150 Watts, alimentadas desde el transformador más cercano. Para energizar las luminarias se deberá instalar varios circuitos de baja tensión los mismos que se realizarán con tubería PVC $\frac{3}{4}$ " y dos conductores THHN # 10 para las fases y un conductor THHN # 12 para la tierra.

4.18. Sistema de puesta a tierra

Para este proyecto hemos considerado varios sistemas de puesta a tierra en distintos sitios según el requerimiento.

Para el Pad Switch se instaló una malla con 4 varillas de cooperweald de 5/8 x 6" con un conductor de cobre desnudo # 2 soldado exotérmicamente.

Para cada transformador se consideró una varilla cooperweald de 5/8 x 6" con un conductor de cobre desnudo # 2 soldado exotérmicamente y aterrizado al neutro de cada uno de estos.

Para los tableros de medidores se colocó dos varillas cooperweald de 5/8 x 6" con un conductor de cobre desnudo # 2 soldado exotérmicamente y aterrizado a la barra de cobre que contiene los terminales para la tierra de cada departamento.

Capítulo 5: Proceso Constructivo

5.1. Instalación de tubería redes de media tensión y baja tensión.

Una vez dadas las coordenadas por parte del topógrafo, procedemos a realizar las zanjas con una retroexcavadora, dicha zanja tendrá de profundidad 70 cm que es el área donde vamos a colocar nuestra tubería, antes de colocar la tubería procedemos a protegerla con una capa de arena de 10 cm, luego colocamos la tubería y le colocamos otra capa de arena de 20 cm para protección, y para terminar colocamos parte del material extraído de la zanja. La tubería de media tensión corresponde a toda la red la misma que sale del Switch Vista y recorre cada uno de los transformadores a instalarse. La tubería de baja tensión sale de las cajas de paso de baja tensión la misma que conecta desde el transformador designado con el tablero de medidor al cual corresponde. Las tuberías de alumbrado público salen de los transformadores más cercanos y llegan a las cajas de paso que van al pie de las bases de los postes.

5.2. Elaboración de cajas de paso.

Una vez colocada la tubería, la obra civil procede a elaborar los bordillos y dejan el área designada en la acera para la elaboración de nuestras cajas de paso tanto para media tensión, baja tensión y alumbrado público. Todas las cajas de paso son elaboradas con sus respectivas tapas las mismas que indican para que serán utilizadas. Las cajas para media tensión son de 80 x 80 x 80 interior. Las cajas para baja tensión son de 60 x 60 x 60 interiores. Las cajas para alumbrado público son de 40 x 40 x 40 interior.

5.3. Elaboración de bases de hormigón.

Las distintas bases de hormigón se las realiza bajo la medida real del elemento que la va a ocupar. Entre las bases a construir tenemos las del Switch Vista, la de los transformadores y las bases para los postes metálicos para el alumbrado público.

5.4. Cableado en media tensión.

El cableado en media tensión lo realizamos una vez terminada toda la obra civil correspondiente a la parte eléctrica, para poder pasar el cable dentro de la tubería utilizamos alambre galvanizado, tubería y cabos para jalar el cable de caja a caja. Una vez instalado el cable realizamos varias pruebas de campo antes de ponerlo en servicio. Realizamos pruebas de aislamiento para verificar el estado del mismo, adicional realizamos una prueba de alto voltaje a muy bajas frecuencias. Luego de revisar el estado del cable, procedemos a protegerlo de suciedad o daño alguno y el tubo lo sellamos con un epóxico especial para evitar molestias causadas por roedores u otros animales.

5.5. Instalación del sistema puesta a tierra para Switch Vista y transformadores.

Para realizar el sistema puesta a tierra, utilizamos los espacios huecos con las que cuentan las bases tanto la de switch vista, así como el de los transformadores. En caso del Switch vista realizamos una malla la misma que va fuera de la base y el respectivo chicote lo pasamos por los espacios huecos que cuentan dichas bases. En caso del sistema de tierra para los pad mounted, clavamos la varilla en la base del mismo y subimos el chicote hacia el casco del transformador.

5.6. Montaje de Switch Vista y pad mounted.

Para montar el Switch vista y los transformadores tipos pad mounted, utilizamos un montacarga con las especificaciones requeridas para soportar el peso de los equipos, los mismos que van asentados sobre las bases ya construidas, cada uno de estos equipos debe ser asegurado contra la base utilizando pernos de fijación.

5.7. Conexión de red de media tensión aérea y montaje de medición indirecta.

Una vez realizados los trámites y el cumplimiento de los requerimientos de la eléctrica encargada del sector, se procede a montar los equipos de conexión en media tensión, los mismos que van en un poste que se encuentra ubicado en la acera de la calle principal y es por donde pasa la red trifásica aérea existente perteneciente a Cnel-GLR, en el mismo poste montamos los equipos de medición indirecta y de aquí salimos con el cable 15 KV hacia el Switch Vista. Para poder energizar las redes esperamos que se aprueben todas las solicitudes de la eléctrica encargada, en este caso Cnel.

5.8. Montaje de poste para alumbrado público.

Una vez, fundidas todas las bases para postes, procedemos a montarlos con la ayuda de una grúa, la misma que se encarga de asentarlos sobre la base y se los ajusta con las tuercas de la medida de los pernos de la misma. Los postes deben ir nivelados y alineados para no distorsionar la iluminación que estos llevan. Las lámparas van bien aseguradas y llevan conectado un chicote que llega hasta la caja de paso por donde pasa la red de alumbrado público.

5.9. Montaje de tablero de medidores.

Mientras la obra civil avanza en la elaboración de los condominios, es importante que la parte eléctrica vaya a la par con ellos. Teniendo el área donde va el tablero de medidor, montamos el mismo y lo anclamos sobre la base utilizando pernos.

5.10. Cableado de redes de baja tensión.

El cableado en redes de baja tensión corresponde a las redes de alumbrado público y a la acometida en baja tensión. Todo este cableado lo pasamos por las tuberías ya instaladas.

En la red de alumbrado público conectamos los chicotes que salen de las respectivas lámparas.

Una vez pasados los cables, realizamos las pruebas necesarias para evitar daños a futuros. Entre las pruebas a realizar tenemos las siguientes:

Prueba de continuidad para el orden de fase, esta nos ayuda a verificar que el marcaje de fase en los extremos sea el correcto y que los conductores no se encuentren cortados.

Prueba de aislamiento la misma que realizamos con la ayuda de un equipo llamado megóhmetro a una escala de 500V, en donde inyectamos el cable durante un minuto aproximadamente en donde la línea carga. Luego medimos el aislamiento entre el conductor y la tierra.

Una vez instalados los conductores, procedemos a sellar la tubería con epoxico para evitar daños causados por roedores u otros animales.

5.11. Elaboración de puntas de conexión para media tensión.

Para realizar las puntas en media tensión, utilizamos una machina de compresión la misma que nos sirve tanto para los codos de 600 amperios como para los de 200 amperios. Dichos codos tienen una guía de conexión, la misma que debemos de seguir paso a paso.

Una vez terminadas las puntas en media tensión, procedemos a colocarlas en los respectivos elementos, como lo son: switch vista y el pad mounted.

5.12. Instalación de terminales de conexión en baja tensión.

Para la conexión en baja tensión, machinamos al cable los terminales de compresión de la medida que corresponde y estos los empernamos en las espadas o boquillas de baja tensión con las que cuenta el transformador. El otro extremo del conductor ingresa a los terminales de fábrica con los que cuenta en breaker principal que tiene el tablero de medidores.

5.13. Energización y pruebas de voltaje.

Una vez aprobadas todas las solicitudes por parte de la eléctrica encargada, ellos como entidad son los únicos encargados en realizar la energización de las redes.

Una vez energizada la urbanización procedemos a tomar pruebas de voltaje en baja tensión en cada uno de los transformadores instalados. Comprobamos que ese voltaje sea el que llegue al tablero de medidor y sea el mismo que sale de las barras de distribución a los departamentos.

Capítulo 6: Conclusiones y recomendaciones.

6.1. Conclusiones.

* Las redes eléctricas subterráneas, nos brindan mejor estética urbana para los moradores del sector donde son instaladas.

* Debido a la seguridad que brindan los equipos instalados, estos solo serán maniobrados por personas especializadas salvaguardando la integridad de los moradores a la hora de querer resolver una falla eléctrica.

* Una vez puesto en marcha el sistema y luego de realizar las pruebas correspondientes, podemos acatar que las redes eléctricas se encuentran en óptimas condiciones y brindan toda la confianza para un buen servicio a la comunidad.

6.2. Recomendaciones.

* Es recomendable el uso del NATSIN, como guía para realizar un buen diseño y una adecuada ejecución de proyectos.

* Es recomendable realizar un estudio de carga considerando todas las necesidades con las que cuenta un departamento según el estatus de vida. Un buen estudio de carga nos brinda un buen dimensionamiento de conductor y transformador y de esa manera evitamos sobredimensionar el sistema o que el mismo quede minimizado por no considerar ciertos equipos que son necesarios en la vida diaria del consumidor.

* Es recomendable marcar las fases para mantener siempre una secuencia correcta de las mismas.

* Debemos realizar mantenimientos preventivos habituales a los equipos instalados tales como la switch vista y los transformadores pad mounted, esto nos asegura un mejor funcionamiento de los mismos.

* Mantener siempre con seguridad los elementos instalados para evitar sean maniobrados por personas sin conocimiento alguno.

Bibliografía

Aero tecnología. Sistema puesta a tierra. www.areatecnologia.com

Arteche. Transformadores de corriente en media tensión.

Cnel (2020). Especificaciones Técnicas Anexo 1.

CENNELSA Cables de energía y telecomunicaciones (2022). Cables de aluminio aislados. www.centelsa.com

Durán: Cnel área comercial

Equipos eléctricos (2021). Electrificando México.

Expo Energía (2020). Sistemas de Distribución Aéreo. www.eebc.com.mx

Gonzalvo (2020). Redes Eléctricas Subterráneas.

www.iegonzalvo.com/blog/electricidad/que-redes-electricas-subterranas/

S&C Electric Company (2020). Interruptor de Distribución Subterránea Vista.

www.sandc.com

Guayaquil: Universidad Politécnica Salesiana.

José Cervantes (2020). Sistemas de distribución de energía eléctrica

Electro cables (2020). Conductores eléctricos para media y baja tensión

www.electrocable.com

Inatra (2022). Transformadores de distribución en aceite (Monofásicos y Trifásicos).

Guayaquil: km 10 ½ vía a Daule.

Sylvania. Luminarias led alumbrado público. Guayaquil: km 7 ½ vía a Daule.

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Zúñiga Salinas Carlos Francisco**, con C.C: # **0919431080** autor del trabajo de titulación: **Instalación de redes subterráneas en baja y media tensión aplicadas en una Urbanización**, previo a la obtención del título de **Ingeniero Eléctrico** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 18 de febrero del 2024



f. _____

Nombre: **Zúñiga Salinas Carlos Francisco**

C.C: **0919431080**

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

TÍTULO Y SUBTÍTULO:	Instalaciones subterráneas en baja y media tensión aplicadas en una urbanización.		
AUTOR(ES)	Zúñiga Salinas, Carlos Francisco		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Ing. Heras Sánchez, Miguel Armando.		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.		
FACULTAD:	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
CARRERA:	Ingeniería Eléctrica		
TÍTULO OBTENIDO:	Ingeniero en Electricidad		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	18 de febrero del 2024	No. DE PÁGINAS:	62
ÁREAS TEMÁTICAS:	Electricidad, Proyectos, Potencia		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Subterráneas, Construcción, Centros de Carga, Seguridad, Mantenimiento, Normas.		

RESUMEN:

El presente proyecto está ubicado en el Km. 4 de la vía Samborondón en la provincia del Guayas, el objetivo de este trabajo es mostrar una guía para la ejecución adecuada de las instalaciones eléctricas subterráneas tanto en media tensión como en baja tensión aplicando las normas y demostrando su conexión adecuada, en este caso de aérea a subterránea. Las instalaciones eléctricas subterráneas son construidas en base a la necesidad del proyecto, por lo que debemos saber qué tipo de tubería utilizar, los parámetros eléctricos para una selección correcta de cables principales y secundarios. La clasificación adecuada de los centros de carga y transformadores a utilizar. Es importante tener un buen diseño eléctrico aplicando todas las normas requeridas de la eléctrica a cargo del sector donde se desarrolla el mismo. Finalmente, establecer las normas de seguridad y el buen mantenimiento a los elementos que conforman toda la red ya sea en media y baja tensión.

ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593- 991164475	Email: carlos.zuniga04@cu.ucsg.edu.ec
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN: COORDINADOR DEL PROCESO DE UTE	Nombre: Ing. Bohórquez Escobar, Celso Bayardo PHD. Teléfono: +593- 995147293 E-mail: celso.bohorquez@cu.ucsg.edu.ec	

SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA

Nº. DE REGISTRO (en base a datos):	
Nº. DE CLASIFICACIÓN:	
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):	