



**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA**  
Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

**UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y  
CONSTRUCCIÓN  
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**

# **Construcción de un catálogo digital de estructuras para redes eléctricas de distribución subterráneas**

**Trabajo de investigación previo a la obtención del título de  
Ingeniero Eléctrico**

**Autor:**

Tacuri Muñoz Rubén Darío.

**Director:**

Ing. Arias Reyes Pablo Danilo MsC

**MATRIZ CUENCA.**

**2020**



## AGRADECIMIENTO

Agradezco, en primer lugar, a Dios, a mi madre y a mi familia porque me dieron la fortaleza y la salud para llegar a cumplir esta meta que con bastante anhelo lo hago.

A, sí mismo, a la UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA la que me abrió las puertas y me dio la oportunidad de estudiar y obtener mi Título Profesional.

A mi Director de Tesis, Ingeniero Pablo Arias Reyes MsC, quien día a día con sus esfuerzos, conocimientos técnicos, experiencias y, lo que es más valioso, su tiempo me ha guiado y ha aportado para poder obtener este trabajo de titulación y así concluir mi carrera.

De igual manera, agradezco a todos los docentes de la Universidad Católica de Cuenca, quienes desde el primer día que yo ingrese a esta bella Institución hasta la conclusión me han ayudado, ellos han sido la base fundamental para poder enfrentar un trabajo de investigación y terminar mi carrera profesional.

Y, por último, al Sr. Raúl Oswaldo Gómez quien ha sido la base para que este trabajo concluya con satisfacción, el mismo que con su tiempo y conocimiento me guio en las dificultades de la investigación, siendo la persona encargada de la “Empresa Eléctrica Regional Centro Sur” especialista en área de redes subterráneas y que concordaba con el tema de mi trabajo de titulación.

Para todos ellos, mi agradecimiento y que Dios les pague.

*Rubén Darío Tacuri Muñoz*



## DEDICATORIA

Este trabajo de Tesis dedico a mis padres Manuel Santos Tacuri Tenelema y Zoila de Jesús Muñoz Velásquez, quienes, con un amor y sacrificio incondicional, me han apoyado para cumplir un sueño y una meta más de mi vida, gracias por formarme como una persona con principios, valores, y su propia filosofía para que valentía y con coraje entre al servicio de la sociedad y obtener el logro de mi objetivo.

A mis hermanos quienes en los momentos difíciles que me han prestado sus fuerzas para continuar mi carrera; ellos estaban siempre conmigo apoyándome a que esto no quede en el medio camino. Fueron el pilar fundamental en mi meta de mi vida, a ellos dedico y me siento orgulloso de tener una familia quienes estamos juntos en todo momento.



## **DECLARACIÓN**

Yo, Rubén Darío Tacuri Muñoz, declaro bajo juramento que el trabajo aquí escrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, se ha consultado las referencias bibliográficas que se concluyen en este documento; y eximo expresamente a la Universidad Católica de Cuenca y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

La universidad católica de cuenca puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo según lo establecido por la ley de propiedad intelectual, por su reglamento y la normatividad institucional vigente.

Rubén Darío Tacuri Muñoz



## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Rubén Darío Tacuri Muñoz bajo mi supervisión.



---

Ing. Pablo Arias Reyes MsC

**DIRECTOR**



## ÍNDICE GENERAL

<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>II</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>III</b>
<b>DECLARACIÓN</b> .....	<b>IV</b>
<b>CERTIFICACIÓN</b> .....	<b>V</b>
<b>ÍNDICE GENERAL</b> .....	<b>VI</b>
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b> .....	<b>VIII</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>IX</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>1</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>2</b>
<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>3</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>3</b>
1.1.    Objetivos (Anticimex, 2019) .....	3
1.1.1.    Objetivo general.....	3
1.1.2.    Objetivos específicos .....	3
1.2.    ALCANCE .....	3
1.3.    JUSTIFICACIÓN .....	4
<b>CAPITULO 2</b> .....	<b>5</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>5</b>
2.1.    Normativas y regulaciones emitidas y aprobadas por el Ministerio de Energía Y Recursos Naturales no Renovables “MERNNR” .....	5
2.2.    Redes Eléctricas de Distribución Subterráneas .....	6
2.2.1.    Confiabilidad en Sistemas Eléctricos de Distribución .....	9
2.3.    Banco de ductos .....	10
2.3.1.    Separadores de tubería .....	10
2.3.2.    Ductos en acera.....	10
2.3.3.    Ductos en calzada .....	11
2.4.    pozos .....	12
2.4.1.    Clasificación de los pozos.....	15
2.5.    cámaras eléctricas .....	16
2.6.    Cámaras subterráneas.....	19
2.7.    Cámaras a nivel de piso.....	21
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>22</b>
<b>SOFTWARE PARA REALIZAR DIBUJOS EN 2D Y 3D</b> .....	<b>22</b>
3.1.    Solidworks.....	22
3.1.1.    Funciones básicas del programa Solidworks.....	22
3.2.    sketchup.....	24
3.3.    ductos .....	26
3.3.1.    Ductos en acera.....	26
3.3.2.    Terreno para un ducto .....	29



3.3.3.	Separadores de ductor. ....	33
3.3.4.	Construcción del ducto. ....	34
<b>CAPÍTULO 4 .....</b>		<b>37</b>
<b>POZOS DE DISTRIBUCIÓN.....</b>		<b>37</b>
4.1.	Simulación de la construcción de pozos según la estructura de un diseño	39
4.1.1.	Barrajes sumergibles en baja tención tipo capuchón.....	39
4.1.2.	Drenaje del pozo.....	40
4.1.3.	Biselado del pozo.....	41
4.1.4.	Brocado para la parte superior del pozo. ....	42
4.1.5.	Tapa de hormigón de un pozo de distribución eléctrica.....	42
4.1.6.	Pozo con sus respectivos componentes internos y externos.....	43
<b>CAPÍTULO 5 .....</b>		<b>46</b>
<b>CÁMARAS SUBTERRÁNEAS Y A NIVEL DE PISO .....</b>		<b>46</b>
5.1.	Cámaras Subterráneas .....	46
5.1.1.	Simulación de cabina subterránea.....	49
5.2.	Cámaras a nivel de piso.....	49
5.3.	Armado de barraje en “T” .....	52
5.4.	Codos.....	57
5.5.	Barraje de distribución en media tensión .....	60
5.6.	Unidad de distribución en medio voltaje.....	63
5.7.	Transformador convencional normal.....	64
<b>CAPÍTULO 6 .....</b>		<b>67</b>
<b>TRANSICIONES DE REDES AÉREAS .....</b>		<b>67</b>
<b>CAPÍTULO 7 .....</b>		<b>69</b>
<b>ACOMETIDAS .....</b>		<b>69</b>
7.1.	Acometidas subterráneas .....	69
<b>CONCLUSIONES .....</b>		<b>71</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>		<b>72</b>
<b>NOMENCLATURA .....</b>		<b>73</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>		<b>74</b>
<b>ANEXOS .....</b>		<b>75</b>
<b>ANEXO 1 FICHA TÉCNICA DE TRANSFORMADOR.....</b>		<b>75</b>
<b>ANEXOS 2 FICHA DE UNIDAD DE DISTRIBUCIÓN EN MEDIA TENSIÓN.....</b>		<b>76</b>
<b>ANEXOS 3 DIMENSIONES DE UNA CABINA. ....</b>		<b>77</b>
<b>ANEXOS 4 DIMENSIONES DEL TRANSFORMADOR PARA REALIZAR SU RESPETIVO BROCAO .....</b>		<b>79</b>
<b>ANEXOS 5 SIMBOLOGÍAS DE EQUIPOS DE MANIOBRAS EN REDES SUBTERRÁNEAS.....</b>		<b>80</b>
<b>ANEXOS 6 VISTA DE UNA CÁMARA A NIVEL DE PISO Y SUBTERRÁNEA.....</b>		<b>82</b>
<b>ANEXO 7 CÁMARA A NIVEL DE PISO.....</b>		<b>83</b>
<b>PERMISO DE AUTOR DE TESIS PARA SUBIR AL REPOSITORIO INSTITUCIONAL .....</b>		<b>84</b>



## **ÍNDICE DE CUADROS**

Tabla 1 Clasificación de pozos por localización de los mismos .....	15
Tabla 2 Clasificación de pozos de acuerdo con la aplicación .....	15
Tabla 3 Dimensiones mínimas de las cámaras .....	17
Tabla 4 lista de materiales para la construcción de un ducto de tipo 3 * 3.....	35
Tabla 5 Componentes de un pozo de distribución .....	43
Tabla 6 Accesorios y componentes de barrajes para armar con “T” .....	55
Tabla 7 Accesorios del codo .....	59



## ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1 Configuración radial .....	7
Fig. 2 Configuración Spot Network.....	8
Fig. 3 Configuración Lazo abierto.....	9
Fig. 4 Cámara de vereda.....	20
Fig. 5 Cámara de calzada .....	21
Fig. 6 Pantalla principal SolidWorks .....	22
Fig. 7 Vista del menú desplegable SolidWorks .....	23
Fig. 8 Pantalla de opciones de dibujo o ensamblaje .....	23
Fig. 9 Vista de capas.....	24
Fig. 10 Pantalla inicial de SketchUp .....	25
Fig. 11 Opciones de SketchUp.....	25
Fig. 12 Pantalla para dibujar.....	26
Fig. 13 Barra de menús formas .....	26
Fig. 14 Construcción de ductos .....	27
Fig. 15 Tubo PVC.....	28
Fig. 16 Menú para texto .....	28
Fig. 17. Objeto con letras .....	29
Fig. 18 Dibujo con letras.....	29
Fig. 19 Simulación terreno 1.....	30
Fig. 20 Simulación de terreno 2.....	30
Fig. 21 Opción material .....	31
Fig. 22 Simulación de terreno 3.....	31
Fig. 23 Primera capa de arena .....	32
Fig. 24 Ducto de tres filas por tres columnas .....	32
Fig. 25 Capas del ducto .....	33
Fig. 26 Ducto.....	33
Fig. 27 Tendido de ductos y separadores de material PVC .....	34
Fig. 28 Separador de tubería PVC .....	34
Fig. 29 Ducto terminado con diferentes capas .....	35
Fig. 30 Dibujo base de un pozo de distribución.....	37
Fig. 31 Colocación de nueva capa .....	38
Fig. 32 Vista frontal de barraje .....	38
Fig. 33 Soporte de conductor de bajo voltaje .....	40
Fig. 34 Soporte de conductor .....	40
Fig. 35 Drenaje del pozo .....	41
Fig. 36 Biselado del pozo .....	41
Fig. 37 Brocado metálico del pozo .....	42
Fig. 38 Tapa y biselado del pozo.....	43
Fig. 39 Pozo con barraje soporte de conductores y barrajes sumergibles en BT.....	44
Fig. 40 Corte lateral del pozo y sus componentes.....	45
Fig. 41 Vista superior de la cabina con vista de la ubicación de los ventiladores .....	47
Fig. 42 Vista superior del ventilador del transformador .....	47
Fig. 43 Vista superior de la ventilación de la cabina.....	48
Fig. 44 Cabina con nombres de ubicación de equipos.....	48
Fig. 45 Cabina con numeración de la ubicación de los componentes.....	49
Fig. 46 Numeración de los compartimientos de una cámara de distribución .....	51
Fig. 47 Dimensiones internas de una cámara de distribución .....	51
Fig. 48 Dimensiones de la altura de una cámara a nivel de piso .....	52



Fig. 49 Dimensiones de la altura del piso de una cámara de distribución nivel de piso .....	52
Fig. 50 Barrajes construidos con "T" .....	53
Fig. 51 Vista explosionada frontal de un barraje en "T" .....	54
Fig. 52 Vista explosionada superior de un barraje en "T" .....	54
Fig. 53 Preparación de cable para el armado de una "T" .....	57
Fig. 54 Codo de operación con carga .....	58
Fig. 55 Codo de operación sin carga .....	58
Fig. 56 Dimensiones de la preparación del conductor para un codo .....	59
Fig. 57 Vista explosionada del armado del codo .....	59
Fig. 58 Barraje de derivación vista frontal .....	60
Fig. 59 Vista lateral superior del barraje .....	61
Fig. 60 Boquilla estacionaria "Bushing de parqueo" .....	61
Fig. 61 posición de la boquilla del Bushing de parqueo .....	62
Fig. 62 Posición del codo en el Bushing de parqueo .....	62
Fig. 63 Posición correcta del codo hacia el drenaje .....	62
Fig. 64 Cabina de distribución en medio voltaje .....	63
Fig. 65 Transformador convencional normal .....	65
Fig. 66 Transformador especial con Bushing Insert .....	65
Fig. 67 Vista frontal de una cabina de distribución .....	66
Fig. 68 Transición área subterránea .....	67
Fig. 69 Vista del tubo PVC acoplado al poste .....	67
Fig. 70 Vista de la colocación del codo inferior que conecta el pozo .....	68
Fig. 71 Codo superior del tubo .....	68
Fig. 72 Barraje de derivación de red de bajo voltaje y soporte .....	69
Fig. 73 Conexión de la acometida mediante barraje "Gel Port" .....	70
Fig. 74 Acometida subterránea .....	70



## **RESUMEN**

El trabajo de titulación consiste en la elaboración de un catálogo digital de la construcción de redes subterráneas en Medio y Bajo Voltaje. El cual se considera las normativas vigentes que está publicado por el Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables.

Las dimensiones para la elaboración de los dibujos en 2D para luego ser pasadas a 3D se tomaron del documento de homologación de redes subterráneas de la sección 2, el cual indica del mismo para la construcción de obra civil siendo estas de cabinas, ductos, pozos, tapas y todo lo que comprende la obra civil, el mismo que nos da las respectivas dimensiones para el proceso de construcción.

El proyecto servirá para llevar a cabo una simulación de la construcción de redes subterráneas, mediante el software de Solidworks, Sketchup y Lumion entre otros, se realizarán los dibujos de 2D a 3D, a escala, y los mismos mediante un proceso de renderización se transportará a un video.

Los videos llevaran un contenido de: construcción de cabinas, ductos, pozos y armado con sus componentes que conforman a redes subterráneas.

**PALABRAS CLAVE: REDES SUBTERRÁNEAS, SOLIDWORKS, SKETCHUP, LUMION**



## ABSTRACT

This degree study consists in the development of a digital catalogue of underground network construction in Medium and Low Voltage. Which considers the current regulations as published by the Ministry of Energy and Non-Renewable Natural Resources.

The required standards for the drafting of 2D drawings into 3D were based on the Underground Systems Approval in Section 2, which suggests for the construction of civil work, such as cabins, ducts, wells, covers and everything that is included in the civil work, which gives us the corresponding standards for the building process.

The project will help to carry out a simulation of the construction of underground networks, using Solidworks, Sketchup and Lumion software, among others. The drawings will be made from 2D to 3D, in scale, and these will be rendered into a video.

The videos will include: construction of cabins, ducts, wells and the assembly of the components that are part of the underground network.

KEYWORDS: UNDERGROUND NETWORKS, SOLIDWORKS, SKETCHUP, LUMION



## **CAPÍTULO 1**

### **INTRODUCCIÓN**

#### **1.1. Objetivos (ANTICIMEX, 2019)**

##### **1.1.1. Objetivo general.**

Crear un catálogo de construcción de redes soterradas, el mismo que servirán a las empresas que otorgan este servicio; quienes, mediante empresas privadas, consorcios y los profesionales que realicen trabajos de libre ejercicio en la especialidad de ingeniería eléctrica puedan realizarlo bajo este documento homologado a nivel nacional; y, de esta manera, realizar la implementación bajo un mismo criterio.

Para ello se realizará una animación de la construcción de redes subterráneas esto se realizará con un software de Solidworks, Auto CAD, Sketchup, Lumi3D.

##### **1.1.2. Objetivos específicos**

- Diseñar las estructuras, cabinas, pozos, equipos y materiales (cerrajería) de redes subterráneas en 3D las mismas que serán proyectadas a una animación. La animación comprenderá del acople y construcción de todo lo que comprende en la elaboración de redes subterráneas.
- Realizar una simulación de la construcción de redes subterráneas de medio y de bajo voltaje para que facilite la ejecución acertada de los proyectos de redes subterráneas en sitio de trabajo, economizando presupuestos y tiempo.
- Manejar un solo criterio a nivel de todas las empresas del Ecuador en donde permitirá la facilidad de ejecución y construcción de trabajos que se realizarán con redes subterráneas.

#### **1.2. ALCANCE**

El presente trabajo investigativo será usado para el diseño y animación digital aplicado para la construcción de proyectos eléctricos soterrados de medio y bajo voltaje, que comprende desde 36 kV hasta 6.3 kV en redes de distribución trifásicas y



monofásicas; con la finalidad de normar criterios de construcción con las diferentes instituciones y empresas dedicadas a la aplicación de estos mega proyectos.

Se aplicará la fase de análisis de la infraestructura antes de ejecutar la construcción, para identificar desperfectos que pudieran alterar el proyecto y tener daños materiales afectando la economía y el tiempo. Es fundamental que todos los que se encuentran dedicados al montaje de redes soterradas manejen un solo criterio de construcción, esto facilitará la manipulación y uso de los equipos.

### **1.3. JUSTIFICACIÓN**

Las empresas eléctricas del Ecuador son involucradas directamente al hacerse público un Acuerdo Ministerial 211, Artículo 1 publicado en el año 2013, el cual pide la ejecución de redes soterradas en general. Para ello, se ha trabajado en un catálogo homologado de construcción unificada para todas las empresas del país, en donde especifica dimensionamientos de construcciones y también equipos a usarse.

Para la implementación de ello sería fundamental añadir un catálogo digital (videos), que dará una breve iniciativa de la construcción de cabinas, pozos, ductos y armado de equipos y los materiales, que se utilizan para construir una red enterrada, el mismo servirá como un apoyo para empezar una obra de redes eléctricas soterradas.

Seguido, se realizará la simulación mediante videos con dibujos elaborados en 3D, tomando las dimensiones de los documentos homologados ya existentes del Ministerio de Energía y Recursos Naturales no Renovables. También contendrá una secuencia tanto en la construcción como en el armado y conexión de equipos ya sea en pozos, cabinas, transiciones de aéreo a subterráneo de una edificación de tendido de redes eléctricas por subterráneo.



## CAPITULO 2

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. **NORMATIVAS Y REGULACIONES EMITIDAS Y APROBADAS POR EL MINISTERIO DE ENERGÍA Y RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES “MERNNR”**

· Actualmente el país no cuenta con una normativa para redes eléctricas subterráneas establecida por el Servicio Ecuatoriano de Normalización (INEN), pero mientras se trabaja en ello, el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER), ha presentado un documento en el cual, junto a algunas empresas de distribución de energía en el Ecuador, se establecen los parámetros para el diseño y construcción de un sistema eléctrico subterráneo, denominado: “HOMOLOGACIÓN DE LAS UNIDADES DE PROPIEDAD (UP) y UNIDADES DE CONSTRUCCIÓN (UC) EN SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE REDES SUBTERRÁNEAS”

Y tiene por objetivos:

- Establecer un sistema único para la identificación de las Unidades de Propiedad (UP) que conforman el sistema de distribución de redes subterráneas.
- Estandarizar y homologar los materiales y equipos que conforman las Unidades Constructivas.
- Definir un sumario de especificaciones técnicas de los materiales y equipos eléctricos de mayor uso en el sistema de distribución de redes subterráneas.
- Estandarizar la simbología para representar los elementos del sistema de distribución subterráneo. (Por ejecutar) (MEER, 2013).

El documento consta de 6 secciones que se detallan a continuación:

- SECCIÓN 1:



Marco teórico para la homologación de las unidades de propiedad y unidades de construcción del sistema de distribución eléctrica de redes subterráneas.

- SECCIÓN 2:

Manual de construcción del sistema de distribución eléctrica de redes subterráneas.

- SECCIÓN 3:

Especificaciones técnicas de los materiales para sistemas de distribución eléctrica de redes subterráneas.

- SECCIÓN 4:

Manual de las unidades de construcción (UC)

- SECCIÓN 5:

Código de las unidades de propiedad para los sistemas de las unidades de propiedad y unidades de construcción del sistema de distribución.

- SECCIÓN 6

Simbología de los elementos del sistema de distribución eléctrica de redes subterráneas

## 2.2. REDES ELÉCTRICAS DE DISTRIBUCIÓN SUBTERRÁNEAS

- Los sistemas eléctricos subterráneos se implementan normalmente en zonas urbanas con un alto nivel de consolidación o en lugares en los cuales se requiera, por consideraciones de tipo estético despejar el ambiente visual de cables aéreos, los cuales por su propia naturaleza no son agradables a la vista.

- Hay que considerar que se prefiere suministrar el servicio eléctrico mediante redes aéreas por su menor costo de inversión respecto a una red subterránea. El precio de una red subterránea se encuentra, en nuestro país, en el orden de 4 a 6 veces que el de una red equivalente aérea, razón por la cual, a pesar de que un

sistema subterráneo es más confiable que uno aéreo, no se justifica en la mayoría de los casos realizar la mayor inversión.

- De acuerdo al grado de confiabilidad que se requiera y a la densidad de carga existente en el área a intervenir, se determina la configuración de la red primaria bajo la cual se provisionará del servicio eléctrico en una zona definida.

- En nuestro país tradicionalmente se ha venido utilizando para redes subterráneas la configuración tipo radial haciendo un símil a lo que se emplea en redes aéreas, debido especialmente a la facilidad en la operación y coordinación de protecciones; sin embargo, esto ha conllevado a la aparición de graves problemas operativos, tales como fallas permanentes ocasionadas por el empleo de elementos y equipos diseñados para diferentes condiciones de uso, o averías en cables de media tensión con la consecuente dificultad y demora en su reparación. Aspectos que afectan negativamente a los índices de confiabilidad y generan más de una molestia a los usuarios. En la siguiente figura, se representa la configuración tipo radial.

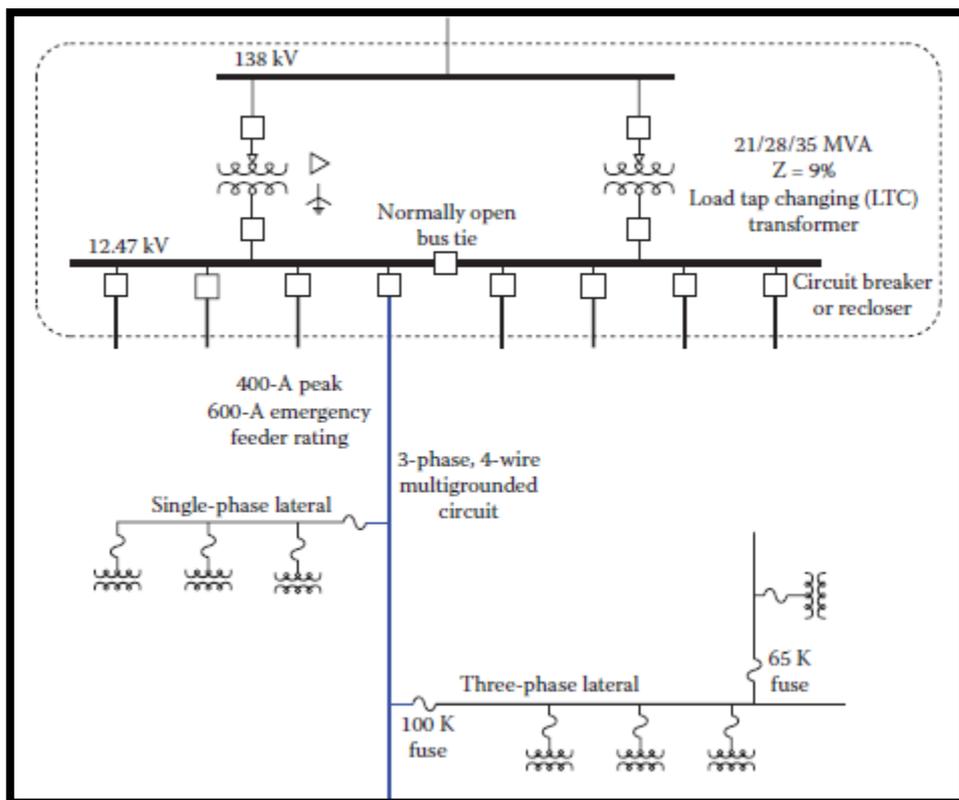
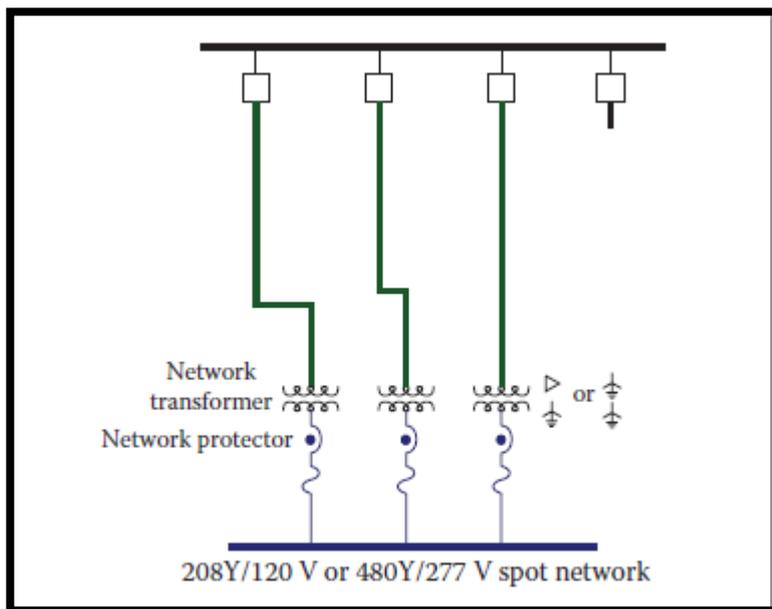


Fig. 1 Configuración radial

Fuente. Dddddd

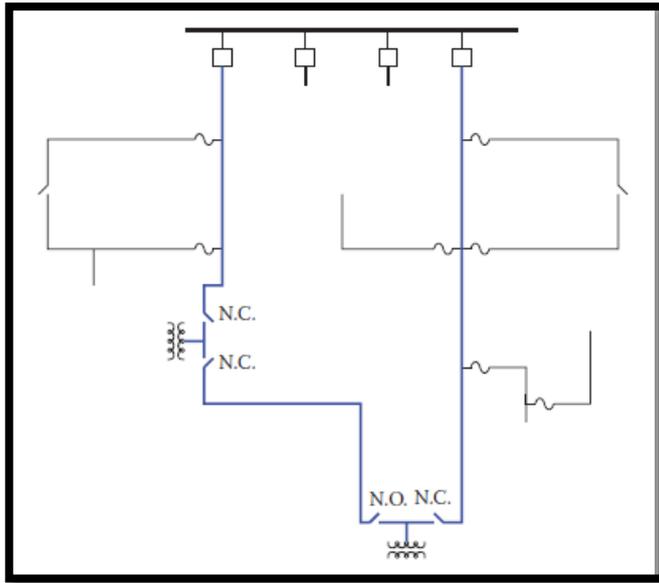
· En la segunda década del siglo XX en los Estados Unidos, por los problemas de baja confiabilidad de las redes subterráneas, se diseñó un esquema en la alimentación en media tensión altamente redundante y con un sistema mallado en baja tensión. Esta configuración fue muy empleada en las áreas comerciales de las grandes metrópolis donde existe una alta concentración de carga y se requiere de muy elevados niveles de confiabilidad. A este tipo de sistema se lo conoce como “spot network” y es utilizado hasta la actualidad a pesar de la complejidad en la operación y en las protecciones. Esta configuración se muestra en la Figura siguiente.



**Fig. 2 Configuración Spot Network**

Fuente. Dddddd

· Un tercer tipo de configuración empleado es el que se conoce como “open loop”, anillo o lazo abierto. Se trata de un sistema que posee doble conexión hacia la fuente, la cual dibuja un esquema que permite solventar las averías ocasionadas en alguno de los tramos del circuito primario, aislando la falla y alimentando, de ser requerido, desde otro punto; reduciendo ostensiblemente el tiempo de reparación y por lo tanto mejorando los índices de confiabilidad. Esta configuración se presenta en la Figura 3.



**Fig. 3 Configuración Lazo abierto**

Fuente. Francis Group 2014

- Este esquema se convierte en un estado intermedio entre el circuito radial y la configuración spot network, puesto que dispone de una doble alimentación y a su vez es operado como un sistema radial facilitando de esta manera la operación y la coordinación de protecciones (Taylor & Francis Group, 2014).

### **2.2.1. Confiabilidad en Sistemas Eléctricos de Distribución**

- La confiabilidad de los sistemas eléctricos de distribución ha cobrado una importancia capital, debido a que los sistemas de distribución, parte fundamental del sistema de suministro eléctrico, se encuentran en contacto directo con los consumidores y por lo tanto tiene gran influencia en la continuidad del servicio.

- En nuestro país tradicionalmente los estudios de confiabilidad se han enfocado en los sistemas de transmisión y generación, sin darse la importancia que requiere el aseguramiento de la confiabilidad de los sistemas de distribución. En la actualidad debido al creciente uso de sistemas computacionales, sistemas electrónicos en industrias, cocción eléctrica, vehículos eléctricos, entre otros, se hace necesario enfatizar en la confiabilidad de los sistemas de distribución.

- La confiabilidad de un SED enfoca su interés en las interrupciones sostenidas del servicio y que son mayores a 1 minuto (algunos autores consideran necesario incluir las interrupciones momentáneas menores a 1 minuto) (Taylor & Francis Group,



2014). En nuestro país, de acuerdo a la Regulación CONELEC No. 004/01, solo las interrupciones mayores a 3 minutos son consideradas para el cálculo de los índices de calidad del servicio técnico y por lo tanto están incluidas en los análisis de confiabilidad (CONELEC).

### 2.3. BANCO DE DUCTOS

- **Canalización para los conductores de acometidas:** Con la finalidad de proteger al conductor del desgaste mecánico y prever alguna causa de fuego. Exige que cada conductor debe estar protegido en una cubierta metálica o algún material con resistencia similar. Comúnmente en instalaciones como acometidas se deben colocar tuberías de tipo rígido o flexible dependiendo del escenario (NATSIM, 2012).
- **Diámetro mínimo de las tuberías de acometida:** En cuanto a la acometida en media tensión, la tubería de entrada debe ser de 3" si tiene dos conductores, y 4" Rígido para más de dos conductores para la tubería donde se encuentran los conductores de señal el diámetro será de 1 'A.
- **Canalización para acometida subterránea:** Previo a un proceso de excavación, las canalizaciones deben ser conformadas mínimo por 2 ductos de 4" cada uno de PVC reforzado. Su trayectoria debe ser recta, previniendo la colocación de cajas de paso, y de ser necesario su instalación la distancia máxima entre estas debe ser de 30 m.

#### 2.3.1. Separadores de tubería

· Para conservar una distancia uniforme entre ductos se deberán utilizar separadores de láminas de PVC. La separación mínima horizontal y vertical entre ductos de un mismo banco será de 5 cm, independiente del diámetro de tubería y del nivel de voltaje empleado. La distancia longitudinal entre cada separador será de 2.5m.

· Se debe aplicar los factores de corrección para el cálculo de la capacidad de corriente de los conductores de acuerdo a la distancia de separación entre tuberías y a la profundidad a la cual estarán instaladas.

#### 2.3.2. Ductos en acera



- Cuando el banco de ductos este instalado bajo las aceras el material de relleno será de arena y opcionalmente de hormigón de 140 Kg/cm<sup>2</sup> de requerirse una mayor resistencia mecánica. El fondo de la zanja tendrá un terminado uniforme sobre el cual se colocará una cama de arena o ripio de 5 cm dependiendo del material de relleno del banco de ductos que puede ser arena u hormigón respectivamente, consiguiendo un piso regular y uniforme; de tal manera que, al colocar la primera fila de los ductos, esta se apoye en toda su longitud.
- Si el material de relleno del banco de ducto es arena, luego de colocar la primera fila de ductos se ubicará el separador de tubería seguido de una capa de arena de 5 cm y así sucesivamente hasta completar el número de ductos requeridos. La última capa de arena será de 10 cm de altura sobre el último ducto.
- En el caso que el material de relleno del banco de ducto es hormigón, se debe armar el banco de ductos con los separadores según lo requerido, y se debe rellenar todo de hormigón hasta una altura de 10 cm por encima de la última tubería. En ambos casos, después de la capa de 10 cm sobre el ultimo ducto ira una capa de 20 cm de material de relleno (libre de piedra) compactado manualmente, la siguiente capa de 10 cm será compactada en forma mecánica, luego de esto se colocará una capa de 10 cm de súbbase compactada (arena o ripio) que depende del material de terminado de la acera si es adoquín u hormigón respectivamente. La distancia de las paredes de las zanjas hacia los ductos será de 10 cm.

### **2.3.3. Ductos en calzada**

- En el momento que se construya el banco de ductos bajo las calzadas el material de relleno deberá ser de hormigón con resistencia mínimo de 180 Kg/cm<sup>2</sup>, hasta 10 cm por encima del ducto superior. Sobre el banco de ductos se colocará material de relleno (libre de piedra) dos capas de 25 cm compactado en forma mecánica, luego de esto se colocará una capa de 10 cm de subbase compactada (arena, ripio o lastre) que depende del material de terminado de la calzada si es adoquín, hormigón o asfalto respectivamente.
- El fondo de la zanja tendrá un terminado uniforme sobre el cual se colocará una cama de ripio de 5 cm.



· La separación horizontal mínima entre bancos de ductos eléctricos y otros servicios será de 25 cm, no se instalará ductos de otros servicios paralelamente por encima o debajo de ductos eléctricos, en casos excepcionales la separación vertical será la misma indicada anteriormente.

Ventajas y desventajas de los ductos.

- Ventajas:
  - Relativamente fácil el remplazo de cables y el cambio de calibre.
  - Mecánica y ambientalmente superior que el de enterrado directo.
  - Suministra protección al cable contra excavaciones posteriores.
  - Previsión para el incremento de la demanda futura.
  - Alta confiabilidad.
- Desventajas:
  - Mayor costo inicial
  - Menor capacidad de corriente
  - No puede ser empalmado, secciones enteras deben ser remplazadas.

## **2.4. POZOS**

· Las aplicaciones de los pozos de revisión se basan en las normas propuestas por el MEER, la cual plantea la construcción de los pozos; por lo general se realizan dichos pozos en las áreas públicas (calles y veredas), donde generalmente existen otras instalaciones tales como: agua potable, alcantarillado, teléfonos, entre otras. Cabe mencionar que durante el diseño y la construcción se deberá consultar y coordinar con las entidades responsables de estos servicios para contar con los planos e información correspondientes de las instalaciones existentes.

· La distancia entre la parte inferior de los ductos más profundos y la base del pozo debe ser mínimo de 10 cm. El banco de ductos debe estar centrado con respecto a las paredes laterales del pozo.



· El banco de ductos no podrá rebasar el nivel de pared terminada del pozo, quedarán unos 5 cm antes de salir a la superficie de la pared interior del pozo, con la finalidad de dar una curvatura con un radio de 3 cm (chaflán) para que ingresen los cables al ducto sin dañar la chaqueta.

- Se utilizarán pozos cuando la red requiera cambios de dirección, transición aérea a subterránea, así como a lo largo de la ruta en los tramos rectos del circuito.
- La distancia entre pozos dependerá del diseño, no podrá ser mayor a 60 metros; en redes de bajo voltaje existe la posibilidad de separar pozos a menores distancias, esta dependerá de las divisiones de los lotes.
- Los pozos deben mantener un espacio de trabajo limpio y suficiente para desempeñar las labores de mantenimiento, los cables y accesorios deben ir sujetos a la pared.
- Los pozos serán construidos con paredes de hormigón armado de 210 kg/cm<sup>2</sup> (en calzada) o de mampostería de ladrillo o bloque de hormigón pesado en acera. El espesor de la pared será como mínimo de 12 cm.
- Las paredes interiores de los pozos construidos de mampostería de ladrillo o bloque serán enlucidas con mortero 1:3 y alisadas con cemento.
- El piso del pozo estará constituido por una capa de material filtrante de 10 cm mínimo (grava) que ocupará toda su área.
- Los pozos para las derivaciones, ángulos y de pasada de los bancos de ductos serán con paredes de hormigón armado o de mampostería de ladrillo con tapas de hormigón, en las dimensiones y detalles apropiados.
- Los pozos con paredes de mampostería de ladrillo, se utilizarán para los ángulos y de pasada para disminuir la distancia entre ellos.
- Se construirán según las dimensiones y en los sitios indicados en las especificaciones.



- Serán de mampostería de ladrillo y sus paredes interiores enlucidas con mortero 1:3 y alisadas con cemento, en casos particulares y según lo indique la Fiscalización, serán de hormigón.
  - El piso de los pozos estará constituido por replantillo de piedra y loseta de hormigón de 5 cm de espesor.
  - Las tapas de las cajas serán de hormigón armado.
  - Las tapas tendrán un marco y brocal metálico. El espesor de la losa de la tapa será de 7,5 cm.
  - En las paredes de los pozos se empotrarán los elementos necesarios (varillas de acero) para el soporte de cables de acuerdo a lo indicado en los Planos pozos de distribución.
  - En las esquinas y cambios de dirección, los pozos tendrán formas especiales según el ángulo que forme el banco de ductos.
  - En la losa de piso del pozo, se dará la inclinación necesaria, para drenaje hacia un cajón sin hormigón, relleno de material filtrante para la evacuación del agua que penetre a los pozos. Este cajón se realizará cuando no fuere posible el drenaje del pozo al alcantarillado de la calle o avenida.
  - En las calles y veredas en donde se construyen los ductos, generalmente existen instalaciones de agua potable, alcantarillado, teléfonos, energía eléctrica, etc., por lo cual, durante la construcción se deberá consultar con las entidades responsables de estos servicios y contar con los planos correspondientes de las obras de infraestructura previstas.
- La distancia de pozo a pozo recomendadas debe ser de 30 m a 50 m, pero pueden existir pozos a menor distancia dependiendo de la distribución de la lotización.
  - En el caso de existir acometidas se utilizará los pozos existentes considerando el número de vías adecuado. Las dimensiones de los pozos son de acuerdo con el tipo de utilización de este.



· Los criterios de ubicación de los pozos a más de servir a los consumidores finales son para evitar la utilización de codos o derivaciones en ángulos rectos, con lo que se facilita el tendido de cables.

#### 2.4.1. Clasificación de los pozos

Se presentan clasificaciones de pozos según la localización y su funcionamiento siendo los más comunes los de la Norma EEQ 2014 que se indican en la tabla, ya que se tenía como regulación esta norma y esto cambio según el acuerdo ministerial 211 del 30 de julio del 2013, lo cual expresa que se debe cambiar a lo establecido en el MEER.

Tabla 1 Clasificación de pozos por localización de los mismos

TIPO	LARGO	ANCHO	PROFUNDIDAD
Pozo, bajo voltaje cruce de vía	100	100	110
Pozo medio voltaje cruce de vía	120	120	150
Pozo bajo voltaje acera	80	100	90
Pozo de medio voltaje acera	90	120	130

Fuente. Tomado del documento de unidades de propiedad.

Tabla 2 Clasificación de pozos de acuerdo con la aplicación

TIPO	LARGO	ANCHO	PROFUNDIDAD	APLICACIÓN
A	60	60	75	AP-ACOMETIDA
B	90	90	90	MV-BV-AP
C	120	120	120	MV-BV-AP
D	160	120	150	MV-BV-AP
E	250	200	200	MV-BV-AP

Fuente. Iza et al.

La utilización de los pozos tipo C, D y E son acorde a su utilización y localización, el pozo tipo C para derivaciones, tipo D y E para alojamiento de módulos pre moldeados para derivación y seccionamiento, normalmente en las esquinas.

Excavación para pozos de revisión:



- Las excavaciones para los pozos dependerán de las dimensiones y tipos de pozos que se vayan a utilizar en las redes.
- Si existe inestabilidad del suelo o bajo valor portante, se requerirá incrementar las dimensiones de la excavación para después realizar la reposición con un material de préstamo.
- Todas las excavaciones deben protegerse con cerramiento, entibados o con cubiertas resistentes y movibles para evitar accidentes.
- En general, las excavaciones deben permanecer expuestas el menor tiempo posible.
- En ningún caso este tiempo debe ser mayor a cuatro días. El Contratista será responsable de la estabilidad de la excavación.
- La rasante final de excavación para toda estructura (pozos o ductos) será compactada previo al trabajo de replantillo u colocación de hormigón. (Iza, et al).

## **2.5. CÁMARAS ELÉCTRICAS**

- La cámara estará diseñada para uso exclusivo de energía eléctrica. Será construida vista previa mediante la verificación de las especificaciones técnicas necesarias para equipos a instalar en las cámaras eléctricas.
- Se construirá en el sitio más adecuado, desde el punto de vista eléctrico, y considerando las estructuras existentes en el lugar, ejecutando las obras civiles para la cimentación, instalaciones eléctricas, seguridad y el equipamiento completo indicado en estas especificaciones.
- La cámara será resistente a esfuerzos externos, ventilada adecuadamente, resistente a cualquier medio ambiente, resistente al fuego, impermeable y hermética, con acabados adecuados. Se dispondrá de un acceso libre desde la vía pública para el personal de la empresa distribuidora.

Las dimensiones interiores de las cámaras dependerán directamente de la potencia, número de transformadores y de las medidas de los equipos a instalarse,



estas pueden variar en función de las distancias mínimas de seguridad, para evitar accidentes de personas que trabajen dentro de esta área.

· Las dimensiones interiores mínimas de las cámaras de las empresas distribuidoras con celdas o interruptores de M.V de tres vías y tablero de distribución de B.V para potencias de 250 hasta 800 kVA, se dan en la Tabla, en función del número de transformadores y del voltaje nominal que alimenta a la cámara.

**Tabla 3 Dimensiones mínimas de las cámaras**

<b>Voltaje nominal de la línea de distribución</b>		<b>Dimensiones mínimas (cm)</b>		
<b>Transformadores</b>	<b>distribución en medio voltaje</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>H</b>
1	menor de 24 kV	420	540	300
2	menor de 24 kV	420	600	300

Fuente. Iza, et al.

Las dimensiones interiores mínimas de las cámaras eléctricas con un transformador menor a 250 kVA están dadas en función de la medida de los equipos y de las distancias de seguridad. En este tipo de cámaras estarán instaladas exclusivamente el transformador de distribución, y su respectivo seccionamiento o protección con barrajes desconectables o celdas de MV, mínimo 3 circuitos de MV.

Ninguna cámara podrá ser inferior a las siguientes medidas:

- Largo= 3 m
- Ancho= 2.2 m (Transformador Monofásico)
- Ancho= 3.7 m (Transformador Trifásico)
- Alto= 3 m

También se debe tomar en cuenta:

- Seguridad del personal: Todo equipo a instalarse en cámaras eléctricas será de frente muerto.
- Dimensiones: Se definen en base a los equipos a instalarse y distancias de seguridad.



- Ventilación: Para cumplir con la disipación de calor producidas por pérdidas en el transformador se debe disponer sistemas de ventilación natural o forzado.
  - Accesos: Dimensionamiento para facilitar el ingreso de personal y de equipos, tanto en, cámaras a nivel como en cámaras subterráneas, cumpliendo con normas establecidas.
  - Materiales: Los materiales de construcción para las cámaras a nivel y subterráneas deben ser resistentes al fuego por un lapso de tiempo mínimo de 3 horas.
  - Sistema de evacuación de agua: Se debe disponer de un sistema de bombeo para evitar posibles inundaciones al interior de las cámaras eléctricas subterráneas.
  - Canales: Separación de conductores de medio y bajo voltaje mediante rejillas metálicas en el interior de los canales.
- El diseño y la construcción de la obra civil se ejecutarán de acuerdo con la última versión vigente con las siguientes normas y reglamentos:
- INEN Instituto Ecuatoriano de Normalización.
  - ACI Código de Construcción para Concreto Reforzado.
  - ASTM Organismo internacional de Normalización de EEUU.
  - AAHSTO Sistema de clasificación de suelos.
  - Las normas y reglamentos de obra eléctrica son los siguientes:
  - IEC Comisión Electrotécnica Internacional.
  - ISO Organización Internacional de Normalización.
  - INEN Instituto Ecuatoriano de Normalización.
  - NEC Código Eléctrico Nacional.
  - ASTM Organismo internacional de Normalización de EEUU.



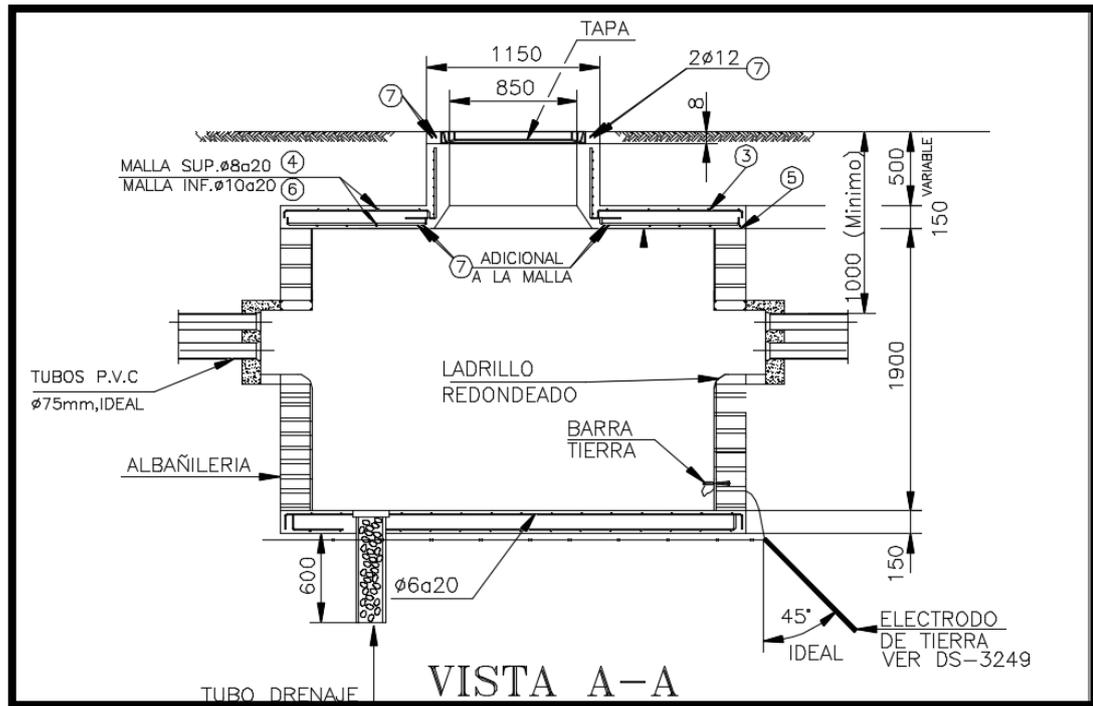
- ICEA Asociación de Ingenieros de Cables.
- NEMA Asociación de Fabricantes Eléctricos.
- NTE – IET Norma Tecnológica de Edificación.
- IEEE Institute of Electrical and Electronics Engineers

## **2.6. CÁMARAS SUBTERRÁNEAS**

· Las cámaras subterráneas son el análogo a los postes utilizados en la distribución aérea. En media tensión las cámaras son fabricadas con ladrillos que luego es estucado y además lleva un marco y tapa metálicos. Aunque también existen empresas que se dedican a construir cámaras de hormigón prefabricadas.

· Las cámaras subterráneas se pueden clasificar según su uso y el lugar en el que están ubicadas. Existen cámaras para colocar en vereda y también cámaras para colocar en la calzada. Esta última debe ser más robusta para soportar el peso de los vehículos.

· La cámara de vereda se puede observar que en sus costados tiene la entrada y salida de los tubos de PVC a través de unas boquillas. Los conductores llegan por esos tubos y luego se apoyan en un soporte de PVC o madera para reducir el esfuerzo mecánico en los cables. Es común que antes que el conductor salga por el otro extremo, se realiza un seno dentro de la cámara para que en caso de falla y se necesite más cable, se pueda utilizar parte del que quedó en el seno de la cámara. (Iza, et al, págs. 15-21).



**Fig. 4 Cámara de vereda**

Fuente. Iza, et al.

- Esta cámara puede ser utilizada para lo siguiente:
  - Uniones de cables monopoles en MT.
  - Para alimentar a servicios particulares en MT.
  - Para usarse como cámara de paso.
- Es importante es que estas cámaras deben estar correctamente aterrizadas a través de la barra a tierra y el electrodo de tierra a un ángulo de 45°. El tubo de drenaje ayuda a que la humedad que pueda acumularse en el interior de la cámara pueda salir a través de él.
  - Podemos observar una cámara de tipo calzada. Se logra observar una gran diferencia en la construcción del drenaje.

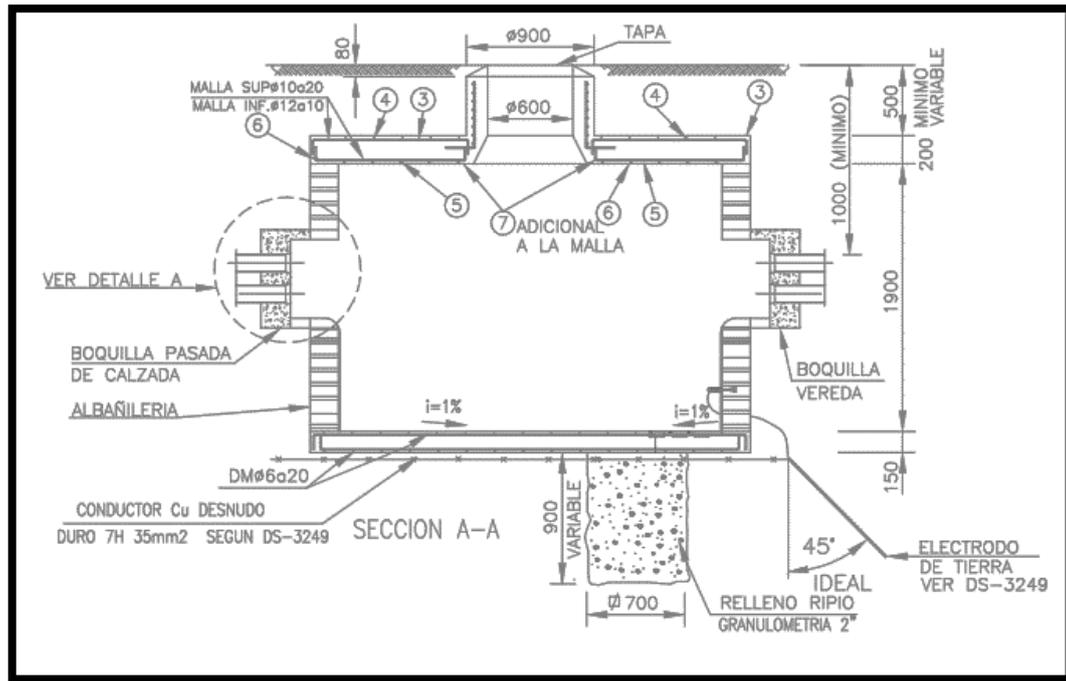


Fig. 5 Cámara de calzada

Fuente. Iza, et al.

- Esta cámara puede usarse para uniones de cables mono polares en media tensión. Esta cámara es profunda, por lo que posee escaleras en sus costados para ingresar o salir de una manera más sencilla.

## 2.7. CÁMARAS A NIVEL DE PISO

- Cámara que está construida sobre el nivel de piso y su ingreso será por una de sus partes laterales. En Cámaras a nivel deberá utilizarse equipos de seccionamiento y protección como: celdas de MV, módulos pre moldeados (conectores tipo codo, tipo "T" o codo porta fusible), barrajes desconectarles y tableros de distribución de BV.

## CAPÍTULO 3

### SOFTWARE PARA REALIZAR DIBUJOS EN 2D Y 3D

#### 3.1. SOLIDWORKS

“El Software de CAD SOLIDWORKS es una aplicación de automatización que permite a los diseñadores a croquizar ideas con rapidez, experimentar con operaciones y cotas y producir modelos y dibujos detallados.

Este documento analiza los conceptos y terminología utilizados en toda la aplicación SOLIDWORKS. Permite al usuario familiarizarse con las funciones que se emplean habitualmente en SOLIDWOR” (Street,Mass, 1995-2015).

##### 3.1.1. Funciones básicas del programa Solidworks

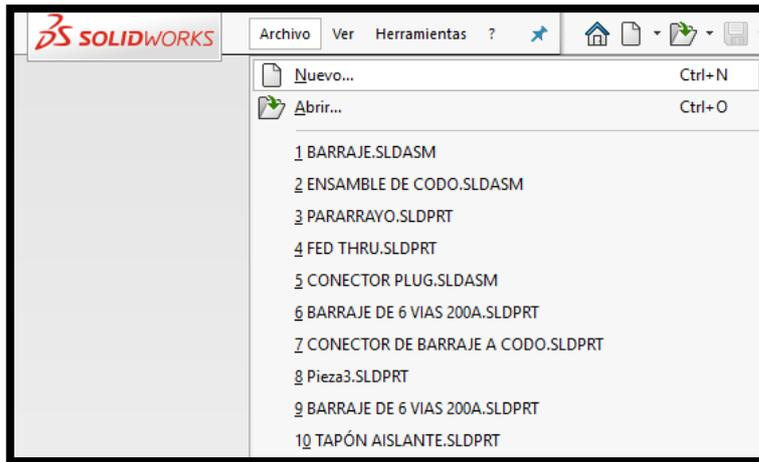
- Para empezar a usar el Solidworks se realizará un conocimiento global de cómo está estructurada la pantalla y sus respectivos menús, submenús y componentes de la pantalla principal.



**Fig. 6 Pantalla principal SolidWorks**

**Fuente. Tacuri, 2019**

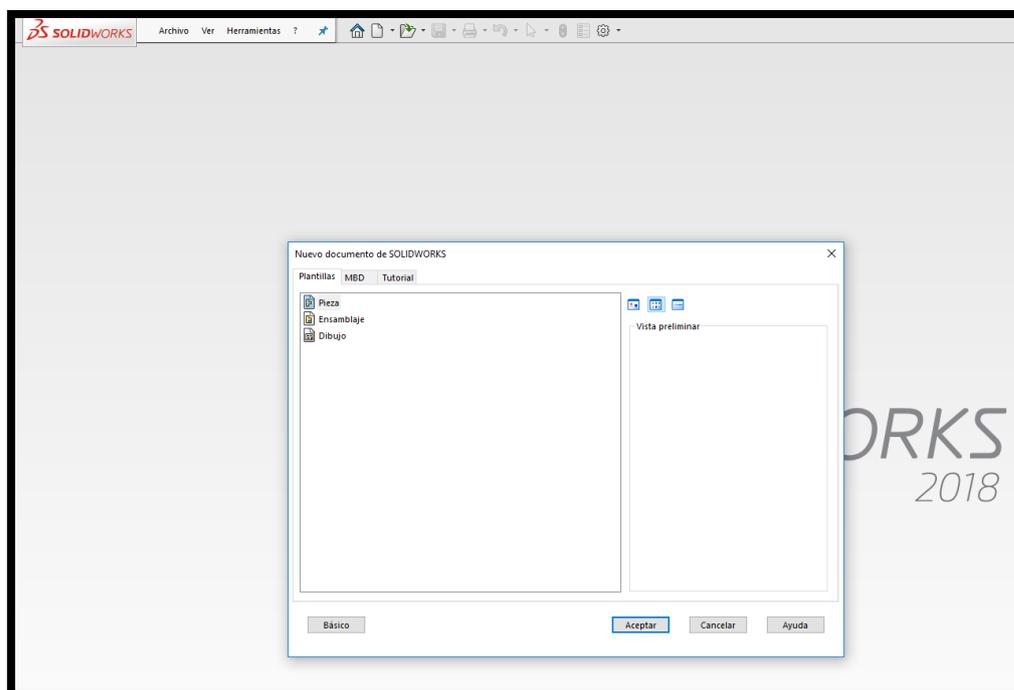
- Para empezar a dibujar una pieza de cualquier tipo, en la parte superior izquierda existen tres menús desplegables, nos da varias opciones.



**Fig. 7 Vista del menú desplegable SolidWorks**

Fuente. Tacuri, 2019

Se toma la opción Nuevo del menú archivo y tendremos una nueva ventana en el cual para dibujar se tomará la opción pieza (Figura 8 Pantalla de Opciones de Dibujo o Ensamble).



**Fig. 8 Pantalla de opciones de dibujo o ensamblaje**

Fuente. Tacuri, 2019

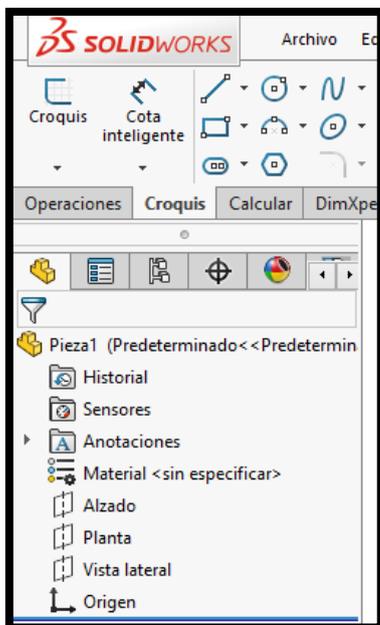
Las tres opciones que nos da la ventana:

**Pieza.** Se utiliza para dibujar figuras y diseñar, se realizar extracciones de esa manera se pasarán los dibujos de 2D a 3D.

**Ensamblaje.** Se utiliza cuando los diseños o dibujos estén terminados en la opción pieza en el cual se pasa a la plataforma de ensamblaje y se realiza uniones de figura y modelados.

**Dibujo.** Sirve para obtener la diferente vista ortogonal de cualquier tipo de pieza ensamblado en 2D.

Para empezar a dibujar se toma la opción pieza y nos abre una ventana la cual nos permite dibujar escogiendo una vista de referencia alzado planta o vista lateral figura vista de capas.



**Fig. 9 Vista de capas**

Fuente. Tacuri, 2019

El software de Solidworks nos permite diseñar piezas a escala el mismo también nos permite pasar a 3D dentro del dibujo en 2D.

### 3.2. SKETCHUP

Sketchup es un programa manejable que nos facilita los trabajos también se observa en 3D permitiendo trabajar por capas de distinta forma.

El software sirve para realizar dibujos de arquitectura el cual se realizará dibujos de pozos, cabinas en lo que concierne a obra civil el Sketchup

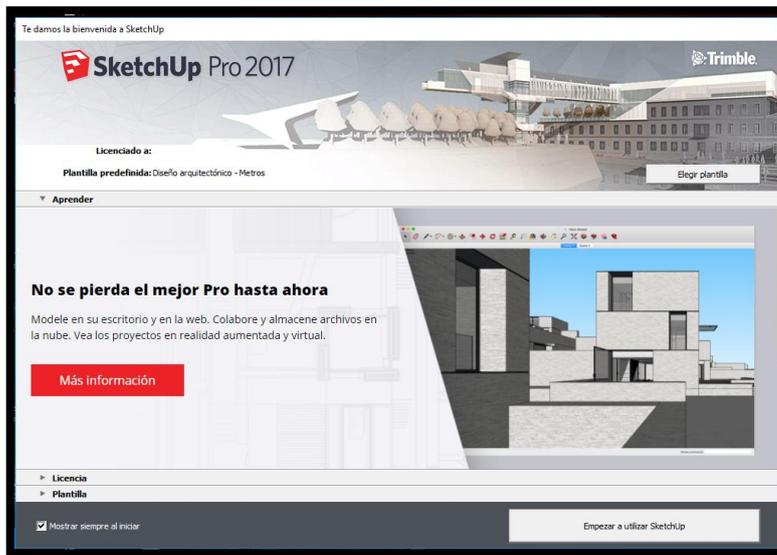


Fig. 10 Pantalla inicial de SketchUp

Fuente. Tacuri, 2019

Al abrir la pantalla de inicio debemos tomar una opción en la cual se empezará a dibujar

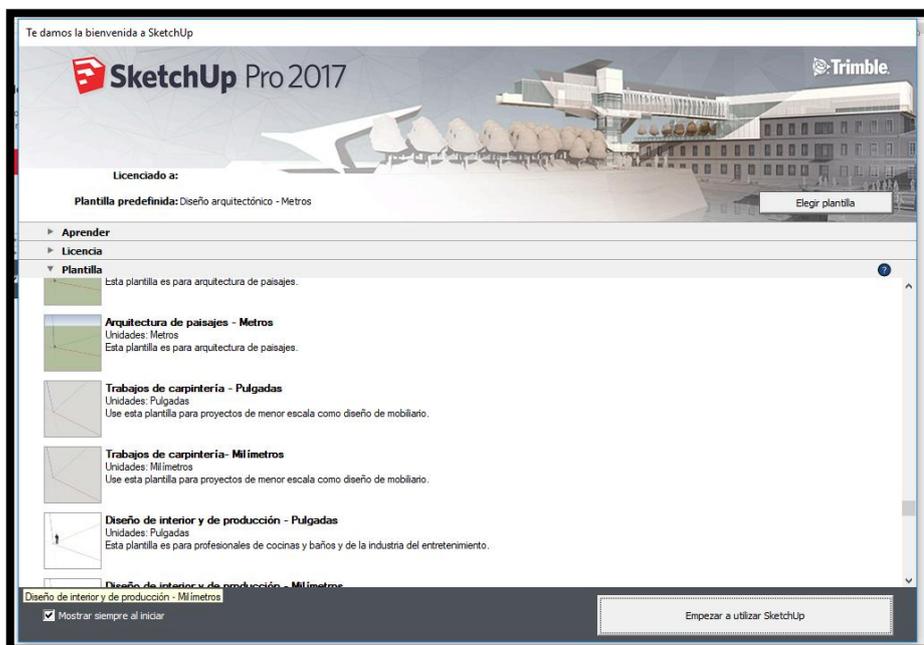


Fig. 11 Opciones de SketchUp

Fuente. Tacuri, 2019

El menú Elegir pantalla nos dará varias opciones para trabajar con dimensiones en metros, pulgadas, centímetros, milímetros depende del tipo de trabajo que se vaya a realizar y tenemos la pantalla principal para realizar dibujos.

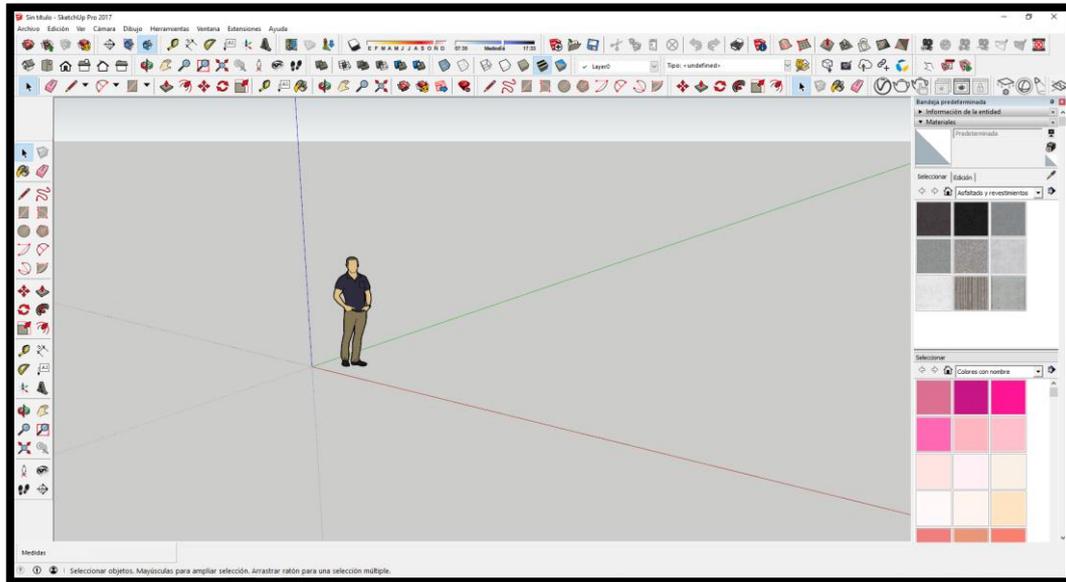


Fig. 12 Pantalla para dibujar

Fuente. Tacuri, 2019

En la barra de menús se tomamos la opción de formas y con la misma empezamos a dibujar dependiendo de cómo está la estructura tomamos las diferentes opciones (figura 3 barra de menús formas).



Fig. 13 Barra de menús formas

Fuente. Tacuri, 2019

### 3.3. DUCTOS

#### 3.3.1. Ductos en acera

Construcción y armado del banco de ductos con la homologación publicada por el Ministerio de Energía y Recursos Naturales no Renovables “MERNNR”.

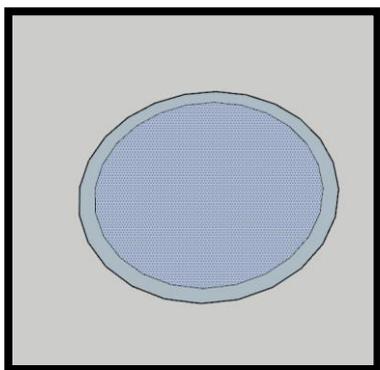
· Para la construcción de ductos, se realizará mediante información de la sección 2 HOMOLOGACIÓN DE LAS UNIDADES DE PROPIEDAD Y UNIDADES DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICAS DE REDES SUBTERRÁNEAS. El cual pertenece al capítulo 1.

· En la construcción se tendrá que realizar una excavación, dependiendo de la cantidad de ductos que tendrán que construir; se debe clasificar si el mismo será construido en calzada o vereda para el cual se tienen diferentes dimensiones.

Primero dibujaremos los componentes que contiene un ducto.

- Tubos
  - Separadores
  - Cinta de señalización
- Para dibujar un tubo ingresamos al menú formas y escogemos la opción círculos el cual nos y le damos el espesor que tiene de 15 mm

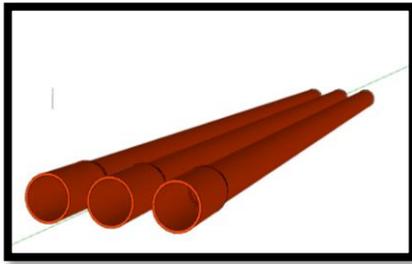
Borramos la parte interna para realizar una extrusión con la opción empujar de tal forma que se vea como un tubo



**Fig. 14 Construcción de ductos**

Fuente. Tacuri, 2019

En la opción material escogemos plásticos y le damos un color tomate quedando de esta manera (Figura tubo PVC).

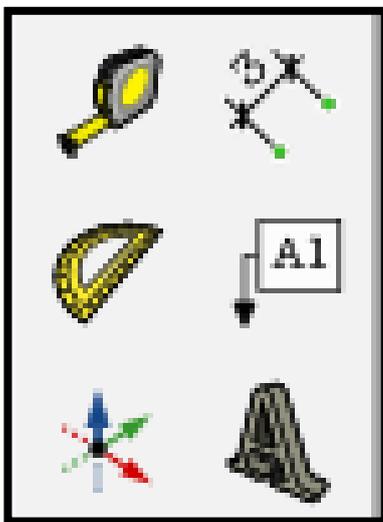


**Fig. 15 Tubo PVC**

Fuente. Tacuri, 2019

Para dibujar una cinta escogemos la barra de menús formas y la opción rectángulo dándole materiales la opción plásticos y le damos un espesor mínimo de un plástico

Y para que el plástico contenga un texto le tomamos la opción texto y lo colocamos donde se vaya ubicar (figura menú para texto), (Torre Cantero, 2012).



**Fig. 16 Menú para texto**

Fuente. Tacuri, 2019

De esta manera queda un objeto dibujado con letras.



Fig. 17. Objeto con letras

Fuente. Tacuri, 2019

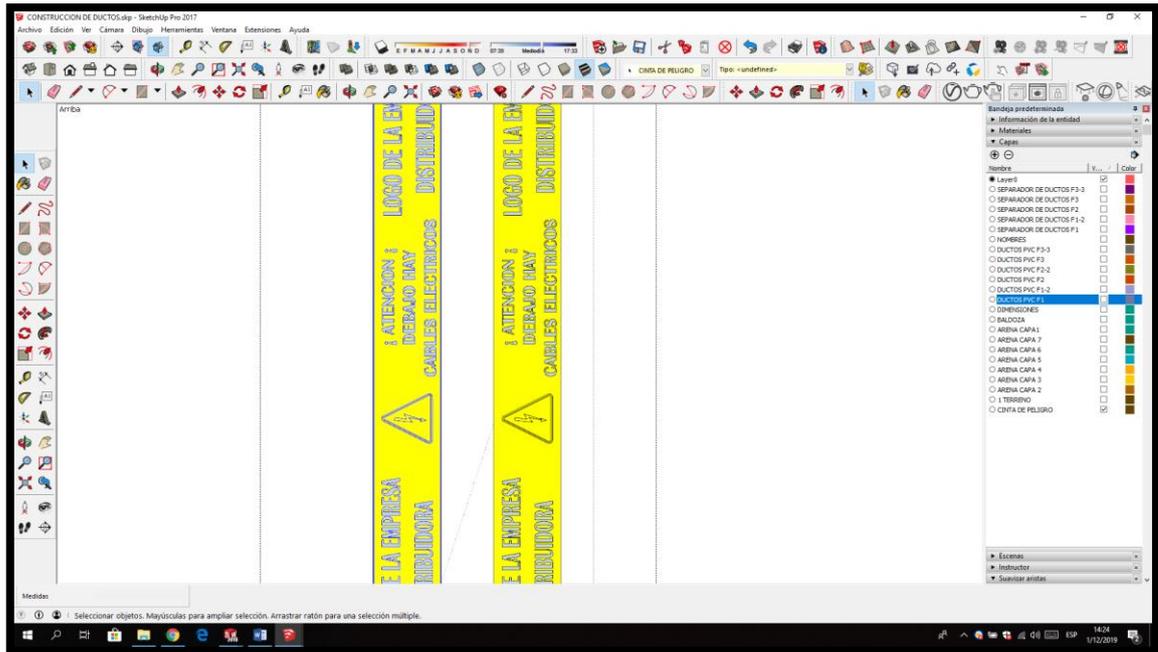


Fig. 18 Dibujo con letras

Fuente. Tacuri, 2019

### 3.3.2. Terreno para un ducto

Se toma la opción formas en la barra de menús la misma que nos facilita realizar cualquier tipo de dibujo tomando las dimensiones que corresponde para ello de la siguiente manera (Torre Cantero, 2012)

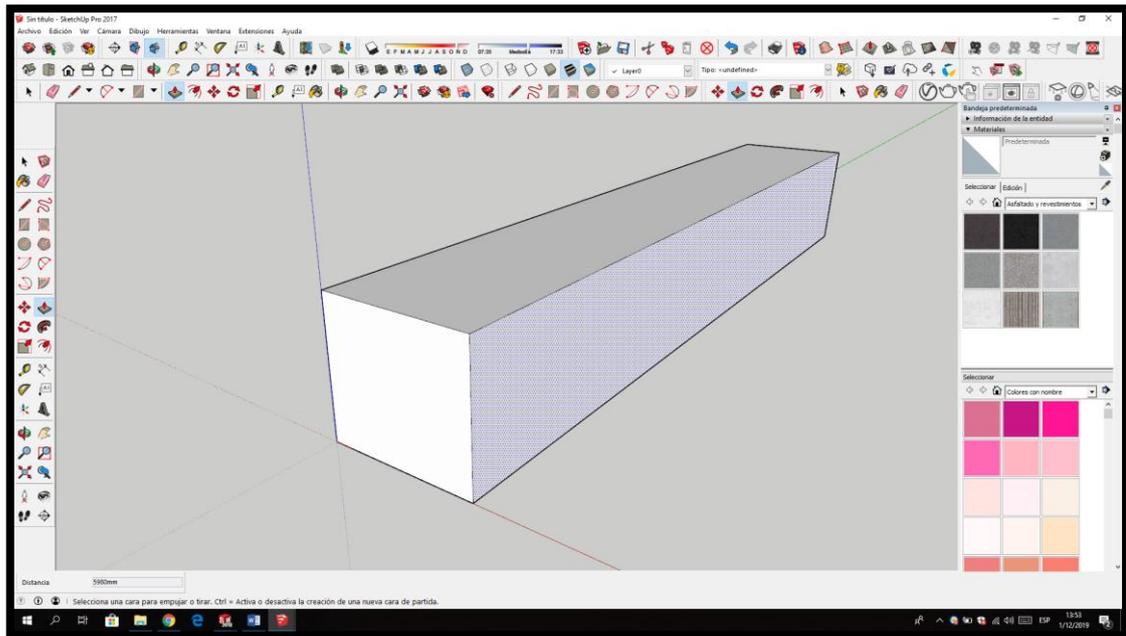


Fig. 19 Simulación terreno 1

Fuente. Tacuri, 2019

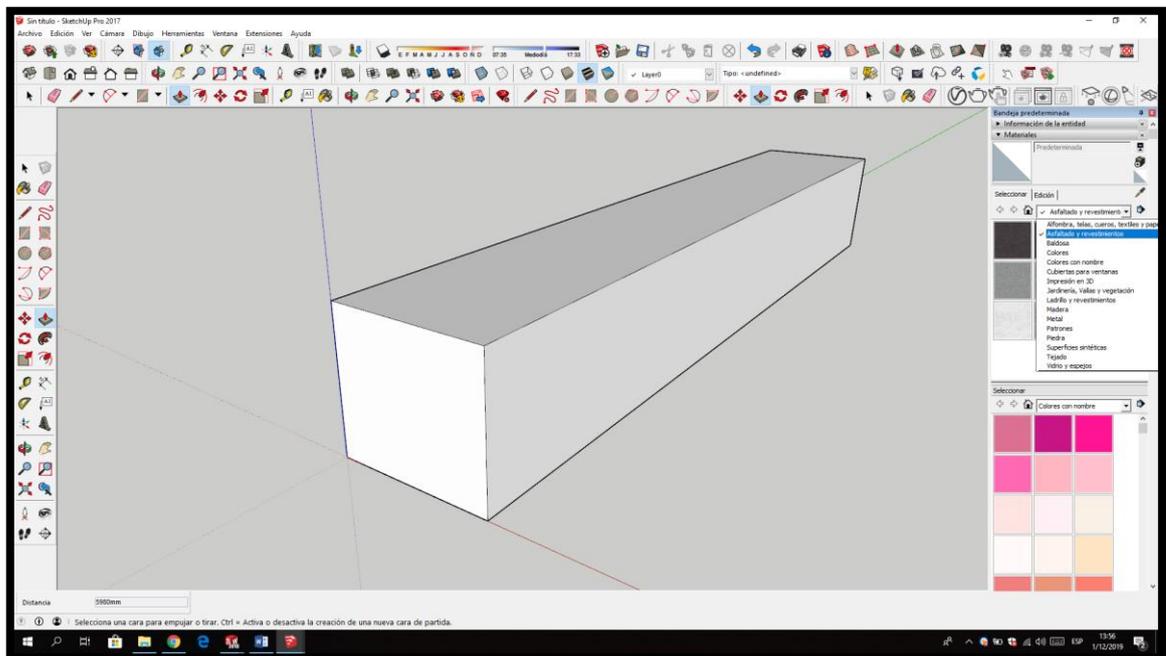


Fig. 20 Simulación de terreno 2

Fuente. Tacuri, 2019

Y tomamos la opción la opción material para que se vea una simulación de un terreno.

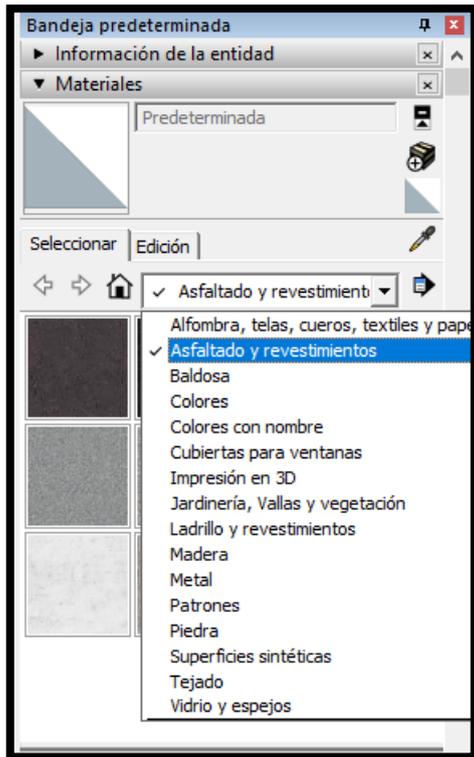


Fig. 21 Opción material

Fuente. Tacuri, 2019

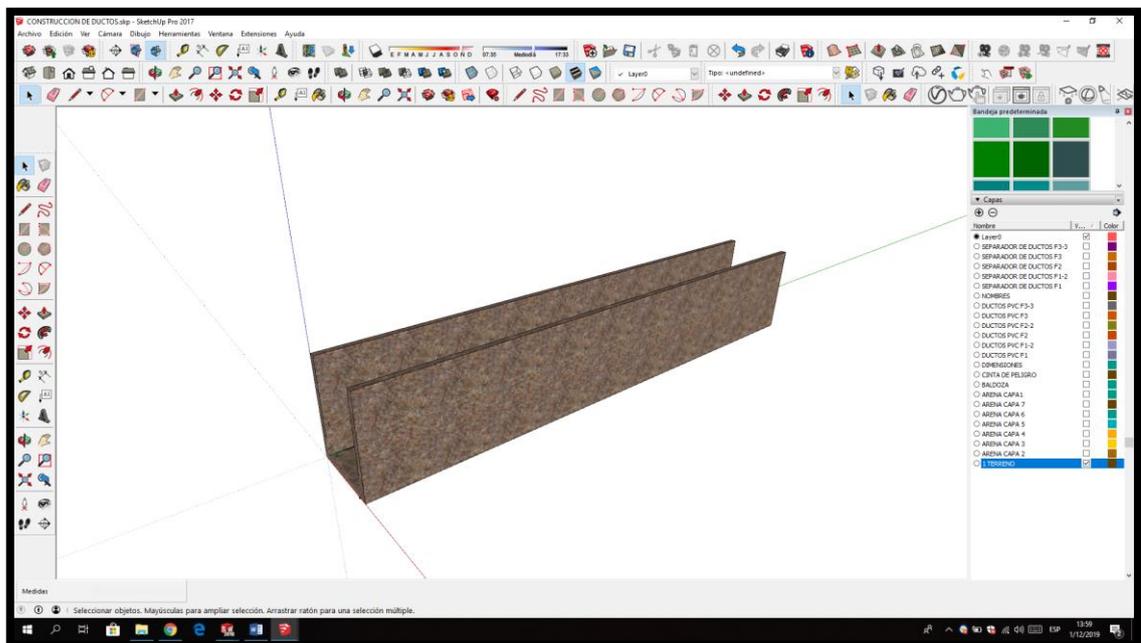


Fig. 22 Simulación de terreno 3

Fuente. Tacuri, 2019

De esta forma hemos construido un terreno para simular un ducto

A continuación, dibujamos la primera capa de arena. Para opción formas y dibujamos un rectángulo dentro de la figura de terreno u le damos un espesor y en materiales la opción de dibujo en este caso escogemos en materiales la opción asfaltos y revestimientos

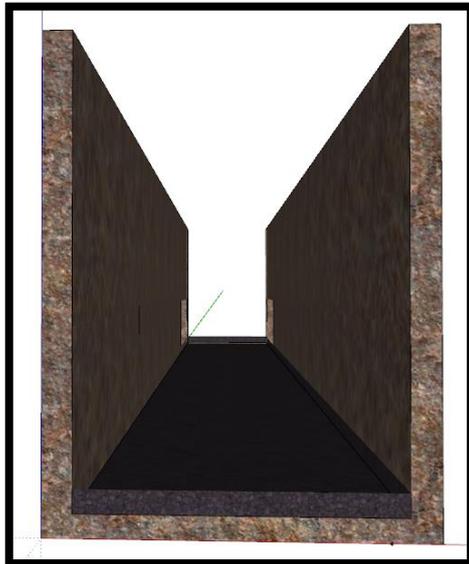


Fig. 23 Primera capa de arena

Fuente. Tacuri, 2019

A continuación, dibujamos las capas y tubos y tubos teniendo como resultado un ducto de tres filas por tres columnas.

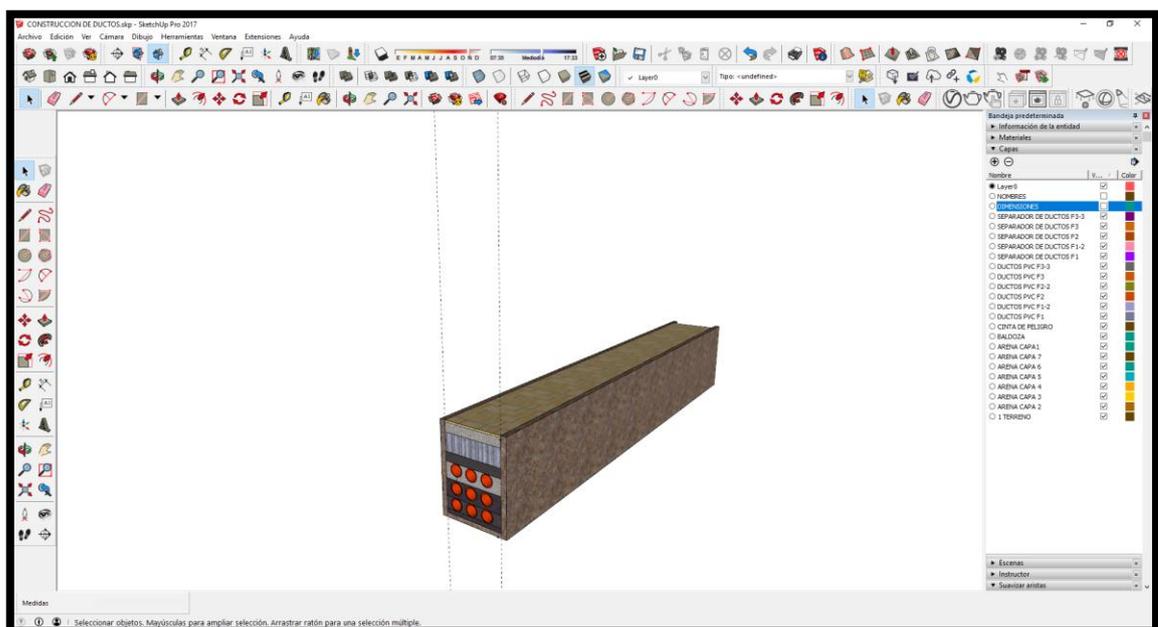


Fig. 24 Ducto de tres filas por tres columnas

Fuente. Tacuri, 2019

Este material de plástico o PVC se colocará en toda la trayectoria del tendido de ductos la misma tendrá que quedar desde la parte superior ya sea vereda o calzada terminada a una dimensión de 20cm. Imagen de la colocación de cinta de señalización.

El dibujo se realizó mediante capas

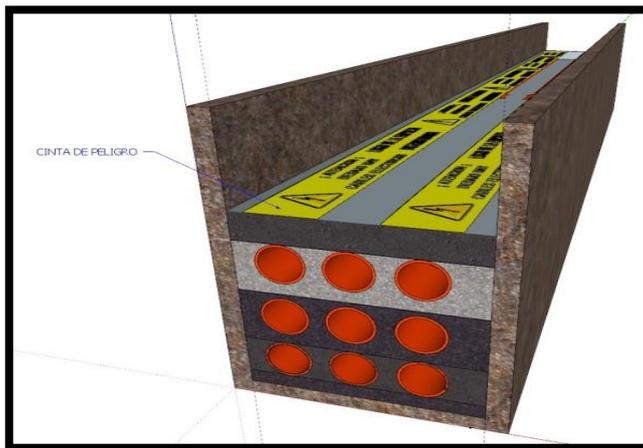


Fig. 25 Capas del ducto

Fuente. Tacuri, 2019

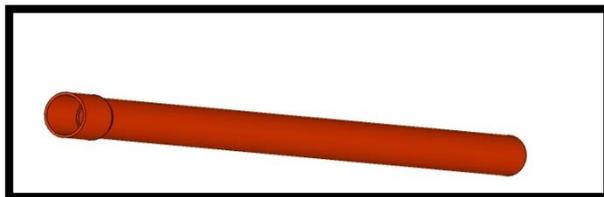


Fig. 26 Ducto

Fuente. Tacuri, 2019

### 3.3.3. Separadores de ductor.

Los separadores de ductos tendrán que ser colocados con una longitud mínima 2.5 m sobre el tendido de ductos; estos separadores serán colocadas después de cada fila de tubería.

En la siguiente figura se mostrará una imagen de ductos y separadores.

Imagen de los separadores.

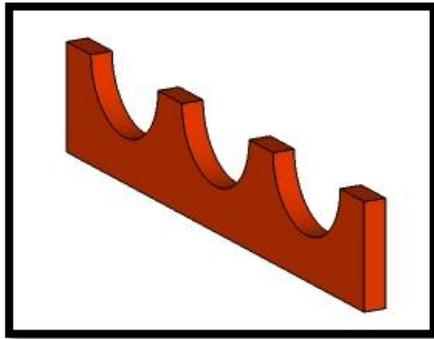


Fig. 27 Tendido de ductos y separadores de material PVC

Fuente. Tacuri, 2019

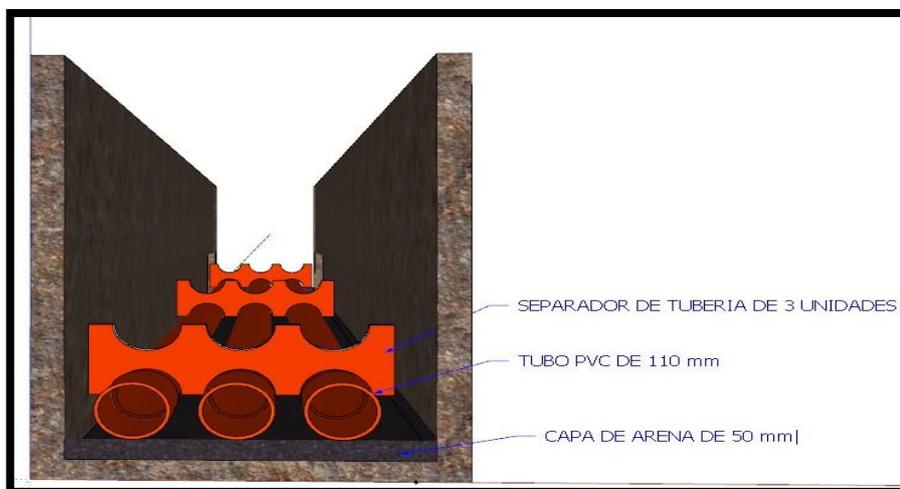


Fig. 28 Separador de tubería PVC

Fuente. Tacuri, 2019

### 3.3.4. Construcción del ducto.

Luego del tendido de la primera capa de ductos y separadores se colocará una capa de material o arena el cual será de 10 cm de tubo a tubo, en sentido vertical, de igual forma será colocado los separadores y así hasta terminar con las filas de ductos en la construcción.

Después de la última capa de ductos y material, se colocará una capa de 20 cm de material relleno el mismo que no contenga piedras, el mismo que será compactado de forma manual, a continuación, se colocará una capa de 10 cm esta será compactado mecánicamente la siguiente capa será colocada de arena o ripio esto dependerá del terminado de la vereda en el caso de ser material de cerámicas se usara hormigón.





La simulación de la construcción llevara el nombre de "CONSTRUCCION DE DUCTOS EN CALZADA DE 3x3"

## CAPÍTULO 4

### POZOS DE DISTRIBUCIÓN

Componentes que lleva un pozo de distribución: Barrajes Gelpport, soporte para el barraje, conductores, soporte de conductores. Estos barrajes están diseñados en Solidworks tanto el barraje como el soporte de tal forma que se da una estructura casi real al dibujo en la plataforma tomamos la opción croquis y trabajamos por capas el cual nos permite realizar figuras de diferentes dimensiones.

Empezamos dibujando la base escogemos la opción operaciones y vamos al comando extrusión el mismo nos permite realizar una figura en 3D.

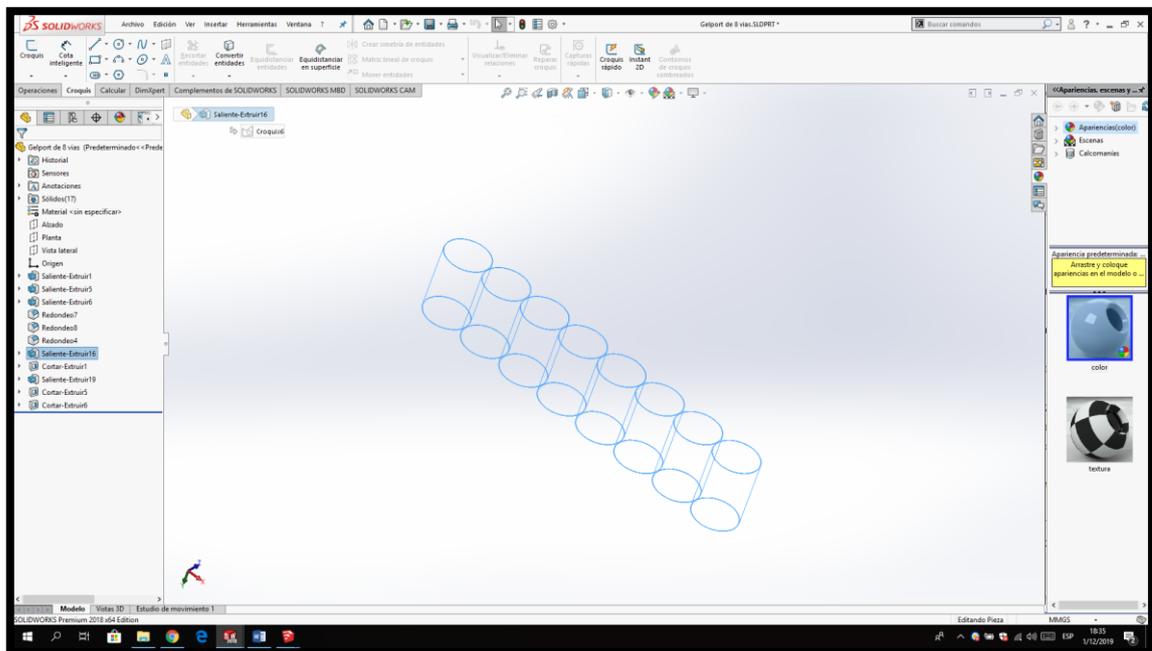


Fig. 30 Dibujo base de un pozo de distribución

Fuente. Tacuri, 2019

Luego se coloca una nueva capa para continuar el diseño dentro de la misma figura.

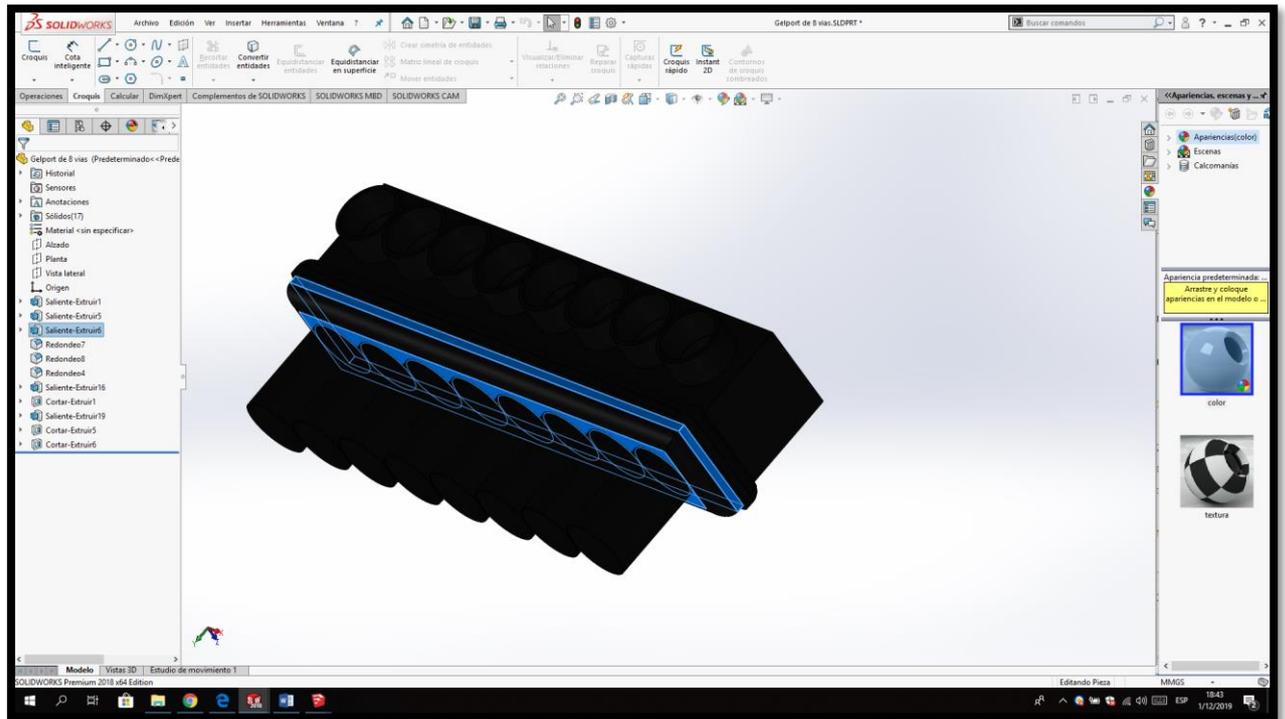


Fig. 31 Colocación de nueva capa

Fuente. Tacuri, 2019.

Terminado el diseño quedaría de la siguiente manera.

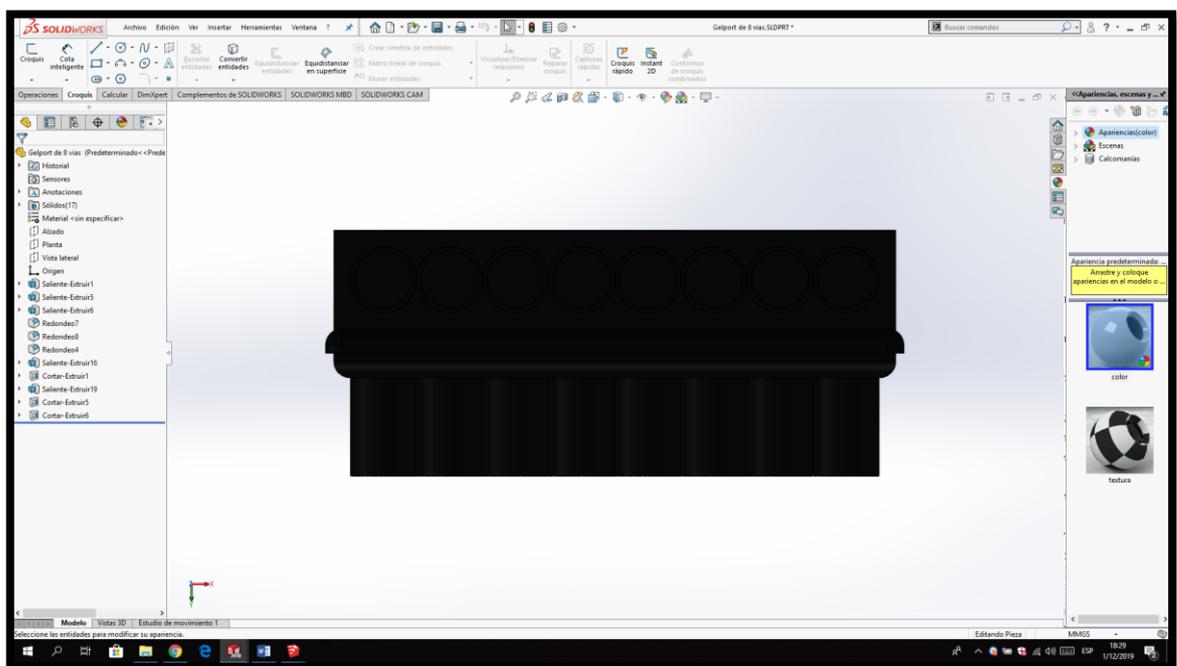


Fig. 32 Vista frontal de barraje

Fuente. Tacuri, 2019

#### 4.1. SIMULACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN DE POZOS SEGÚN LA ESTRUCTURA DE UN DISEÑO

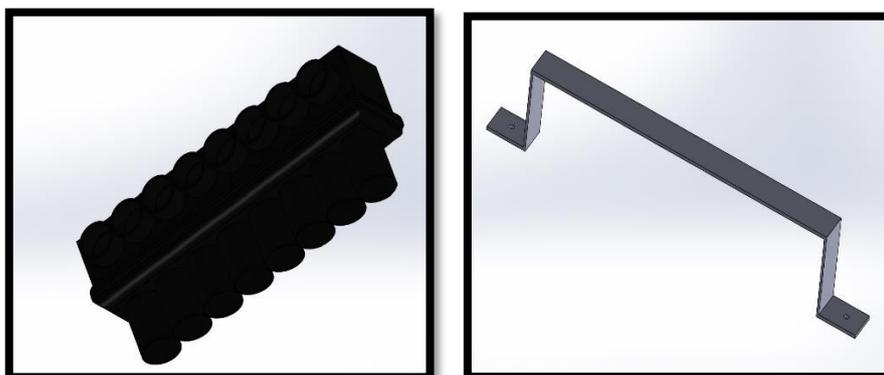
Los pozos darán una derivación a los conductores ya sea en medio voltaje o a su vez en bajo voltaje permitiendo una construcción adecuada para la continuidad del fluido eléctrico; también del mismo se puede realizar derivaciones mediante equipos de distribución adecuados para este tipo de construcciones en subterráneas, se los pueden hacer en medio voltaje si el pozo de distribución cuenta con barrajes de derivación adecuadas.

Las dimensiones de construcción de los pozos dependerán de la justificación de un diseño eléctrico. En la construcción de un pozo de cualquier tipo se deberá utilizar los siguientes componentes que servirán para la sujeción y derivación de conductores.

##### 4.1.1. Barrajes sumergibles en baja tención tipo capuchón

Barrajes sumergibles en baja tención tipo capuchón los mismos quedaran colocados en las paredes del pozo y sujetados con un soporte. Si la red proviene de un transformador monofásico deberán quedar 3 unidades en un pozo, en cual dos serán para las fases y uno para la derivación del neutro. Los barrajes son de diferentes números de salida el cual el constructor deberá ver por conveniencia cuales usar; si un barraje no abarca el número de derivaciones se puede colocar otro del mismo en serie para cada fase y así realizar las derivaciones necesarias.

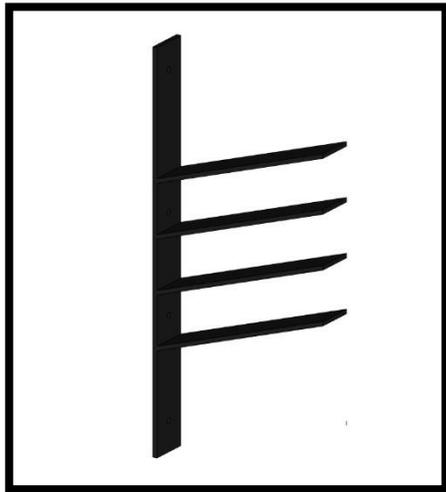
Imagen del equipo barraje sumergible y soporte.



**Fig. 33 Soporte de conductor de bajo voltaje**

Fuente. Tacuri, 2019

Los soportes servirán para reposar sobre ellos los conductores de distribución de cualquier tipo de voltaje el cual ayudará tener una conexión adecuada y ordenada. El barraje será de material galvanizado de acero inoxidable que ira empotrado en las paredes del pozo; la cantidad dependerá de las diferentes ternas de conductor que pasen por el pozo.



**Fig. 34 Soporte de conductor**

Fuente. Tacuri, 2019

#### **4.1.2. Drenaje del pozo.**

Todos los pozos deberán contar con un espacio interno el cual permitirá drenar el agua cuando exista dentro del mismo siendo este relleno solamente con ripio. La dimensión de la zanja será de 20cm por una profundidad de 40 cm y todo el ancho del pozo ya sea a uno de los lados o al centro el material de ripio deberá quedad al nivel de la base del pozo.



Fig. 35 Drenaje del pozo

Fuente. Tacuri, 2019

#### 4.1.3. Biselado del pozo.

Los pozos tendrán un biselado en la parte superior, donde se asentará la tapa el mismo que servirá para poder tener una apertura cómodamente sin ningún riesgo y que haya sido endurecido. Imagen del pozo i biselado.

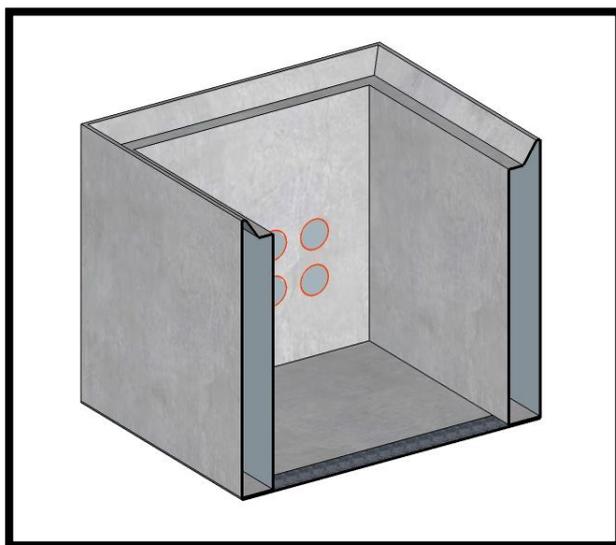


Fig. 36 Biselado del pozo

Fuente. Tacuri, 2019

#### 4.1.4. Brocado para la parte superior del pozo.

Sobre el biselado se coloca una estructura de hierro y acero galvanizado, quedando como un brocado terminado de un pozo de distribución. El mismo sirve para evitar el deterioro o ruptura de los filos de la construcción.

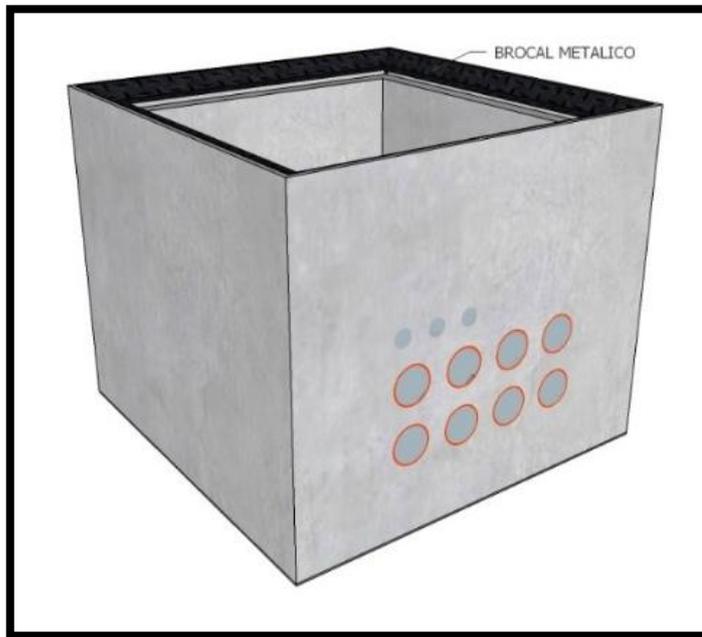
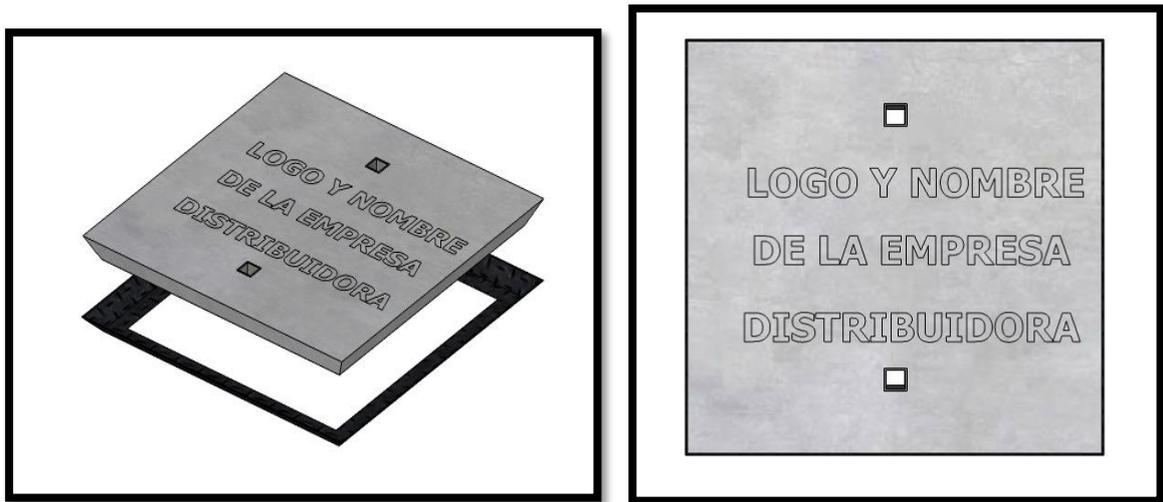


Fig. 37 Brocado metálico del pozo

Fuente. Tacuri, 2019

#### 4.1.5. Tapa de hormigón de un pozo de distribución eléctrica.

Las tapas de hormigón serán construidas de la misma forma que el brocado del pozo con una estructura metálica de acero con un espesor de 75 mm de alto con una abertura de 110° el material deberá ser con una resistencia  $210\text{kg/cm}^2$  con un espesor de 70 mm en vereda y 150 mm en calzada. En la parte superior de la tapa deberá contener una identificación en bajo relieve de la institución que pertenece. Tomando en cuenta que los ductos no están siendo usados internamente por otras instituciones, también debe de tener unos agujeros estos servirán para poder levantar y retirar para poder ingresar al mismo. Imagen de la tapa.



**Fig. 38 Tapa y biselado del pozo**

Fuente. Tacuri, 2019

#### **4.1.6. Pozo con sus respectivos componentes internos y externos**

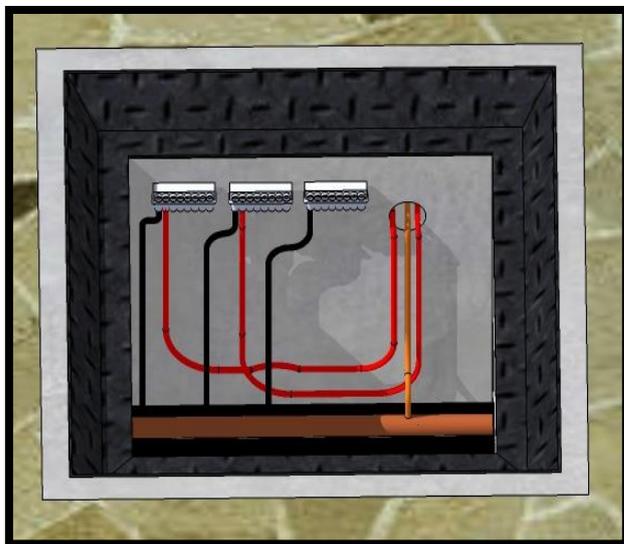
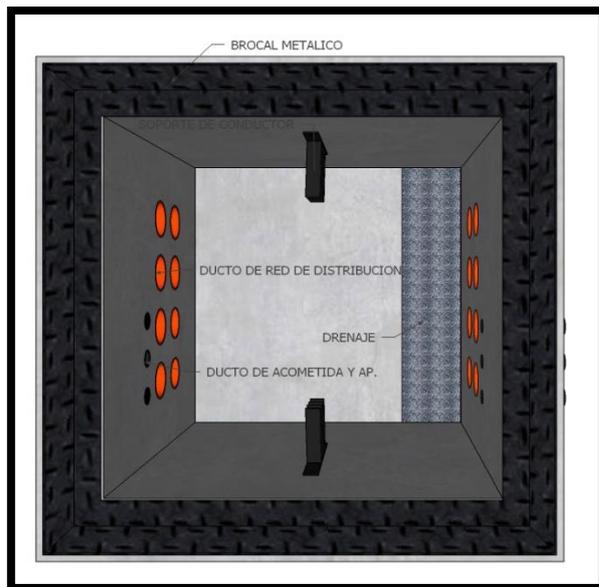
Un pozo de distribución deberá contar internamente tomado en cuenta la configuración de la red eléctrica pudiendo ser monofásico o trifásico.

**Tabla 5 Componentes de un pozo de distribución**

<b>Componentes</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tipo de red en baja tención</b>
Barraje sumergible en BT.	4	3 fases 4 conductores red trifásica.
Soportes de conductor.	Depende el tipo de pozo será en donde los conductores quedaran de una forma adecuada y ordenada.	
Abrazaderas para tubo MT	Sera de acuerdo al constructor evitando que el conductor de BT.	

	Quedará sujeto o en el piso.	
Tapones de ducto	Depende del tipo de pozo.	

Fuente. Tacuri, 2019



**Fig. 39 Pozo con barraje soporte de conductores y barrajes sumergibles en BT**

Fuente. Tacuri, 2019



**Fig. 40** Corte lateral del pozo y sus componentes

Fuente. Tacuri, 2019

La simulación de los pozos tendrá un título de “CONSTRUCCIÓN DE POZOS Y SUS COMPONENTES.”



## CAPÍTULO 5

### CÁMARAS SUBTERRÁNEAS Y A NIVEL DE PISO

#### 5.1. CÁMARAS SUBTERRÁNEAS

Las cámaras de distribución ya sean subterráneas o a nivel de piso tendrán las mismas divisiones internas para los equipos en Mv. o Bv. Pueden variar con la ubicación dependiendo la topología del terreno y la ubicación de los ductos que conectaran a la cabina. Todas cumplirán las condiciones estandarizadas del libro de unidades de propiedad página 13. Sección cámaras eléctricas. Toda cámara en su interior de la base deberá ser construida una malla de tierra la cual conectará al neutro de la red de distribución de Mv. y Bv.

Deberán mantener una oxigenación para que el clima del ambiente interno sea no mayor a 35°C de temperatura ambiente el cual pide el fabricante, los equipos deberán mantener su temperatura eficaz para que su funcionamiento sea el fundamental y así no tener daños en los mismos y mantener la continuidad de servicio a la ciudadanía.

Para ello existen unos ventiladores al interior de las cabinas que están conectados con un sensor de temperatura calibrada a la temperatura antes mencionada, estas darán la ventilación adecuada a dichos equipos que conforman una cabina de distribución. Los ventiladores estarán ubicados uno de tras del transformador el cual extraerá aire frío y así permitirá mantener refrigerado el transformador. El segundo se encuentra al ingreso de la cabina y su función es refrigerar la cabina completa.

Imágenes de ubicación de ventiladores.

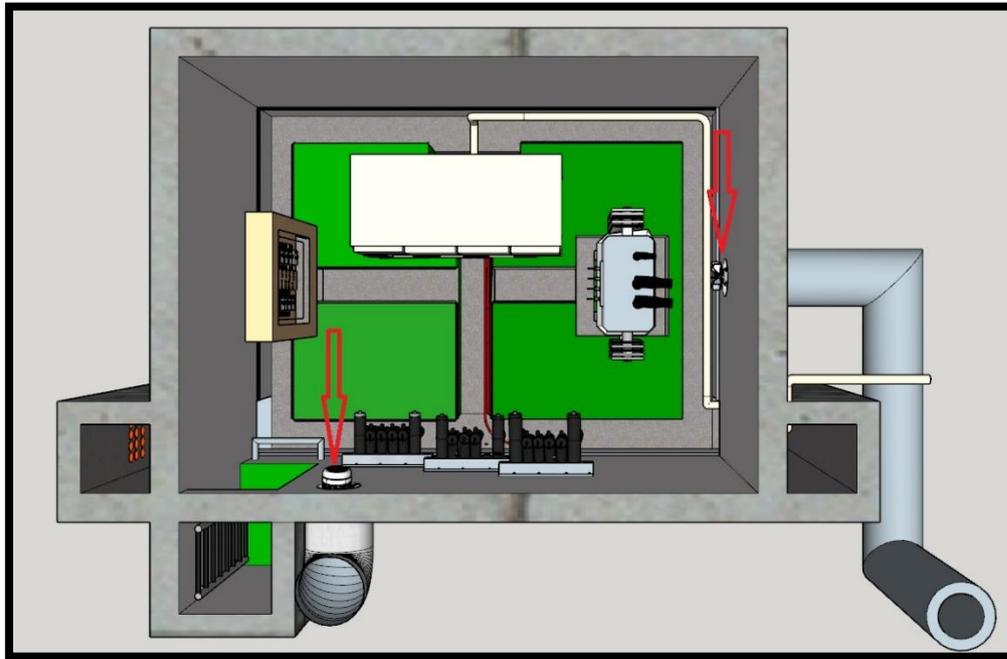


Fig. 41 Vista superior de la cabina con vista de la ubicación de los ventiladores

Fuente. Tacuri, 2019

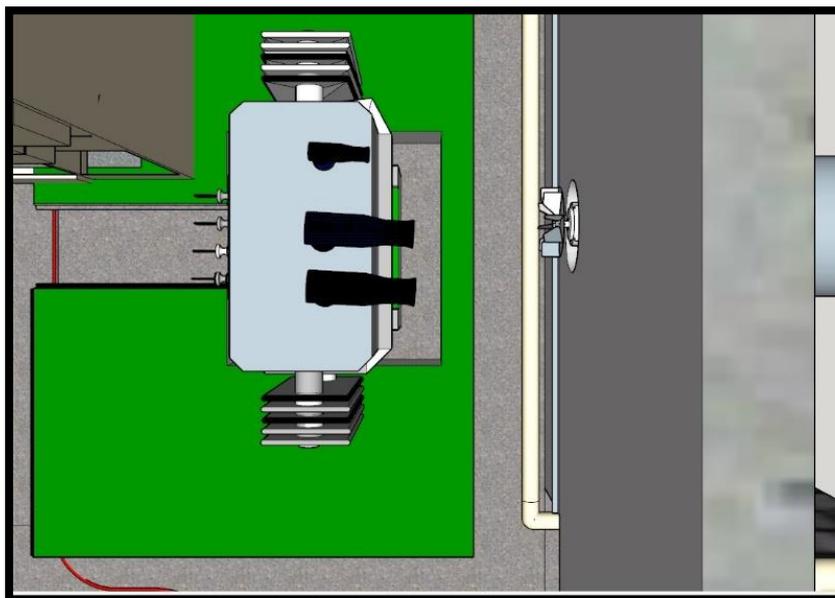


Fig. 42 Vista superior del ventilador del transformador

Fuente. Tacuri, 2019

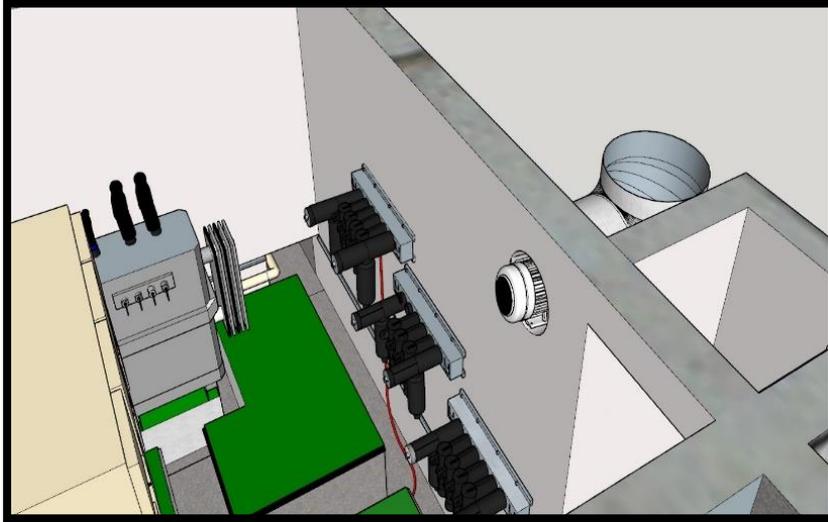


Fig. 43 Vista superior de la ventilación de la cabina

Fuente. Tacuri, 2019

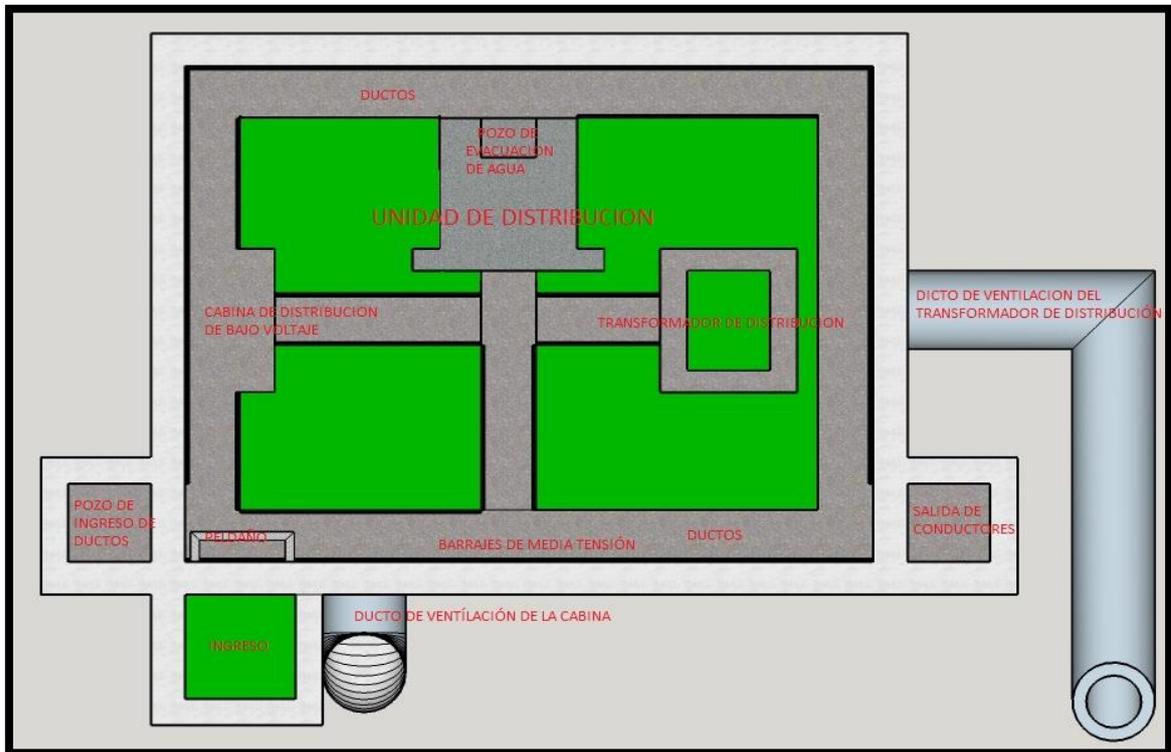


Fig. 44 Cabina con nombres de ubicación de equipos

Fuente. Tacuri, 2019

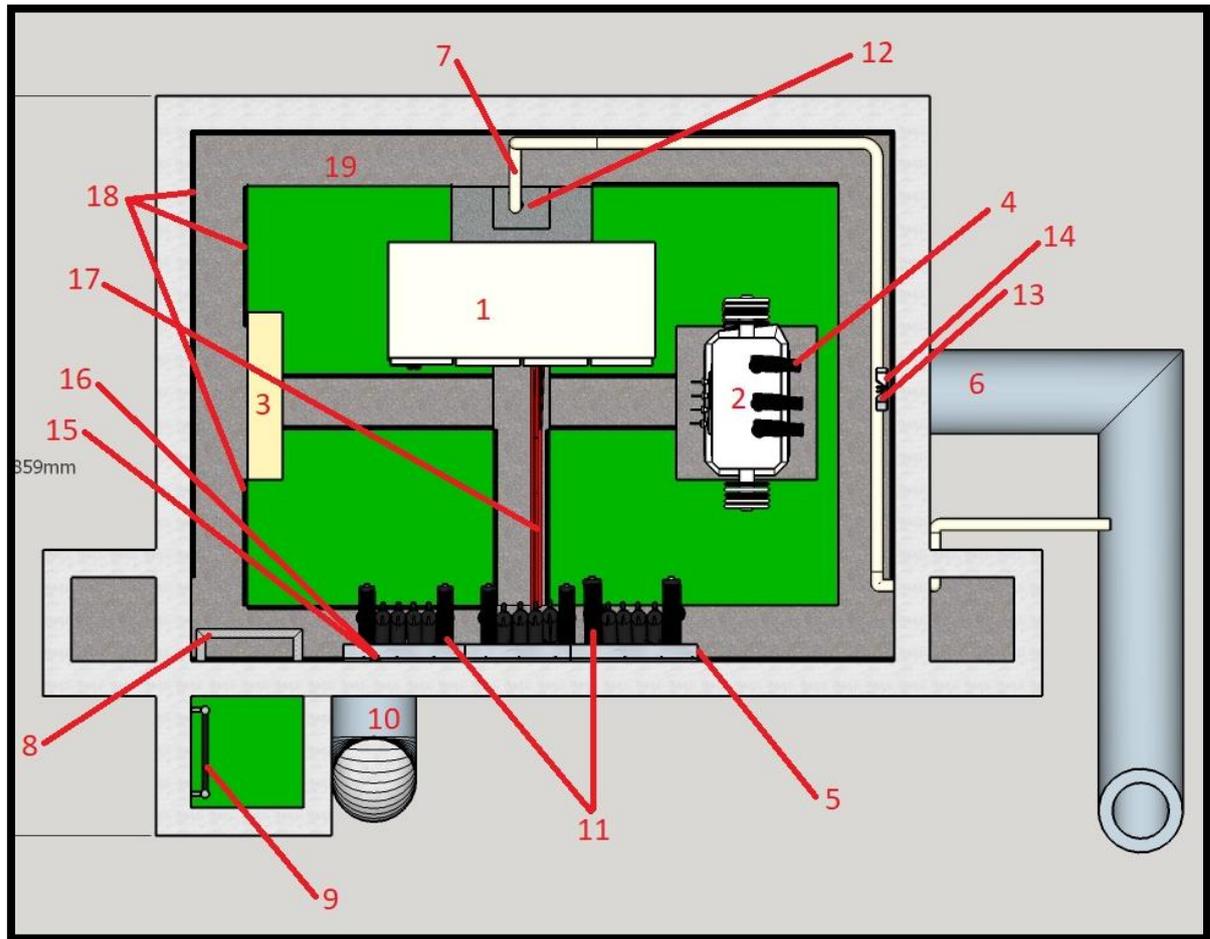


Fig. 45 Cabina con numeración de la ubicación de los componentes

Fuente. Tacuri, 2019

Para la construcción se ejecutará de acuerdo a la norma vigente establecida por el Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables. “MERNNR”.

### 5.1.1. Simulación de cabina subterránea

La simulación tendrá un nombre de animación “SIMULACIÓN DE EQUIPAMIENTO Y CONEXIÓN DE UNA CABINA SUBTERRÁNEA”

## 5.2. CÁMARAS A NIVEL DE PISO

Las cámaras a nivel de piso están diseñadas de distinta representación, ya que no necesitan refrigeración forzada, tienen que cumplir con las distancias de seguridad que pide el fabricante de los equipos, siendo estos transformadores, cabinas de distribución de media tensión.



Se usan cuando existe un lugar donde sea factible su construcción y a la vez se verán reducidos muchos parámetros dentro de la ejecución de la obra, entre ellos los rubros de costos. Esto debido a que no son necesarios usar varios componentes y equipos, lo que nos dará una mayor confiabilidad de trabajo dentro del mismo. También existe una desventaja, ya que al construir afectará el impacto visual debido a que se va construir dentro de un área verde o espacio libre.

Para el diseño de una cabina visible está tomada con referencias de medidas estandarizadas de una cabina Siemens y un transformador de distribución de 300 kV, dando cumplimiento con las dimensiones normalizadas, quedando una cabina con las dimensiones adjuntas y vista superior con numeración de compartimentos.

Nombres de los compartimentos:

1. Base de transformador.
2. Base de cabina de distribución en media tensión.
3. Base de cabina de distribución en baja tensión.
4. Barrajes
5. Ingreso de cabinas
6. Ingreso de transformador.
7. Dicto de ingreso de conductores.
8. Ducto de salida de conductores
9. Patio de maniobras.
10. Ductos de medio voltaje.
11. Ducto de baja voltaje.

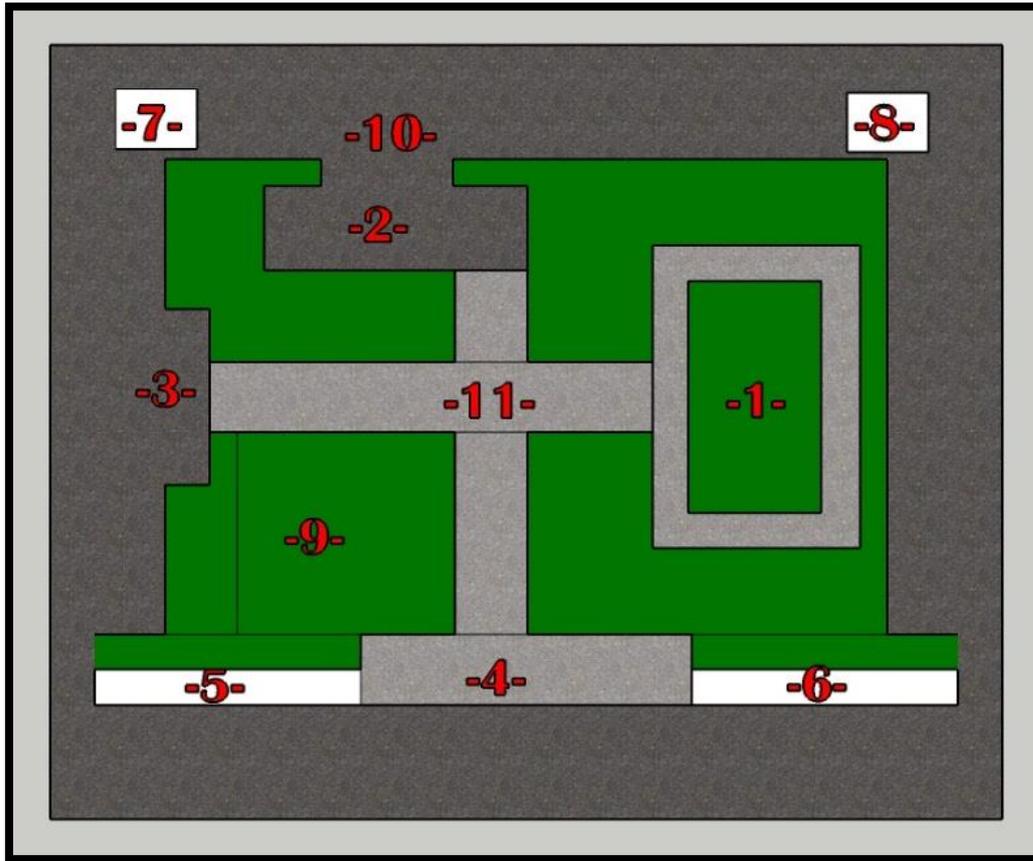


Fig. 46 Numeración de los compartimientos de una cámara de distribución

Fuente. Tacuri, 2019

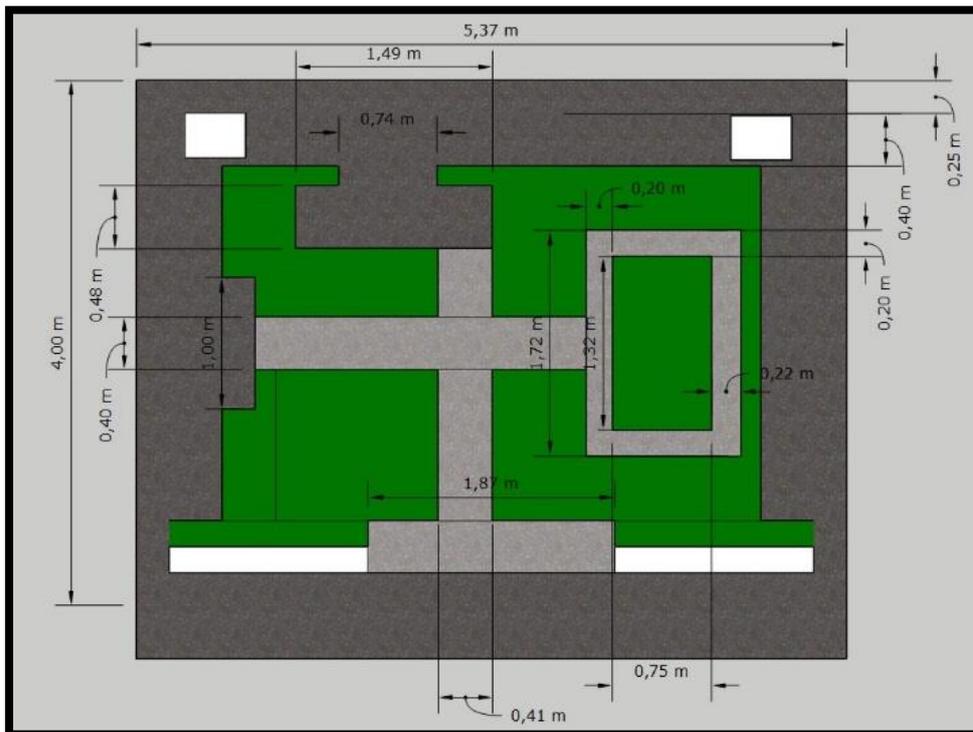


Fig. 47 Dimensiones internas de una cámara de distribución

Fuente. Tacuri, 2019

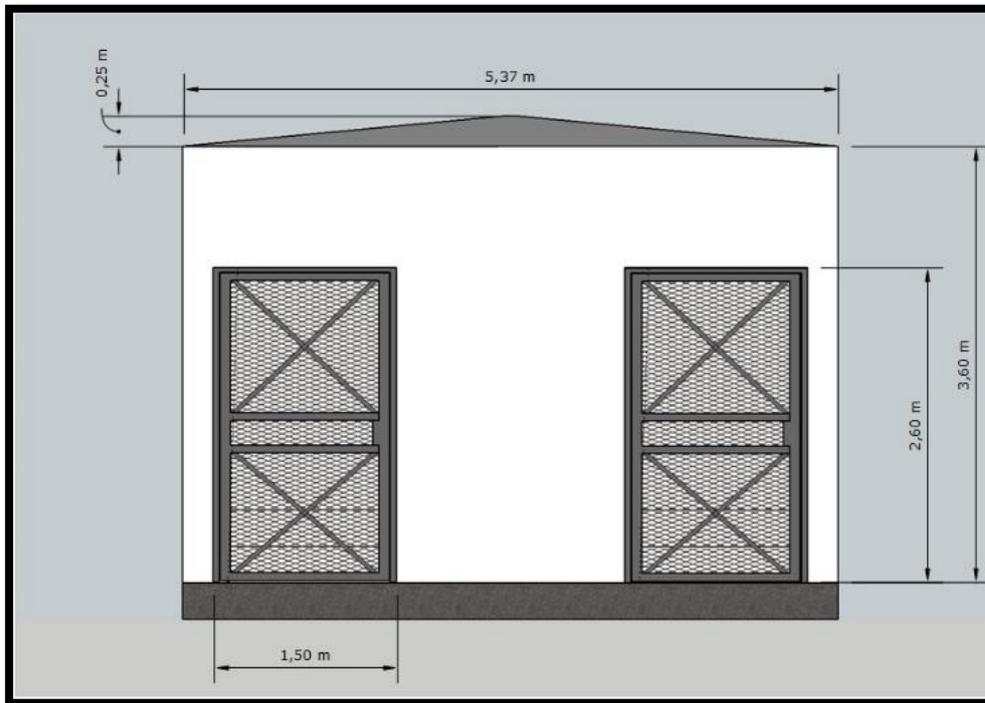


Fig. 48 Dimensiones de la altura de una cámara a nivel de piso

Fuente. Tacuri, 2019

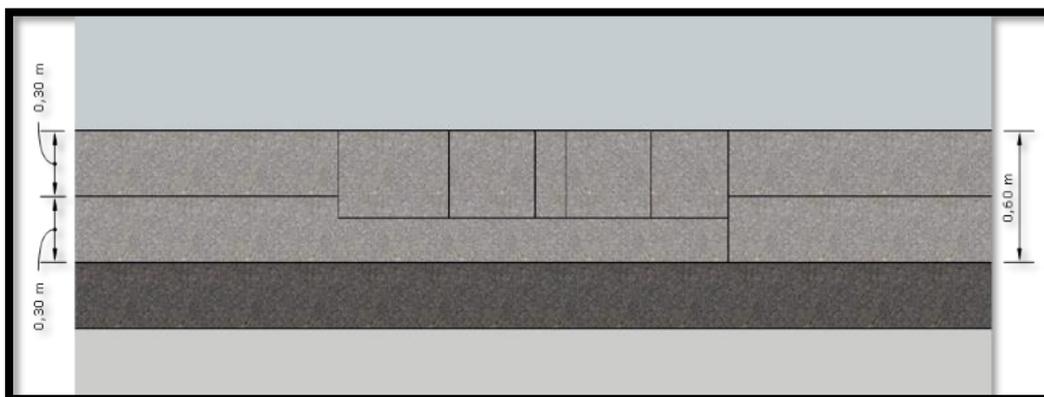


Fig. 49 Dimensiones de la altura del piso de una cámara de distribución nivel de piso

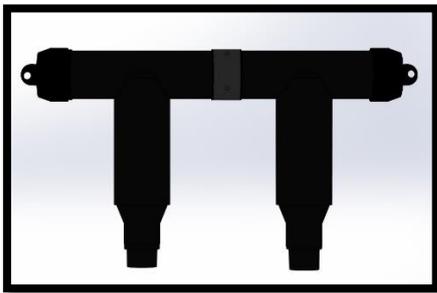
Fuente. Tacuri, 2019

Para el armado de cerrajería en las cámaras es necesario tener conocimiento del armado de codos, T, ya que estos tienen un armado de máximo cuidado y debe ser realizado por técnicos de construcciones de este tipo.

### 5.3. Armado de barraje en “T”

Para realizar o preparar una “T”, ya sea para el módulo de media tensión o para los barrajes, se debe considerar el nivel de tensión y el calibre de conductor que va ser utilizado ya que para esto se debe usar el conector adecuado que depende del calibre dimensionado en el estudio eléctrico.

Este componente eléctrico se puede usar para conexiones tipo barras, alimentación de gabinetes de distribución en media tensión, o también para barrajes el cual se los tendrá que usar como puntos de alimentación primaria; ya que al ser armados estos no permiten realizar maniobras con carga o en vacío. Para ser manipulado tiene que estar totalmente desconectado y sin tensión.



**Fig. 50 Barrajes contruidos con “T”**

Fuente. Tacuri, 2019

Este tipo de conexión es usado en la actualidad pero dificulta la maniobrabilidad cuando es necesario intervenir, ya sea por mantenimiento o por daño de partes del componente y elementos que conforma este barraje. Al verse afectado e intervenido se tendrá que sacar de funcionamiento el barraje total, sea el monofásico o trifásico, para su respectiva reparación. Lo que dificulta la continuidad del servicio eléctrico a los usuarios.

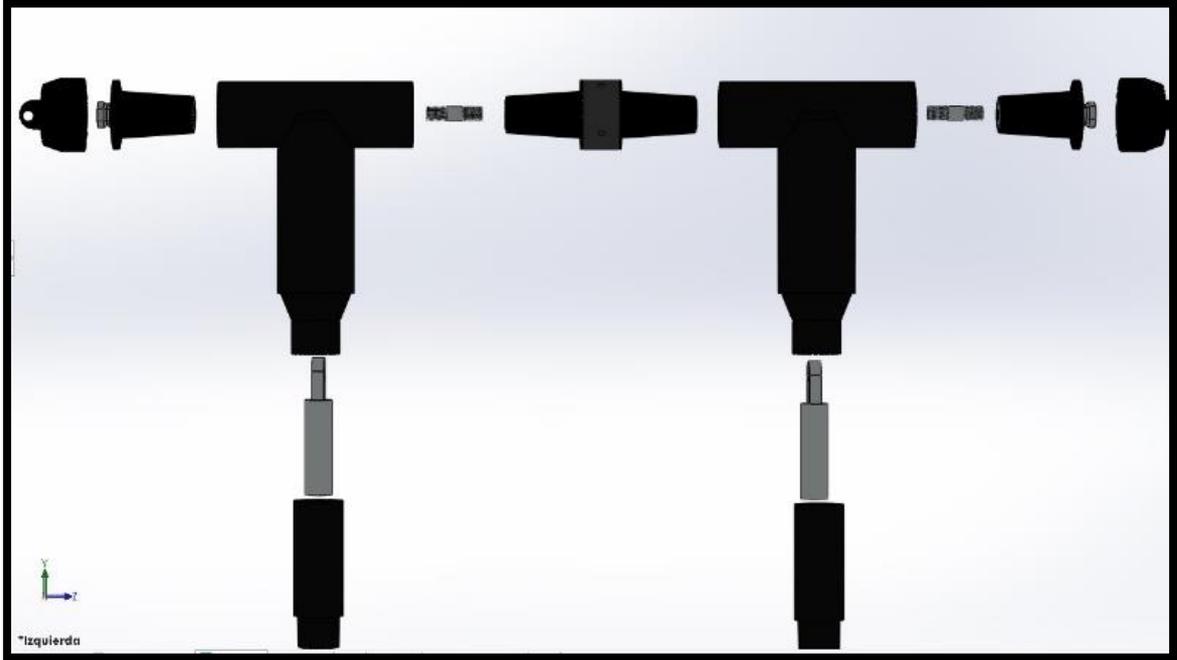


Fig. 51 Vista explosionada frontal de un barraje en "T"

Fuente. Tacuri, 2019

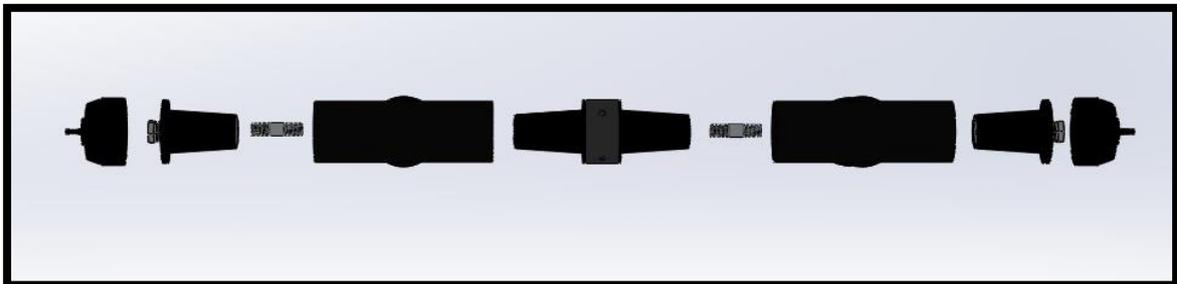
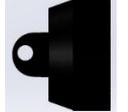


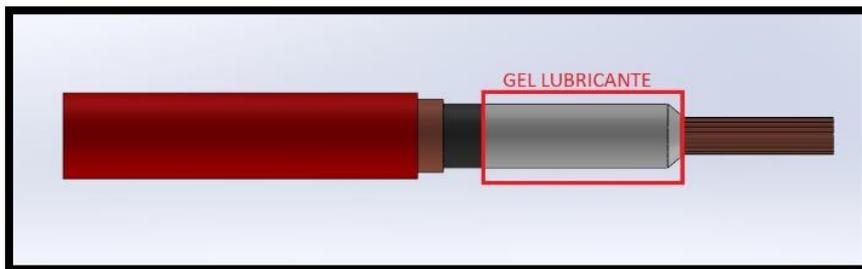
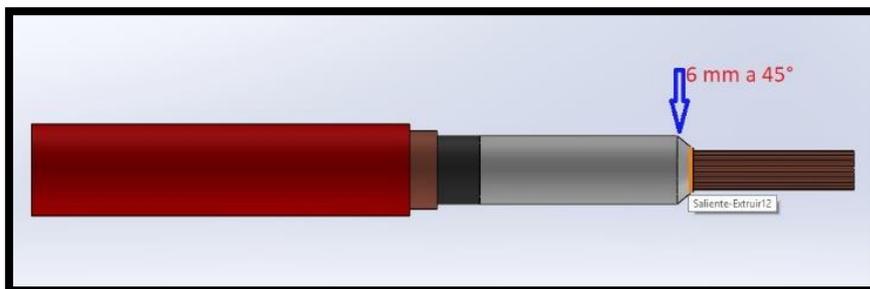
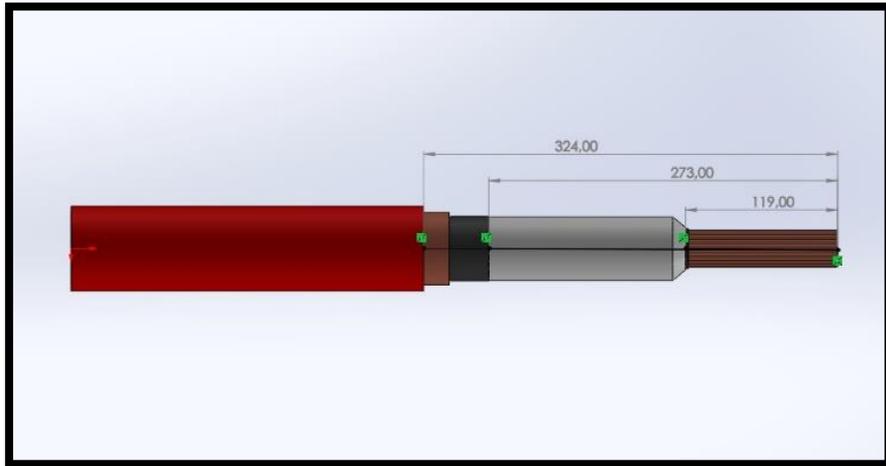
Fig. 52 Vista explosionada superior de un barraje en "T"

Fuente. Tacuri, 2019

**Tabla 6 Accesorios y componentes de barrajes para armar con “T”**

<b>Accesorios de una “T”</b>		
<b>NOMBRE</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>IMAGEN</b>
<b>T</b>	Cuerpo en “T” operación sin carga 600/900A clase 15 y 25 kV	
<b>Conector de compresión</b>	Conector de compresión bimetálicos o de cobre dimensionados para garantizar una conexión eficaz, libre de puntos calientes con la máxima transferencia de corriente.	
<b>Adaptador de cable</b>	Adaptador de cables moldeados para ajuste de conductores con diámetros de aislamiento, desde 16.256 mm hasta 49911 mm el cual provee alivio de estrés a la terminación del conductor.	
<b>Conector plug boquilla</b>	Permite las uniones entre “T” a “T” su operación será sin tensión.	
<b>Perno</b>	Este perno ira sujetando entre los conectores plug	
<b>Tapón aislado</b>	Tiene un punto de prueba capacitiva el cual sirve para ver si el circuito esta energizado sin tener que interrumpir la conexión.	
<b>Tapón</b>	Cubre en punto capacitivo del tapón aislante.	

Fuente. Tacuri, 2019



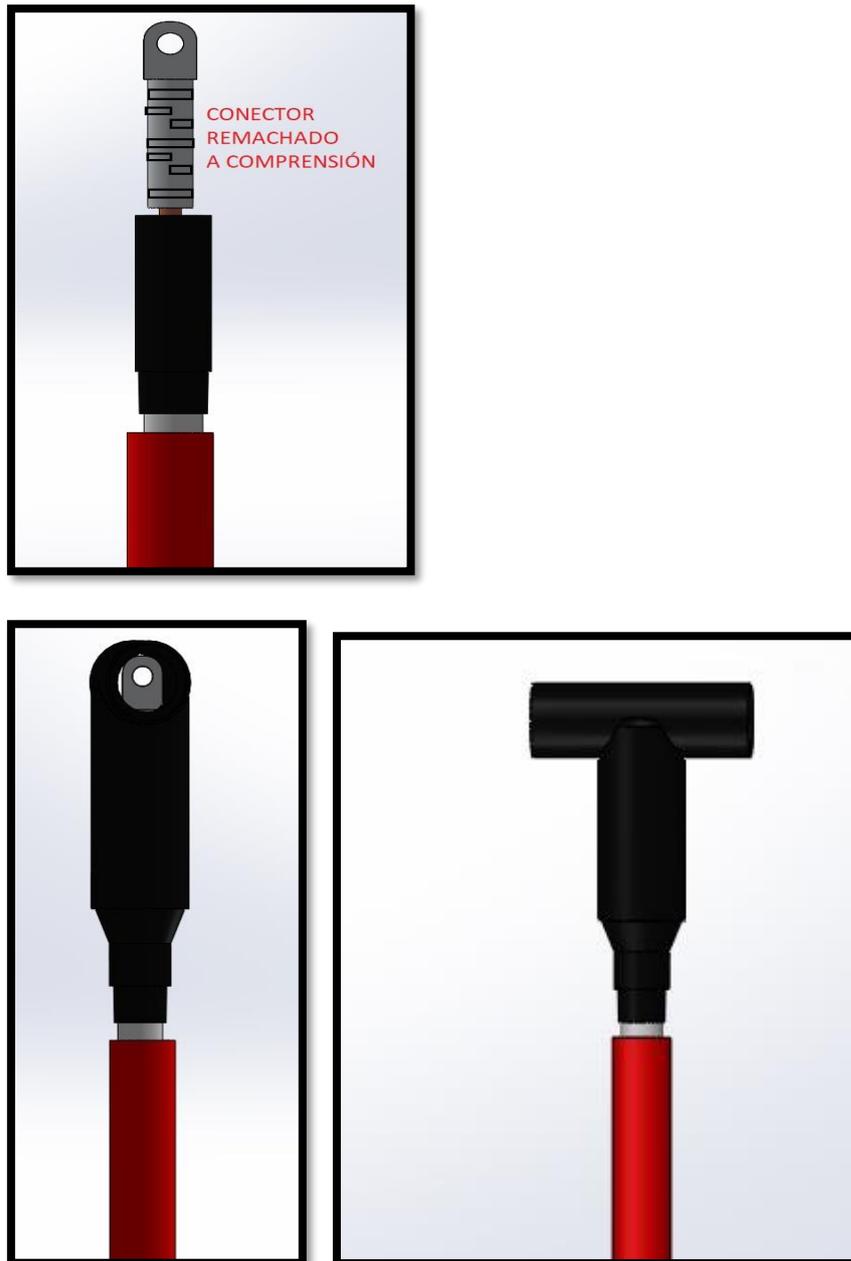


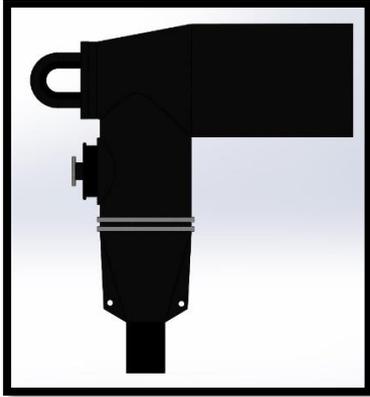
Fig. 53 Preparación de cable para el armado de una "T"

Fuente. Tacuri, 2019

#### 5.4. CODOS

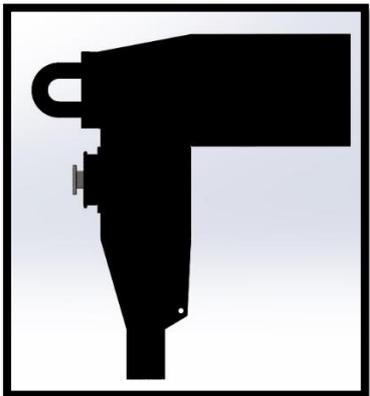
El codo es un material cubierto de aislante que puede ser de operación con carga, ya que su recubrimiento de aislante es total para conectar conductores XLPE subterráneos de potencias elevadas a barrajes, transformadores, unidades de distribución y todos los equipos que contenga este tipo de boquillas el cual permita la ejecución con carga. Para ser maniobrados se tienen que verificar la carga o tensión que esté pasando por los conductores y de esa forma garantizar cualquier tipo de

operación del elemento ya que el fabricante pide para ser maniobrados con tensión hasta 200 A. Se puede visualizar un codo de operación con carga y un codo que no se puede maniobrar; esto se observa en la estructura física del codo, la misma que tiene dos franjas de color blanco en la parte inferior el que indica que es viable maniobrar y el que no se puede maniobrar no lleva las franjas blancas.



**Fig. 54 Codo de operación con carga**

Fuente. Tacuri, 2019



**Fig. 55 Codo de operación sin carga**

Fuente. Tacuri, 2019

El armado de un codo se realiza con las especificaciones que contiene el catálogo adjunto con el componente, indica dimensiones del preparado de conductor y armado. Imagen dimensiones del conductor.

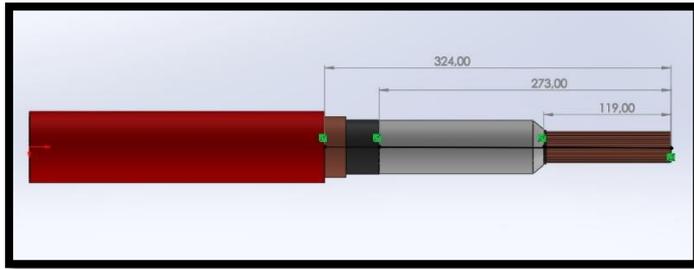


Fig. 56 Dimensiones de la preparación del conductor para un codo

Fuente. Tacuri, 2019



Fig. 57 Vista explosionada del armado del codo

Fuente. Tacuri, 2019

Tabla 7 Accesorios del codo

<b>Codo</b>	Es un material de aislamiento que permite circular corrientes hasta 200 A	
<b>Conector de aluminio</b>	Este será sujetado al cable y remachado, se utiliza dependiendo el diámetro del cable.	
<b>Percutor</b>	Se sujeta con un enroscamiento hacia el conector, en la punta tiene un material que permite romper el arco de corriente.	

Fuente. Tacuri, 2019

La simulación del armado lleva el nombre de ensamblaje de y armado de codo.

### 5.5. BARRAJE DE DISTRIBUCIÓN EN MEDIA TENSIÓN

Este equipo está construido para soportar corrientes altas desde 200 A-600 A y considerado como un elemento que facilita las maniobras del sistema eléctrico puntuales, es decir, no afecta los circuitos en general; sino que, permite realizar aperturas ya sea por ternas o por fase.

Mediante un estudio eléctrico será considerado el barraje adecuado para que soporte y de una continuidad del fluido eléctrico, se puede armar troncales principales usando la "T", el cual garantiza un fluido eléctrico continuo. La alimentación sería a los barrajes desde las unidades de distribución en medio voltaje o puntos de transferencias, ya que la "T" se arma con un conector y un perno el cual por cualquier siniestro que se presente no será expulsado del punto de conexión. Los codos se usarían para ramales que deriven desde el nodo del barraje el cual permita una desconexión puntual a cualquier derivación; es recomendable realizar las maniobras con tensión, pero bajando la carga del dispositivo ya sea este de transformadores o ramales que contengan cargas considerables.



Fig. 58 Barraje de derivación vista frontal

Fuente. Tacuri, 2019

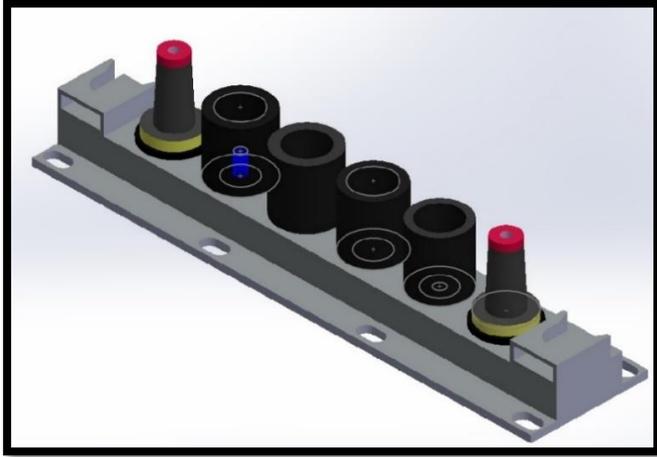


Fig. 59 Vista lateral superior del barraje

Fuente. Tacuri, 2019

El barraje está diseñado para colocar un conector tipo boquilla estacionaria clase 15/25 kV 600/900 A, el mismo que al ser extraído un mecanismo tipo codo con tención, pero sin carga se puede descansar en la boquilla.

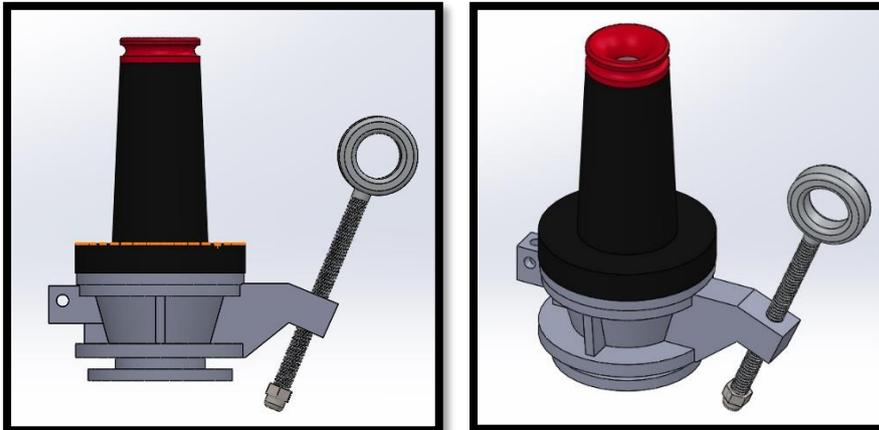
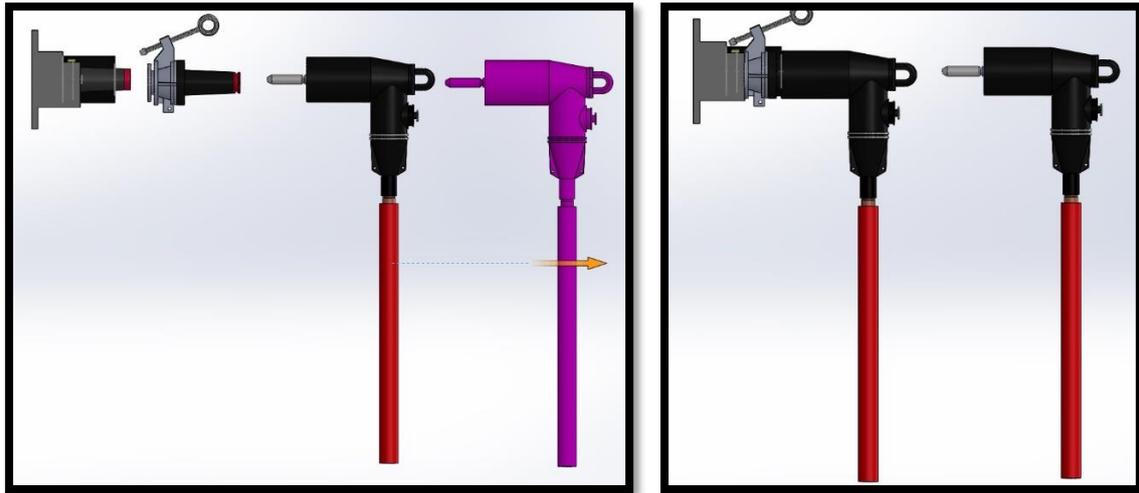


Fig. 60 Boquilla estacionaria "Bushing de parqueo"

Fuente. Tacuri, 2019

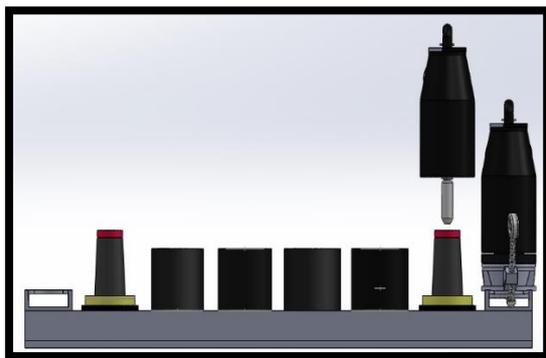
El mecanismo se coloca manual ya que y se sujeta con un perno que contiene y presiona sobre el barraje.



**Fig. 61 Posición de la boquilla del Bushing de parqueo**

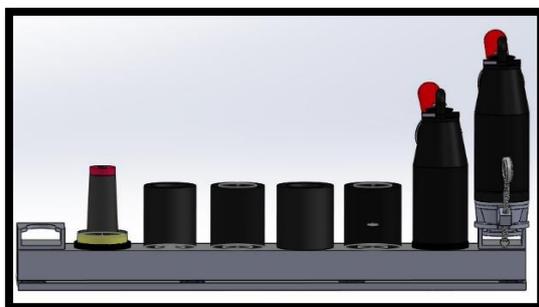
Fuente. Tacuri, 2019

Un barraje se considera conectado correctamente cuando la señal de color amarilla se haya perdido totalmente al ser insertado el codo. De no ser de esa forma a futuro el mecanismo tendrán averías debido a la mala conexión existiendo una irrupción en el punto caliente.



**Fig. 62 Posición del codo en el Bushing de parqueo**

Fuente. Tacuri, 2019



**Fig. 63 Posición correcta del codo hacia el drenaje**

Fuente. Tacuri, 2019

Para ser manipulada se tendrá que usar una pértiga retráctil, la misma que permite la conexión y desconexión, no se puede realizar directamente con la mano ni aun estando desenrizada.

## 5.6. UNIDAD DE DISTRIBUCIÓN EN MEDIO VOLTAJE

La unidad de distribución en medio voltaje hoy en día se considera en una repotenciación u obra por construir, la misma que tiene la característica de realizar una conexión remota desde un centro de mando mediante un relé. Está considerada para cualquier necesidad que se de en el trayecto de electrificación ya que esta puede manejarse de distintas formas, es decir:

- Para conectar un transformador.
- Alimentar un barraje.
- Realizar transferencias de carga.
- Suspender tramos.

Estos equipos son diseñados para una maniobra eficaz sin riesgos, que para ser manipulados internamente en los barrajes el mecanismo que lo compone no permite operar si la unidad se encuentra energizada. Esto garantiza la seguridad y confiabilidad de un equipo de una magnitud de tensión considerable.

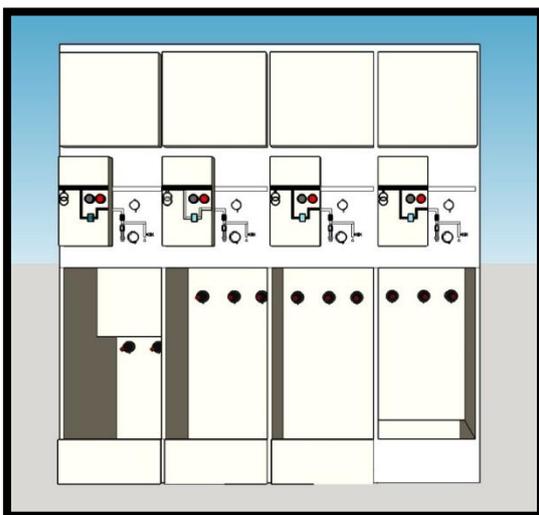


Fig. 64 Cabina de distribución en medio voltaje

Fuente. Tacuri, 2019



Para usar estas cabinas existen unas especificaciones que el fabricante recomienda para su utilidad, entre estas están las dimensiones del brocado en el piso y las dimensiones del ventilador. Para la instalación de este último componente se indica que no debe apegar a la pared de la cámara y se considere una distancia mínima de 45 cm de la pared hacia la unidad de distribución. Se toma una cabina de referencia esta es de siemens. Ver anexo ficha de módulo de distribución en media tensión.

### **5.7. TRANSFORMADOR CONVENCIONAL NORMAL**

Está encargado de distribuir energía de una tensión elevada reduciendo a un nivel que el usuario permita consumir, el mismo depende como se adquiera ya sea que se use transformadores de bushing normal o se provea con conectores bushing insert que admita conectar con un codo en media tensión. Los transformadores deberán ser considerados unas especificaciones que accedan estar dentro de un cuarto de ventilación, es decir sumergibles dependiendo a la topología del terreno.

Al usar un transformador de Bushing normal quedaría un punto de conexión expuesta a un riesgo eléctrico la misma no permitirá realizar una limpieza si se encuentra energizada. Esta limpieza se debe realizar en un mantenimiento preventivo, el cual comprende en quitar las basuras del transformador y restringiría cualquier tipo de trabajo que se tenga que intervenir cerca a la unidad, ya que permanecería energizada con un punto caliente de energía expuesto a riesgos de electrocución. Anexo ficha de transformadores.

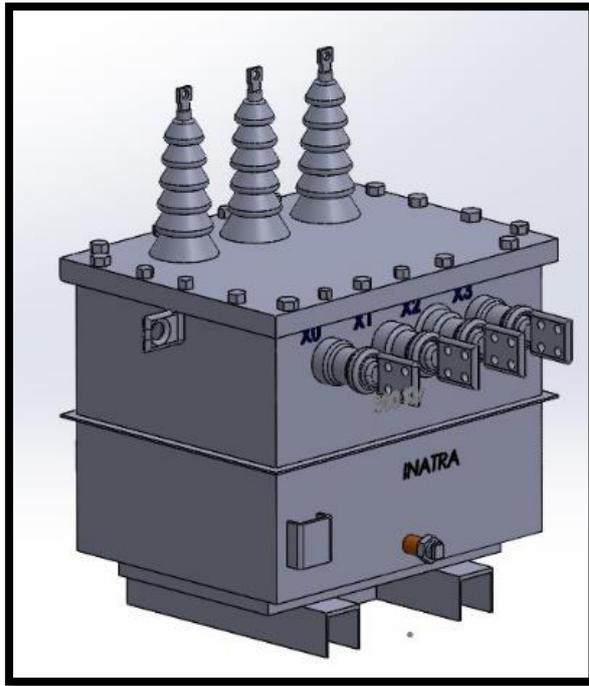


Fig. 65 Transformador convencional normal

Fuente. Tacuri, 2019

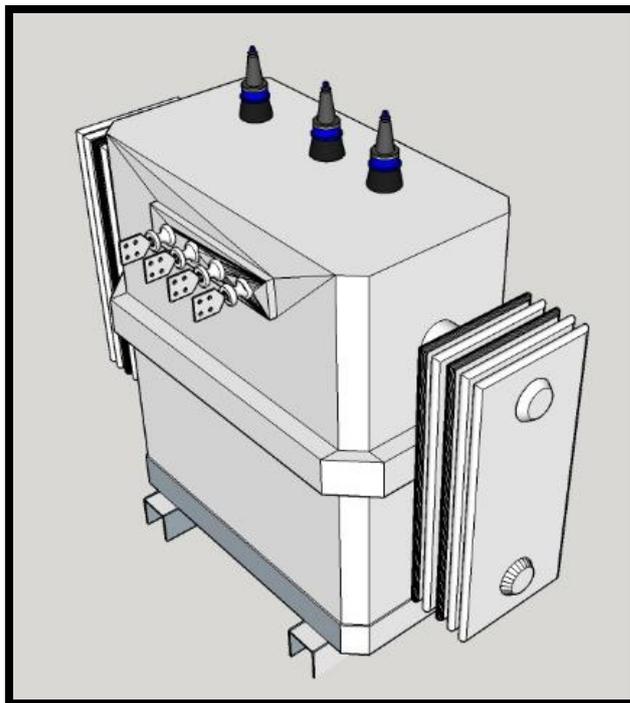


Fig. 66 Transformador especial con Bushing Insert

Fuente. Tacuri, 2019

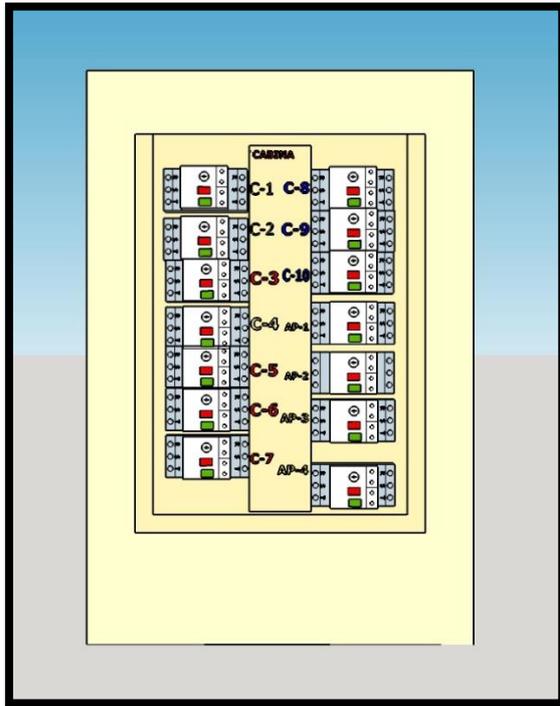


Fig. 67 Vista frontal de una cabina de distribución

Fuente. Tacuri, 2019

## CAPÍTULO 6

### TRANSICIONES DE REDES AÉREAS



Fig. 68 Transición área subterránea

Fuente. Toma realiza en campo, Tacuri, 2019

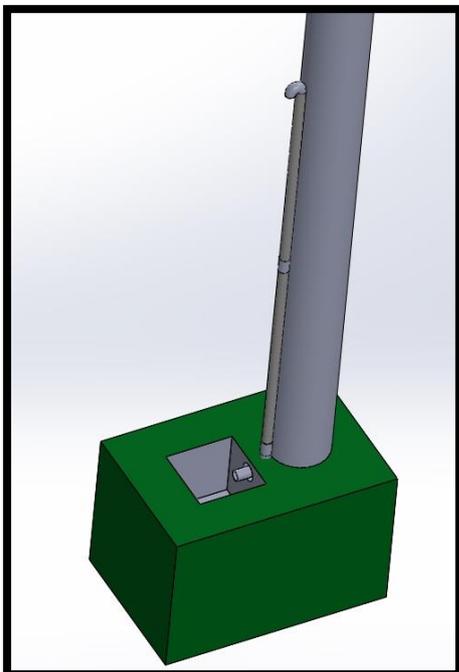
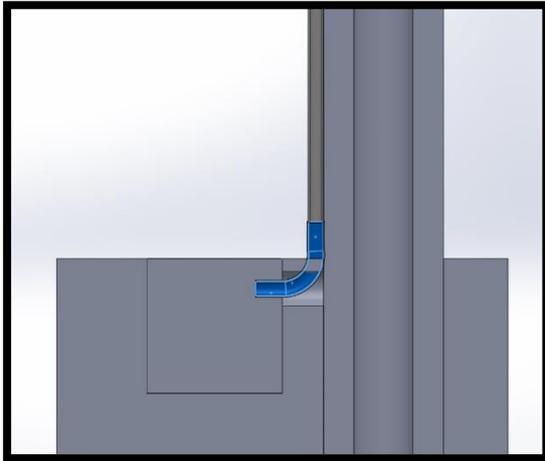


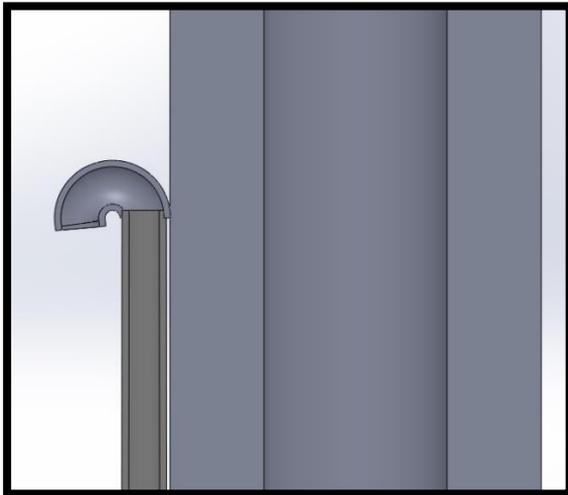
Fig. 69 Vista del tubo PVC acoplado al poste

Fuente. Tacuri, 2019



**Fig. 70 Vista de la colocación del codo inferior que conecta el pozo**

Fuente. Tacuri, 2019



**Fig. 71 Codo superior del tubo**

Fuente. Tacuri, 2019

## CAPÍTULO 7

### ACOMETIDAS

#### 7.1. ACOMETIDAS SUBTERRÁNEAS

Las acometidas subterráneas son sustituidas con un conductor no menor a # 6 TTU, son derivadas desde un pozo con unas acometidas no mayor a 15 metros para cada usuario. Si un beneficiario adquiere más de un contador de energía dentro de un mismo predio; este debe realizar una centralización en donde se conecten los diversos números de contadores, para el cual deberá ser necesario que se realice un estudio eléctrico donde se calculara el calibre de conductor y será remplazada la acometida, la que llegará a las barras de la caja metálica en donde serán interrumpidas por un fusible tipo NH doble DIN para proteger de corrientes superiores al estudio o corto circuitos.

Si existe un usuario con futuro crecimiento de carga es recomendable que realice desde un inicio una red trifásica, debido a que como ducto para conductor de acometida sería un tubo PVC de 2" pulgadas el mismo que al querer ingresar un nuevo conductor se tendría que realizar una nueva red desde los pozos de derivación en los barrajes de conexión de baja tensión.

Las acometidas serán distribuidas mediante un barraje que será empotrado en una de las paredes del pozo y sujetado con una abrazadera, tiene la característica de ser sumergible al agua; existen diferentes tipos, pero todos tiene que cumplir las especificaciones técnicas que requiera como empresa reguladora.

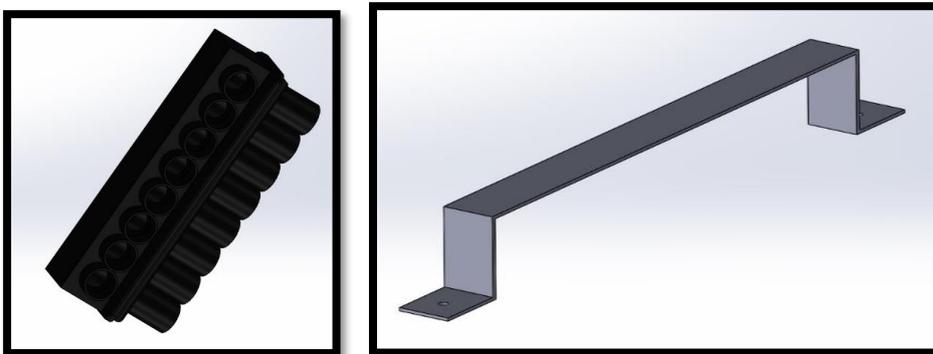
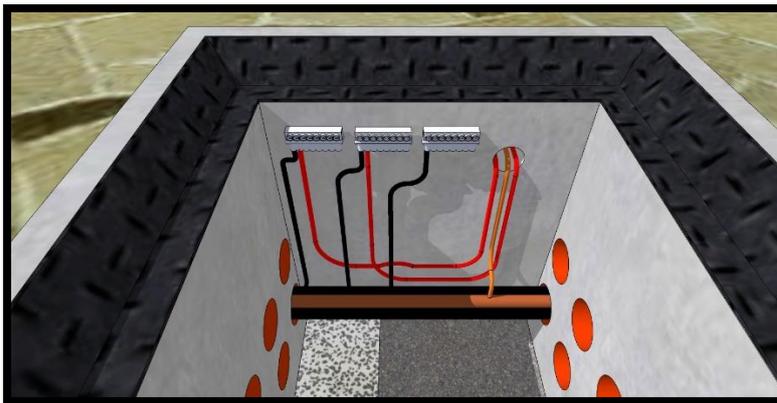


Fig. 72 Barraje de derivación de red de bajo voltaje y soporte

Fuente. Tacuri, 2019

Este material de cerrajería subterránea, se ha diseñado para evitar dañar la red primaria o también llamada matriz ya que posee un solo empalme en el pozo y tiene distintas derivaciones; si es una red monofásica se usarán 2 barrajes siendo una fase y otro el neutro, dependiendo del tipo de acometida.

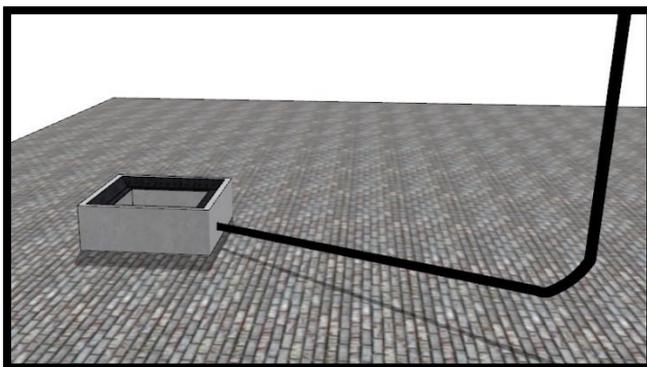
El conductor que alimente los barrajes de distribución de baja tensión será el mismo calibre de la matriz, de tal forma que no exista daño por carga en la alimentación a los barrajes.



**Fig. 73 Conexión de la acometida mediante barraje "Gel Port"**

Fuente. Tacuri, 2019

El ducto de acometida será transportado por medio de un ducto de PVC de 2 pulgadas; también, puede ser con manguera que tenga esta dimensión tomando en cuenta que en los ángulos no sean mayores a 45° ya que facilitará el acceso de cable de acometida.



**Fig. 74 Acometida subterránea**

Fuente. Tacuri, 2019



## CONCLUSIONES

El trabajo de investigación realizado puede determinar que, si bien algunos factores contribuyen a mejorar y conocer el área de construcción de redes subterráneas en la plaza de Ingeniería Eléctrica y considerando las especificaciones técnicas que ya existen en el libro de homologación emitido por el “Ministerio de Energía y Recursos Naturales no Renovables”, sin embargo, no contiene una animación del mismo, se realiza simulaciones ejecutadas con apoyo de software Solidworks, Sketchup.

Se utilizó el software, Solidworks, sketchup y lumion, los mismos que facilitaron ejecutar dibujos en 2D y de la misma manera pasar a 3D, ya que también permiten mediante herramientas que contiene los programas, realizar animaciones con los dibujos ejecutados en cada una de las plataformas de los programas y así concluir con una animación, renderización y transformando a un video.

Concluyo que el conocimiento de las generalidades de la corriente eléctrica, y las especificaciones de la misma son necesarias en la vida y fundamentales para todos los ciudadanos, en especial para los profesionales que ejercen de esta especialidad para la seguridad y utilización.



## **RECOMENDACIONES**

Las generalidades del consumo de la electricidad deben ser conocidas por todos los ecuatorianos para poder ahorrar y asegurarnos de los problemas que se causan por su desconocimiento en el uso y el manejo. Los profesionales debemos dar conferencias y capacitación a la ciudadanía sobre conocimientos del uso y formas de la utilización de la energía eléctrica.

Se practique con precisión los parámetros que exige el manual de homologación por el cual garantiza cualquier tipo de inconveniente y la continuidad del servicio eléctrico teniendo como resultados un fluido eléctrico continuo.

Las instalaciones en redes subterráneas, por más pequeñas que sean, deben ser hechas por técnicos calificados, para la seguridad y duración de la instalación, la práctica y la experiencia diaria es el mejor testimonio de los hogares destruidos.

Se dé a conocer a todos los involucrados el manejo del manual de homologación de redes Subterráneas.

Todas las empresas eléctricas se empeñan a publicar folletos de consumo, del manejo y de los peligros que conlleva la energía eléctrica, que deben ser leídos y practicados por los usuarios.



## **NOMENCLATURA**

INEN Instituto Ecuatoriano de Normalización.

ACI Código de Construcción para Concreto Reforzado.

ASTM Organismo internacional de Normalización de EEUU.

AAHSTO Sistema de clasificación de suelos.

IEC Comisión Electrotécnica Internacional.

ISO Organización Internacional de Normalización.

INEN Instituto Ecuatoriano de Normalización.

NEC Código Eléctrico Nacional.

ASTM Organismo internacional de Normalización de EEUU.

ICEA Asociación de Ingenieros de Cables.

NEMA Asociación de Fabricantes Eléctricos.

NTE – IET Norma Tecnológica de Edificación.

IEEE Institute of Electrical and Electronics Engineers



## BIBLIOGRAFÍA

- Domínguez Redondo , E. (2010). los procesos generativos de formas arquitectónicas basados en boretos digitales SBIM para arquitectos. *Metodología docentes basados en interfaces táctiles para la docencia del dibujo y los proyectos arquitectónicos.*, 6-8.
- fernández Lopez, & Fernández Lopez, J. J. (2015). FUNCIONES BÁSICAS DEL PROGRAMA SOLIDWORKS. *MANUAL DE PRÁCTICAS DE CAD UTILIZANDO EL PROGRAMA SOLIDWORKS 2014*, 4-7.
- Iza, M., Aucapiña, J., Gómez , R., Ortiz, E., Camacho , E., Proaño, C., . . . Cobo, H. (s.f). SECCIÓN 2 HOMOLOGACIÓN DE LAS UNIDADES DE PROPIEDAD . En M. d. Renovable, *HOMOLOGACIÓN DE LAS UNIDADES DE PROPIEDAD (UP) EN SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE REDES SUBTERRÁNEAS* (pág. 8).
- Street,Mass, W. (1995-2015). INTRODUCCIÓN A SOLIDWORKS. 9.
- Torre Cantero, J. (9 de Enero de 2012). *Modelado 3D como herramienta educativa para el desarrollo de competencias de los nuevos grados de Bellas Artes*, 187. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/5135/513551283002.pdf>



## ANEXOS

### ANEXO 1 FICHA TÉCNICA DE TRANSFORMADOR

**Ficha técnica:**

<b>Conductores:</b>	
Conductores:	Alambre y/o solera magneto, de cobre y/o aluminio electrolítico con pureza mínima del 99% y aislamiento de Poliamida modificada clase 200°C y nomex con traslape del 50%.
Calibre:	Según diseño.
Soldadura:	Fost copper (opcional plata).
Norma del conductor:	NW-35-C
<b>Aislantes y especificaciones térmicas:</b>	
Material:	Insuldur (110°C) y Prespan (130°C).
Clase eléctrica del aislamiento:	15kV, 25 kV, 34.5 kV
Clase térmica del aislamiento:	A
Elevación de temperatura:	65°C, opcional a 55°C.
Tipo de enfriamiento:	Aceite-Aire (OA).
Líquido dieléctrico:	Aceite mineral, aceite biodegradable (FR3) ó aceite de silicona.
<b>Núcleo:</b>	
Circuito magnético:	Apilado de lámina de acero al silicio de grano orientado rolado en frío.
Calibre del núcleo:	M3 y M4 (AISI).
Pérdidas:	1.65 W/Kg @ 1.7 T @ 60 Hz, máximo.
Ángulo de entre-hierros:	90° (Opcional 45°).
Acabado:	Barnizado y homeado.
<b>Gabinete:</b>	
Uso:	Intemperie
Material:	Lámina negra, varios calibres.
Uniones:	Soldadura en base y tanque, atornillado en tapa y registro.
Color:	Verde
Radiadores:	Baterías tipo oblea, cantidad según diseño.
Placa antimagnética:	En corrientes mayores a 500 A.
<b>Conexiones:</b>	
	Delta-Estrella
	Estrella-Delta
	Delta-Delta
	Especiales
<b>Pruebas de laboratorio:</b>	
	Norma de prueba: NMX-J-169
	Pruebas mecánicas.
	Resistencia de aislamientos.
	Relación de transformación.
	Polaridad y secuencia de fases.
	Tensión aplicada.
	Tensión inducida.
	Resistencia óhmica de los devanados.
	Pérdidas al vacío y corriente de excitación.
	Pérdida con carga y % de impedancia.
	Hermeticidad del tanque.
	Rigidez dieléctrica del líquido aislante.

<https://www.transformadoresvictory.com.mx/transformadores/transformador-trifasico-tipo-pedestal>

# ANEXOS 2 FICHA DE UNIDAD DE DISTRIBUCIÓN EN MEDIA TENSIÓN

## Campo de aplicación

### Ejemplos de aplicación, características técnicas, homologaciones

Las celdas 8DJH son celdas para interiores, montadas en fábrica, con ensayos de tipo, envolvente metálica tripolar para aplicaciones de embarrado simple.

Las celdas 8DJH se utilizan en redes de energía públicas e industriales en el nivel de distribución secundaria, p.ej. en:

- Centros de transformación locales y subestaciones de transferencia y de maniobra de compañías eléctricas privadas y municipales
- Instalaciones eólicas y solares, centrales hidroeléctricas
- Estaciones de depuración de aguas y aguas residuales
- Aeropuertos, estaciones de tren, estaciones de metro
- Instalaciones de minas de lignito a cielo abierto
- Edificios singulares.

#### Datos eléctricos (valores máximos) y dimensiones

Tensión asignada	kV	7,2	12	15	17,5	24
Frecuencia asignada	Hz	50/60	50/60	50/60	50/60	50/60
Tensión soportada asignada de corta duración a frecuencia industrial	kV	20 <sup>1)</sup>	28 <sup>2)</sup>	36	38	50
Tensión soportada asignada kV de impulso tipo rayo	kV	60 <sup>1)</sup>	75 <sup>2)</sup>	95	95	125
Valor de cresta de la corriente admisible asignada	kA	63	63	63	63	50
Corriente asignada de cierre en cortocircuito	kA	63	63	63	63	50
Corriente admisible asignada de corta duración 3 s	kA	20	20	20	20	20
Corriente admisible asignada de corta duración 1 s	kA	25	25	25	25	20
Corriente asignada en servicio continuo del embarrado	A	630	630	630	630	630
Corriente asignada en servicio continuo de las derivaciones	A	200/250/400/630 <sup>3)</sup> →				
Ancho (funciones)	mm	310/430/500 <sup>3)</sup> →				
Profundidad						
— sin canal de alivio de presión	mm	775	775	775	775	775
— con canal de alivio de presión	mm	890	890	890	890	890
Altura sin compartimento de baja tensión ni canal de alivio de presión	mm	opcionalmente 1040/1200/1400/1700				

1) 32 kV/60 kV según algunos requisitos nacionales

2) 42 kV/75 kV según algunos requisitos nacionales

3) Según la función de derivación y las características de equipamiento seleccionadas

#### Homologación nacional GOST

Por su certificación en el sistema GOST R, las celdas 8DJH están homologadas en Rusia para su aplicación en los niveles de tensión de 6 kV, 10 kV y 20 kV. Los documentos de homologación actuales están disponibles en Internet bajo [www.siemens.com/8DJH](http://www.siemens.com/8DJH). La homologación es válida en los países Rusia, Bielorrusia, Kazajstán y Ucrania.



Catálogo de siemens

## ANEXOS 3 DIMENSIONES DE UNA CABINA.

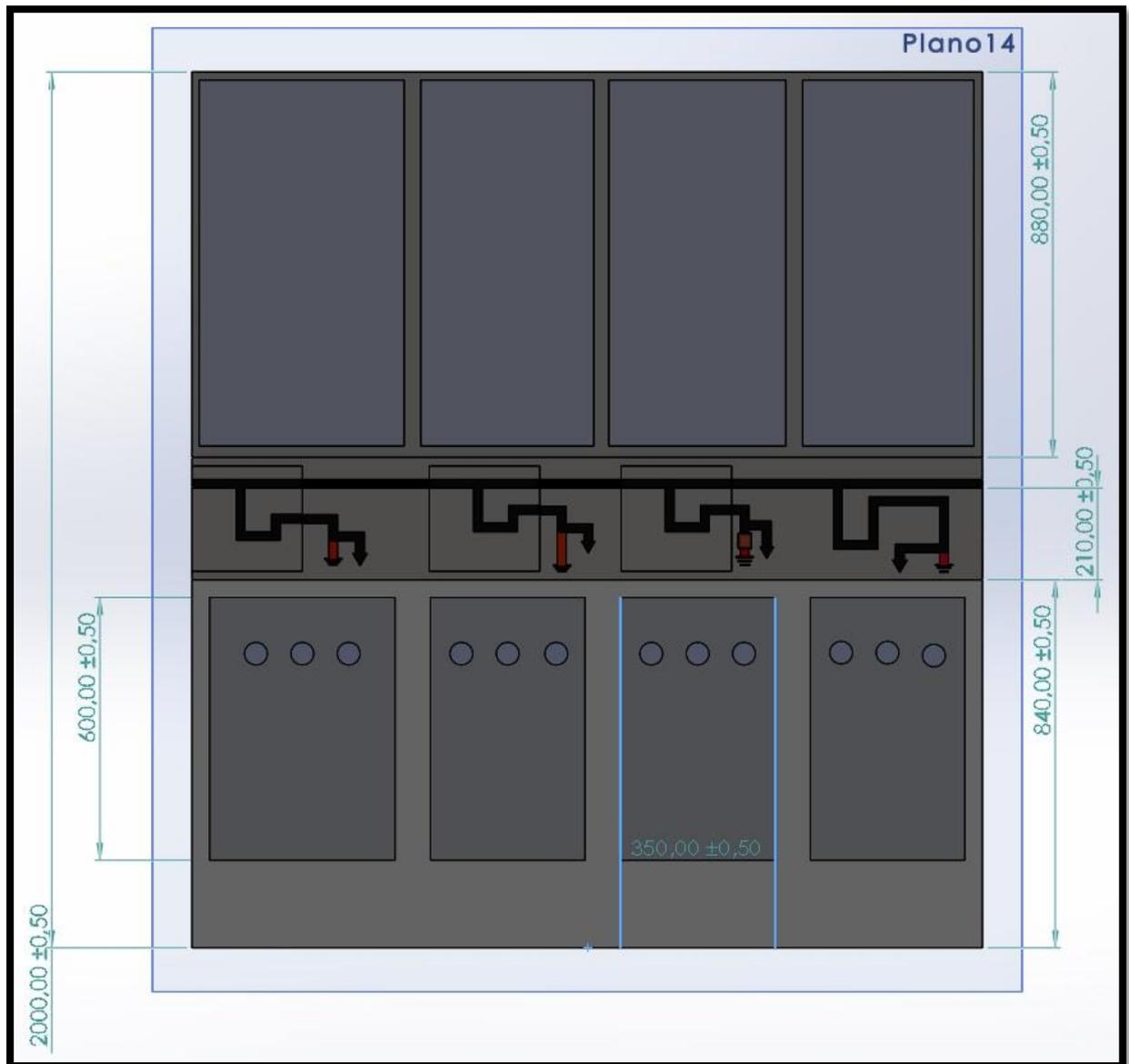


FIGURA: 1 Vista Frontal

Fuente: Tacuri.2019



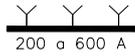
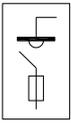
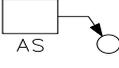


## ANEXOS 4 DIMENSIONES DEL TRANSFORMADOR PARA REALIZAR SU RESPECTIVO BROCADO

Transformadores trifásico tipo pedestales operación radial					
Capacidad [ kVA ]	frente F [ mm ]	fondo [ mm ]	alto [ mm ]	aceite [ l ]	Masa [ kg ]
30	860	970*	1095	210	705
45				207	715
75	890	1030*	1170	260	920
112.5				255	188
150	1050	1134*	1460	430	1295
225		1365		340	1375
300	1230	1745	1550	605	2050
500				655	2358
750	1270	2018	1735	840	3066
1000				1005	3600
1500	1550	1975	1990	1355	4505
2000				1565	5395

\* sin radiadores

## ANEXOS 5 SIMBOLOGÍAS DE EQUIPOS DE MANIOBRAS EN REDES SUBTERRÁNEAS

Seccionamiento con conector tipo Codo. (C)	
Seccionamiento con conector tipo T.	
Seccionamiento con conector codo Portafusible	
Seccionamiento con Barrajes desconectables	
Seccionamiento con Fusibles	
Descargador o pararrayo tipo codo.	
Interruptor para redes subterráneas.	
Celda de seccionamiento	
Celdas de protección con fusible	
Interruptor Termo magnético	
Transición de red aérea a subterránea	

tomado de libro de homologación de redes subterráneas

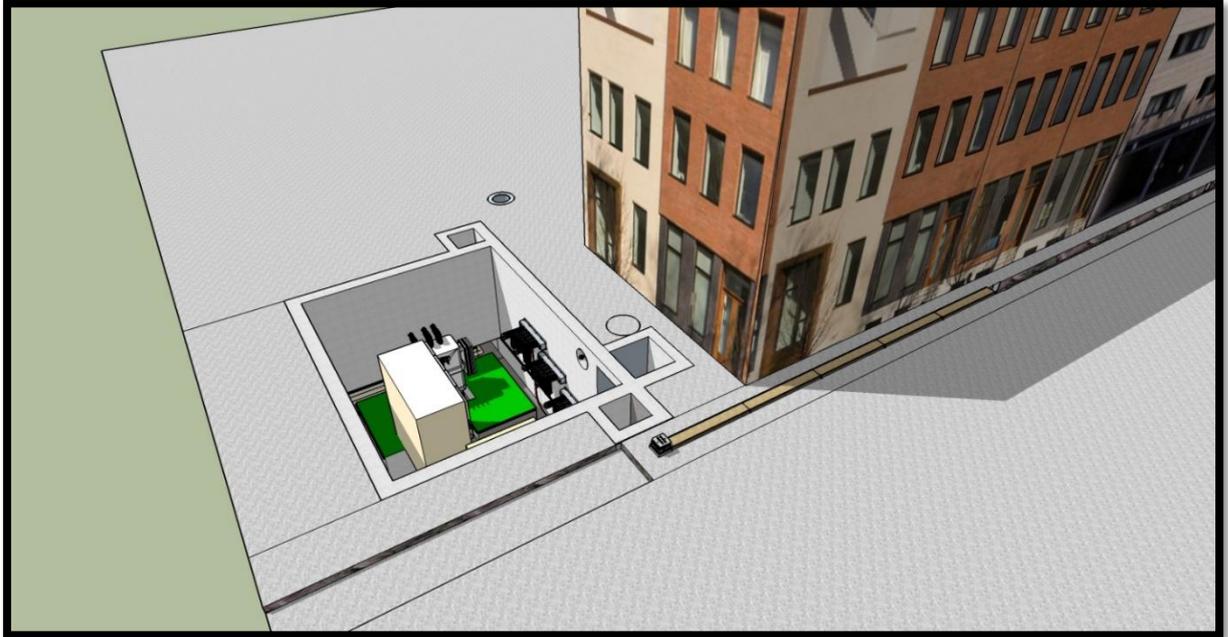


<b>SIMBOLOGÍA PARA REDES SUBTERRANEAS</b>			
DESCRIPCION	SIMBOLO (DISEÑO)		SIMBOLO (SIG)
	EXISTENTE	PROYECTADO	
Banco de Ductos			
Pozos para MV,BV y Alumbrado			
Pozos para acometidas y Alumbrado			
Cámaras			
Transformador 1F			
Transformador 3F			
Seccionamiento con conector tipo Codo. (C)			
Seccionamiento con conector tipo T			
Seccionamiento con conector codo Portafusible			
Seccionamiento con Barrajes desconectables			
Seccionamiento con Fusibles			
Descargador o pararrayo tipo codo			
Interruptor para redes subterranas			
Celdas de seccionamiento			
Celdas de protección			
Interruptor Termo magnético			
Transición de red aérea a subterránea			

Simbología (Iza, et al)



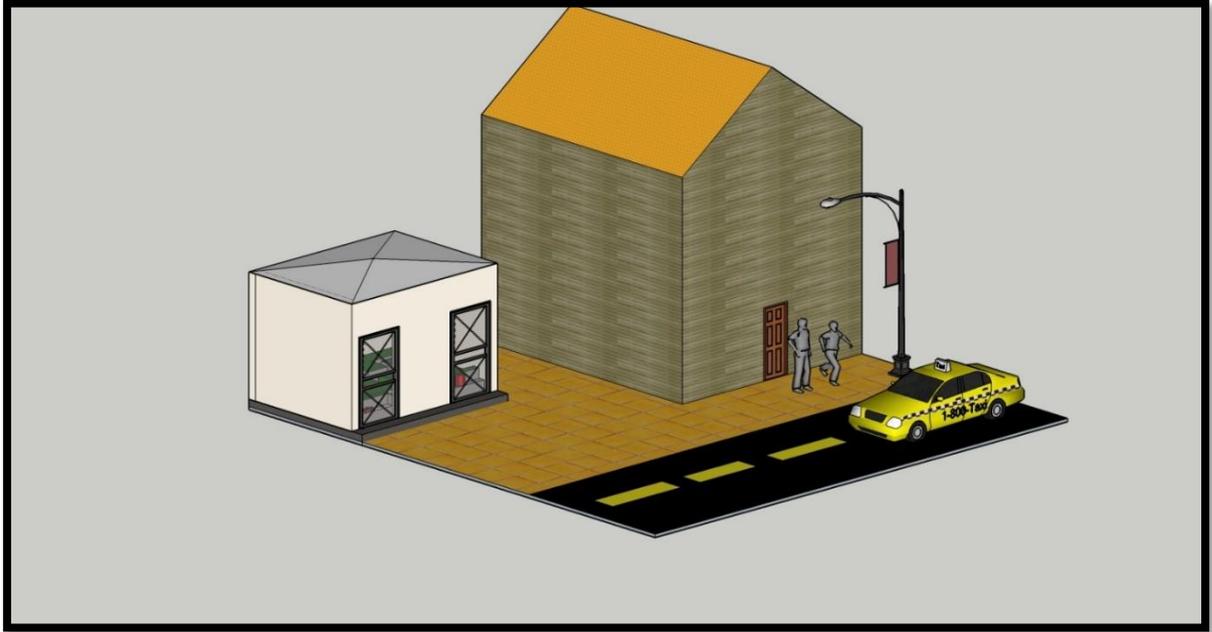
## ANEXOS 6 VISTA DE UNA CÁMARA A NIVEL DE PISO Y SUBTERRÁNEA.



**FIGURA:** Vista de una cámara a nivel de piso y subterránea.

Fuente: Tacuri, 2019

## ANEXO 7 CÁMARA A NIVEL DE PISO



**FIGURA:** Cámara a nivel de piso

Fuente: Tacuri, 2019



## **PERMISO DE AUTOR DE TESIS PARA SUBIR AL REPOSITORIO INSTITUCIONAL**

Yo, Rubén Darío Tacuri Muñoz, portador(a) de la cedula de ciudadanía N° 0301918660, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales del trabajo de titulación “Recuperación de la identidad pluricultural de los pueblos ancestrales y su autoestima”, de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de los conocimientos, creatividad e innovación, reconozco a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso de comercial de obra, con fines estrictamente académicos. Así mismo, autorizo a la Universidad para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el Repositorio Institucional de la conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 6 de marzo del 2020

Rubén Darío Tacuri Muñoz

CI. 0301918660