



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICO MECÁNICA**

**TEMA:**

**Estudio y diseño de la instalación eléctrica residencial en la  
infraestructura del proyecto comunitario UCSG “Consultorio Urbano”**

**AUTOR:**

**Arreaga Pérez, Erick Jinsop**

**Trabajo de Titulación previo a la obtención del Título de  
INGENIERO ELÉCTRICO MECÁNICO**

**TUTOR:**

**Ing. Philco Asqui Luis Orlando Msc.**

**Guayaquil - Ecuador**

**31 de agosto del 2022**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICO MECÁNICA**

**CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr. **Arreaga Pérez, Erick Jinsop** como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniero Eléctrico Mecánico**.

**TUTOR**

---

Ing. Luis Orlando Philco Asqui MSc.

**DIRECTOR DE CARRERA**

---

Ing. Celso Bayardo Bohórquez Escobar. MSc

**Guayaquil, 31 de agosto del 2022**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICO MECÁNICA**

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

Yo, **Arreaga Pérez, Erick Jinsop**

**DECLARO QUE:**

El trabajo de titulación **Estudio y Diseño de la Instalación Eléctrica Residencial en la Infraestructura del Proyecto Comunitario UCSG “Consultorio Urbano”**, previo a la obtención del Título de **Ingeniero Eléctrico Mecánico**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

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

**Guayaquil, 31 de agosto del 2022**

---

**Arreaga Pérez, Erick Jinsop**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICO MECÁNICA**

**AUTORIZACIÓN**

**Yo, Arreaga Pérez, Erick Jinsop**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación, en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: **Estudio y Diseño de la Instalación Eléctrica Residencial en la Infraestructura del Proyecto Comunitario UCSG “Consultorio Urbano”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

**Guayaquil, 31 de agosto del 2022**

---

**Arreaga Pérez, Erick Jinsop**

## Reporte de Urkund

URKUND

Orlando Philco Asqui (orlando.philco)

Documento: [TESIS ARREAGA FINAL.docx](#) (D143341802)

Presentado: 2022-08-29 00:37 (-05:00)

Presentado por: orlandophilco\_7@hotmail.com

Recibido: orlando.philco.ucsg@analysis.orkund.com

Mensaje: TESIS final [Mostrar el mensaje completo](#)

1% de estas 36 páginas, se componen de texto presente en 1 fuentes.

Categoría	Enlace/nombre de archivo
	<a href="#">Universidad Católica de Santiago de Guayaquil / D10850174</a>
	<a href="#">Universidad Católica de Santiago de Guayaquil / D41053775</a>
	<a href="#">Universidad Católica de Santiago de Guayaquil / D111652866</a>
	<a href="#">Universidad Católica de Santiago de Guayaquil / D13362523</a>

1 Advertencias. Reiniciar. Compartir

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO CARRERA DE INGENIERÍA

ELECTRICO MECÁNICA

TEMA: Estudio y Diseño

de la Instalación Eléctrica Residencial en la Infraestructura del Proyecto Comunitario UCSG "Consultorio Urbano"

Reporte Urkund del trabajo de titulación en ingeniería Eléctrico Mecánica denominado: **Estudio y Diseño de la Instalación Eléctrica Residencial en la Infraestructura del Proyecto Comunitario UCSG "Consultorio Urbano"** perteneciente al estudiante **Arreaga Pérez, Erick Jinsop**. Una vez efectuado el análisis antiplagio el resultado indica 1 % de coincidencias.

Atentamente,

Ing. Orlando Philco Asqui M.Sc.

Revisor

## **Dedicatoria**

El presente trabajo de titulación se lo dedico a DIOS, por haberme dado la sabiduría, entendiendo y fuerzas necesarias para llegar hasta alcanzar esta meta trazada desde muchos años atrás y que hoy estoy cumpliendo.

A mi esposa Diana por ser parte importante en el logro de mis metas. Gracias por haber sido mi fuente de inspiración en mi deseo de salir adelante.

A mis padres Juan y Janina y hermanas, mi familia.

A las personas que me han sabido apoyar en los momentos más duros de mi vida este triunfo va dedicado para ellos, muchas gracias por sus consejos.

EL AUTOR

## **Agradecimiento**

Quiero agradecer la ayuda incondicional de mis padres ya que sin ellos este sueño no hubiera sido posible,

A todas las personas que confiaron en mí en todo momento les agradezco por compartir junto a mi parte de este logro.

**EL AUTOR**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICO MECÁNICA**

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

---

**ING. ROMERO PAZ MANUEL DE JESÚS, M.Sc.**  
DECANO

---

**ING. EFRAIN OLIVERIO VÉLEZ TACURI M.Sc.**  
COORDINADOR DE AREA

---

**ING. RAFAEL HIDALGO AGUILAR**  
OPONENTE



## Índice General

RESUMEN.....	XV
ABSTRACT.....	XVI
<b>CAPÍTULO I: DESCRIPCIÓN GENERAL .....</b>	<b>2</b>
1.1 Introducción. ....	2
1.2 Definición del Problema.....	3
1.3 Justificación .....	3
1.4 Objetivos .....	4
1.4.1 Objetivo General.....	4
1.4.2 Objetivos Específicos. ....	4
1.6 Metodología de Investigación.....	4
<b>CAPÍTULO 2: COMPONENTES EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE BAJA TENSIÓN.....</b>	<b>5</b>
2.1 Circuito eléctrico .....	5
2.1.1 Factores que afectan la resistencia .....	5
2.1.1.1 Medida de la resistencia .....	7
2.2 Conductores eléctricos .....	7
2.2.1 Conductores de cobre y aluminio .....	9
2.2.2 Características de los conductores eléctricos.....	11
2.2.2.1 Conductores desnudos .....	11
2.2.2.2 Conductores aislados.....	12
2.2.3 Selección del conductor eléctrico.....	14
2.2.4 El calibre o sección del conductor eléctrico .....	17
2.2.5 Colores de conductores según norma NEC-INEN .....	18
2.3. Canalizaciones Eléctricas .....	19
2.3.1. Cajetines, Cajas de Paso y Tapas .....	20
2.3.1.1 Tramos rectos.....	22

2.4 Accesorios de fijación.....	24
2.5 Tubos Plásticos .....	26
2.6 Tomacorrientes.....	27
2.6.1 Tomacorrientes especiales.....	31
2.6.2 Tomas para iluminación.....	35
2.7 Interruptores .....	36
2.8 Puesta a Tierra.....	41
2.8.1 Conductor de puesta a tierra.....	43
2.8.2 Verificación de puesta tierra.....	44
2.8.2.1 Deterioro de puesta a tierra.....	45
<b>CAPÍTULO 3: PROYECTO CONSULTORIO URBANO .....</b>	<b>47</b>
3.1 Facultades académicas que participan.....	47
3.1.1 Objetivo del Consultorio Urbano.....	48
3.2 Dimensión general del solar: .....	48
3.3.1 Interior del inmueble Consultorio Urbano UCSG .....	50
3.4 Delineación del sistema eléctrico.....	51
3.4.1 Diseño eléctrico para inmueble.....	53
<b>CAPÍTULO IV: DISEÑO ELÉCTRICO.....</b>	<b>57</b>
4.1 Acometida general en Baja Tensión.....	57
4.2 Tablero de Medidores .....	58
4.3 Panel de Distribución Normal .....	58
4.3.1 Circuitos derivados .....	59
4.4 Sistema de puesta a Tierra.....	59
4.5 Especificaciones de las Instalaciones Eléctricas.....	59
Conclusiones .....	64
Recomendaciones .....	66
Bibliografía.....	67
Anexo 1: Tipos de Tubería Conduit.....	70
Anexo 2: Acometida por CNEL .....	75

## Índice de Figuras

### CAPÍTULO 2

Figura 2. 1 Conductores de cobre y aluminio .....	6
Figura 2. 2 Área de sección transversal.....	6
Figura 2. 3 Parte de un conductor eléctrico .....	8
Figura 2. 4 Diámetros en ciertos tipos de conductores .....	15
Figura 2. 5 Forma de ciertos tipos de conductores .....	15
Figura 2. 6 Identificación por color de conductores eléctricos .....	18
Figura 2. 7 Cajetines y cajas de empalme con tapas.....	21
Figura 2. 8 Caja en tramo recto .....	22
Figura 2. 9 Accesorios para tubos EMT .....	23
Figura 2. 10 Empalme en tubería EMT, utilizando anillo.....	24
Figura 2. 11 Fijación de tubería a caja metálica.....	25
Figura 2. 12 Conduletas EMT .....	25
Figura 2. 13. Tubería Conduit .....	26
Figura 2. 14 Tubos plásticos .....	27
Figura 2. 15. Partes de un tomacorriente polarizado 120 VCA.....	28
Figura 2. 16 Identificación de conductores según colores para tomacorriente 120 VCA Fuente: autor .....	29
Figura 2. 17 Dos tipos de tomacorrientes dobles de 240 VCA .....	30
Figura 2. 18 Identificación de tomacorrientes 240 VCA .....	30
Figura 2. 19 Circuito C <sub>1</sub> de toma de corriente de uso general .....	31
Figura 2. 20 Conexión del centro de carga con tomacorriente convencionales y un GFCI Fuente: (Alor, 2019).....	32
Figura 2. 21 Vista frontal y partes de un tomacorriente GFCI .....	32
Figura 2. 22 Vista posterior de un tomacorriente GFCI.....	33

Figura 2. 23 Tomacorrientes grado hospital .....	34
Figura 2. 24 Tres puntos de iluminación de techo .....	36
Figura 2. 25 Interruptores; simple, doble y triple .....	36
Figura 2. 26 Circuito con interruptores conmutados .....	37
Figura 2. 27 Control de una luminaria desde dos sitios diferentes. Conexión 3 vías. ....	37
Figura 2. 28. Control de luminarias desde tres sitios diferentes.....	38
Figura 2. 29. Dimmer, controlado por autotransformador .....	38
Figura 2. 30 Luminaria controlada por dimmer control desde un punto .....	39
Figura 2. 31 Luminaria controlada por dimmer desde dos puntos diferente	40
Figura 2. 32 Puesta a tierra en vivienda .....	41
Figura 2. 33 Puesta a tierra .....	42
Figura 2. 34 conductor eléctrico y electrodo .....	43

### **CAPÍTULO 3**

Figura 3. 1 Inmueble Consultorio Urbano UCSG (acceso norte) .....	49
Figura 3. 2 Acceso dos (sur) al inmueble Consultorio Urbano UCSG.....	50
Figura 3. 3 Actividades académicas de vinculación con comunidad.....	51
Figura 3. 4 Actividades académicas de vinculación con comunidad.....	51
Figura 3. 5 Áreas del inmueble para diseño de su instalación eléctrica.....	52
Figura 3. 6 Área principal con su cuarto de equipos .....	52
Figura 3. 7 Ubicación del medidor .....	53
Figura 3. 8 Ubicación de tomacorrientes .....	54
Figura 3. 9 Ubicación de lámparas .....	55
Figura 3. 10 Ubicación de sistema de cámaras de vigilancia, voz y datos .	56

## **CAPÍTULO 4**

Figura 4. 1 Ubicación del medidor para acometida eléctrica ..... 57

Figura 4. 2 Planilla del diseño eléctrico en inmueble Consultorio Urbano ... 63

## Índice de Tablas

### CAPÍTULO 2

Tabla 2. 1. Propiedades físicas del cobre .....	9
Tabla 2. 2 Propiedades de algunos conductores .....	14
Tabla 2. 3 Secciones o calibres AWG.....	17

## **RESUMEN**

Este trabajo de titulación plantea el diseño de una instalación eléctrica en baja tensión para una infraestructura de dos plantas, que es parte del proyecto comunitario UCSG denominado “Consultorio Urbano”, esta infraestructura servirá para realizar actividades académicas de consultorías, prevención en salud y de transferencia tecnológicas, para estos fines es primordial contar con una instalación eléctrica e incluso con redes de voz y datos para que la funcionalidad del inmueble brinde no solo seguridad sino operatividad en las actividades académicas antes mencionadas. Así el objetivo general es de diseñar diagramas y cálculos para la instalación eléctrica en el inmueble La metodología es de tipo descriptiva por cuanto se detalla requerimientos de calibre de conductores, es de tipo analítica por cuanto se calcula las protecciones para cada circuito eléctrico dentro del tablero de distribución eléctrica, finalmente es de tipo empírica por el diseño de planos en autocad, así como de calcular la planilla eléctrica para la instalación eléctrica. Este diseño eléctrico podría ser implementación a corto plazo.

**PALABRAS CLAVES:** Instalación eléctrica residencial, Conduit, EMT, Circuito eléctrico, Consultorio Urbano

## **ABSTRACT**

This titling work proposes the design of a low-voltage electrical installation for a two-story infrastructure, which is part of the UCSG community project called "Urban Consultancy", this infrastructure will serve to carry out academic consulting, health prevention and transfer activities. technological, for these purposes it is essential to have an electrical installation and even voice and data networks so that the functionality of the property provides not only security but operability in the aforementioned academic activities. Thus, the general objective is to design diagrams and calculations for the electrical installation in the building. The methodology is descriptive in that it details conductor gauge requirements, it is analytical in that the protections for each electrical circuit within the board are calculated. of electrical distribution, finally it is of an empirical type due to the design of plans in autocad, as well as calculating the electrical spreadsheet for the electrical installation. This electrical design could be implemented in the short term.

**KEY WORDS: Residential electrical installation, Conduit, EMT, Electrical design, Urban Clinic.**



## **CAPÍTULO I: DESCRIPCIÓN GENERAL**

### **1.1 Introducción.**

El Consultorio Urbano es un proyecto comunitario en el cual se pueden efectuar prácticas académicas-comunitarias y donde siete carreras de tres facultades académicas desarrollan transferencia de habilidades y conocimiento en carreras de Electricidad, Telecomunicaciones, Electrónica y Automatismo, en Arquitectura y Diseño de interiores, así también de Ingeniería civil, El concepto de prácticas comunitarias emplea herramientas de desarrollo necesario y fundamental para mejorar la calidad de vida de los habitantes de las Cooperativas 25 de Julio y Virgen del Cisne en el Cerro San Eduardo en la ciudad de Guayaquil. Los habitantes de estas cooperativas juntos con los estudiantes de siete carreras de la UCSG podrán generar talleres participativos entre moradores sean jóvenes, adultos y adultos mayores, es decir de diferentes grupos etarios.

La edificación tiene las siguientes áreas: áreas exteriores: jardines, ingreso – recibidor y 2 terrazas. Áreas interiores: oficina, áreas de usos múltiples, y dos baños: baño para uso común y baño para personas con movilidad limitada. Así mismo se contempla realizar mejoras integrales en los espacios comunitarios que han sido sugeridos por la comunidad y que demandan ser potenciados y revitalizados para el empoderamiento de los distintos grupos etarios que habitan en las cooperativas antes mencionadas.

Se debe indicar que donde está el inmueble es un espacio físico donde muchas carreras de la UCSG realizan actividades en el transcurso del semestre A 2022 y cuando utilizan equipos eléctricos o electrónicos estos son alimentados gracias a la colaboración de vecino que facilitan una conexión de energía eléctrica provisional. Por aquello la propuesta de diseño de planos eléctricos, de voz y datos junto con la planilla de circuitos eléctricos es primordial para tomar luego la decisión de una futura implementación en el inmueble donde se desarrolla el proyecto Consultorio Urbano UCSG.

Actualmente el inmueble no tiene acometida eléctrica ni medidor eléctrico, se necesita referenciar estos aspectos a la empresa comercializadora de electricidad CNEL. Por consiguiente, se deberá hacer el dimensionamiento y

cálculos del tablero de distribución principal o centro de carga para determinar el número de circuitos con sus protecciones correspondientes, Así mismo instalar una puesta a tierra ya que los riesgos comunes de un sistema eléctrico sin conexión a tierra son descargas eléctricas e incendios, ya que la corriente eléctrica siempre sigue la ruta de baja resistencia. Los trabajadores en el lugar de trabajo corren un mayor riesgo cuando un dispositivo sin conexión a tierra descarga el exceso de electricidad.

### **1.2 Definición del Problema.**

Aspectos como el sobre dimensionamiento de materiales y protecciones en una instalación eléctrica es la causa de presupuestos altos y que pueden no proteger la instalación antes sobre cargas este último aspecto se puede originar cuando la protección del disyuntor no es la correcta. En el caso contrario si es sub dimensionado los conductores, en el calibre del mismo según la carga, estos se pueden sobrecalentar y pueden originar cortos eléctricos e incendios. Por lo tanto, las fallas asociadas a una defectuosa instalación eléctrica dificultan salvaguardar la integridad o salud de las personas ante descargas eléctricas, también no asegura cuidar la vida útil de electrodomésticos y equipos electrónicos sensibles a variaciones de voltaje.

### **1.3 Justificación**

La edificación debe contar con adecuada instalación eléctrica de esta manera la edificación se la utilizaría para capacitaciones y actividades que integre a diversas carreras de diferentes carreras de la UCSG. Contar con instalaciones eléctricas facilita seguridad a la comunidad frente a descargas eléctricas a personas. Esto sería beneficioso para la comunidad del sector. Pues la edificación será utilizada para todo tipo de actividad del componente comunitario, aspecto clave en la responsabilidad social de la UCSG y de pertinencia y transferencia de conocimiento. Se prevé que en sus instalaciones para el año próximo se dicten talleres y charlas a la población de las cooperativas Virgen del Cisne y 25 de Julio.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo General.**

Diseñar la Instalación eléctrica residencial en la Infraestructura del Proyecto Comunitario UCSG “Consultorio Urbano”

### **1.4.2 Objetivos Específicos.**

1. Describir los materiales comunes en una instalación eléctrica residencial.
2. Calcular las cargas de circuitos eléctricos y sus protecciones respectivas para la edificación donde funciona el Proyecto Comunitario “Consultorio Urbano”
3. Diseñar diagramas de conexiones para puntos eléctricos, voz y datos como aporte para su implementación futura.

## **1.6 Metodología de Investigación.**

La metodología que se utiliza en este trabajo de titulación, es de tipo descriptiva por cuanto se detalla los materiales como conductores, protecciones y accesorios en una instalación eléctrica residencial. Es de tipo analítica por la selección de calibres de conductores según sea su carga, así mismo se calcula las protecciones para cada circuito eléctrico, finalmente es de tipo empírica por el diseño de planos con diagramas para la instalación eléctrica.

## **CAPÍTULO 2: COMPONENTES EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE BAJA TENSIÓN**

Se presenta una descripción de los diferentes elementos o componentes de una instalación eléctrica desde el punto de vista característico de las funcionalidades y sus partes. Una instalación eléctrica son todos los circuitos eléctricos presentes en nuestra casa, gracias a lo cual se puede hacer uso de la electricidad para todo tipo de fines. Se debe considerar que la electricidad no llega directamente desde la central eléctrica, hasta el enchufe de nuestra casa, o al casquillo o roseta de la lámpara o foco, ésta tiene que pasar por una serie de componentes, o partes de la instalación eléctrica, que debe garantizar el uso seguro de esta energía eléctrica.

### **2.1 Circuito eléctrico**

Un aspecto básico cuando se tiene un circuito eléctrico simple con la fuente generadora conectada a una carga, es que a esta el circuito en operación, La corriente o flujo de electrones libres en un circuito eléctrico encuentra oposición a su movimiento en todas las partes del circuito. Esta oposición es llamada resistencia eléctrica.

#### **2.1.1 Factores que afectan la resistencia**

La cantidad de oposición o resistencia que encuentra la corriente de electrones dentro de un metal (u otro material) depende de los siguientes factores:

- El tipo de metal: Algunos metales tienen una bajísima resistencia interna debido al arreglo de sus átomos (y otros factores). Los cuatro metales con resistencia mínima entre todas las sustancias son plata, cobre, oro y aluminio. De los cuatro, la plata tiene menor resistencia, seguida por el cobre, luego el oro y después el aluminio.
- La longitud del alambre: La resistencia de un alambre de metal aumenta con su longitud. A mayor longitud de un alambre de metal habrá más colisiones entre átomos y electrones, con lo que se convierte en calor más energía de los electrones.

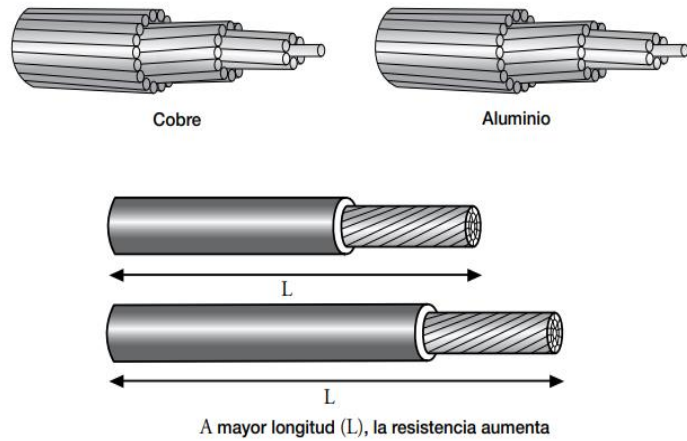


Figura 2. 1 Conductores de cobre y aluminio  
Fuente (Condumex, 2009)

- El área de sección transversal de un conductor. A mayor amplitud en el camino de la corriente de electrones, más facilidad para su flujo a través del metal. A mayor área de la sección transversal del alambre, menor resistencia.
- La temperatura del metal: A una temperatura normal, la energía calorífica presente en todas las sustancias origina una suave vibración o agitación de sus átomos, sin que éstos pierdan su posición en el cristal de metal. Si se aumenta la temperatura, los átomos se agitan más y habrá mayor número de choques entre los electrones que fluyen y los átomos. La resistencia aumenta con la temperatura en los metales.

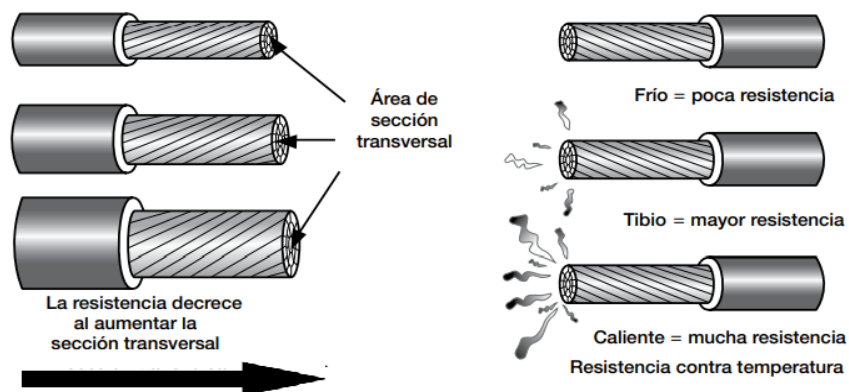


Figura 2. 2 Área de sección transversal  
Fuente: (Condumex, 2009)

### **2.1.1.1 Medida de la resistencia**

La resistencia siempre causa una pérdida de energía en los electrones (que es convertida en calor). Asimismo, la energía transportada por los electrones depende de la FEM o voltaje que actúa sobre ellos. Considerando estas dos proposiciones, se llega a una conclusión: si los electrones pierden energía al fluir en contra de una resistencia, entonces esta pérdida de energía implica una pérdida de FEM o voltaje debido a la resistencia. Los técnicos se refieren a esta pérdida de energía o voltaje como caída de voltaje a través de una resistencia. La pequeña pérdida de voltaje a lo largo de cada resistencia se suma para dar la pérdida total de voltaje a través de toda la resistencia.

La energía perdida y la pérdida de voltaje resultante son usadas para definir la unidad de resistencia: una unidad de resistencia es la cantidad de resistencia que causa una caída de voltaje de 1 voltio a una corriente de 1 amperio. La unidad de resistencia es el ohm Así 1 ohmio = unidad de resistencia que causa una caída de voltaje de 1 voltio a una corriente constante de 1 amperio.

En la realización física de una instalación eléctrica se emplea una gran cantidad de equipo y material eléctrico. El conjunto de elementos que intervienen desde el punto de alimentación o acometida de la compañía suministradora en nuestro caso la Corporación Nacional de Electricidad CNEL Como se mencionó anteriormente un circuito eléctrico está constituido en su forma más elemental por una fuente de voltaje o de alimentación, los conductores que alimentan la carga y los dispositivos de control o conmutadores. De estos elementos se puede desglosar el resto de los componentes de una instalación eléctrica práctica, ya que, por ejemplo, los conductores eléctricos normalmente van dentro de tubos metálicos o de PVC que se conocen genéricamente como tubos (conduit); (Condumex, 2009).

Se describe algunos elementos o materiales:

## **2.2 Conductores eléctricos**

Los alambres y cables que se emplean en casas habitación, comercios, bodegas, etc., se conocen en el argot de los conductores eléctricos como

cables para la industria de la construcción. Estos cables para la industria de la construcción en baja tensión están formados por los siguientes elementos:

- El conductor eléctrico, que es el elemento por el que circula la corriente eléctrica: es de cobre suave y puede tener diferentes flexibilidades:
  - o Rígida: Conductor formado por un alambre.
  - o Semiflexible: Conductor formado por un cable (cableado clase B o C).
  - o Flexible: Conductor eléctrico formado por un cordón (clase I en adelante).
- El aislamiento, cuya función principal es la de soportar la tensión aplicada y separar al conductor eléctrico energizado de partes puestas a tierra; es de un material generalmente plástico a base de policloruro de vinilo (PVC). Este aislamiento puede ser de tipo termofijo a base de etileno-propileno (EP) o de polietileno de cadena cruzada (XLP).
- Una cubierta externa, cuya función es la de proteger al cable de factores externos (golpes, abrasión, etc.) y ambientales (lluvia, polvo, rayos solares, etc.). Normalmente está cubierta externa es de policloruro de vinilo (PVC) y se aplica en cables multiconductores.

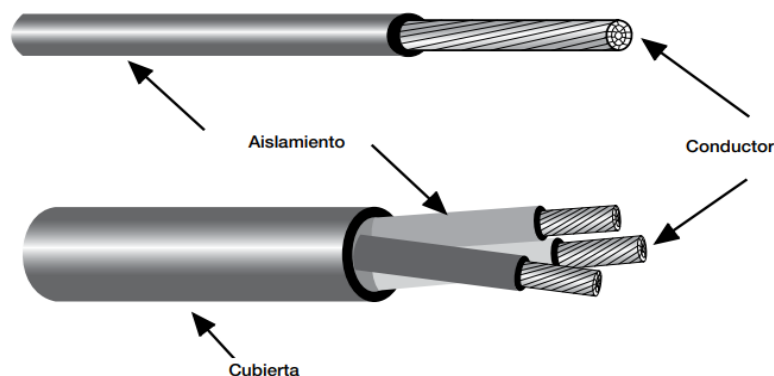


Figura 2. 3 Parte de un conductor eléctrico

Fuente: (Condumex, 2009)

Los cables para la industria de la construcción están formados por un conductor de cobre suave de alta pureza, un aislamiento a base de policloruro de vinilo (PVC), etileno-propileno (EP), polietileno de cadena cruzada (XLP) o elastomérico (CP). En el caso de cables multiconductores, éstos cuentan con

una cubierta externa a base de policloruro de vinilo o polietileno clorado (CP). Se detalla a continuación propiedades y características que deben tener los elementos de estos cables.

### 2.2.1 Conductores de cobre y aluminio

Los más utilizados, de mayor importancia en ingeniería eléctrica y en especial para la industria del ramo, es el cobre y el aluminio. Para usos especiales está la plata, el platino o el acero. Con respecto al cobre y aluminio tienen un costo de producción bastante más bajo que los otros y el comportamiento desde el punto de vista eléctrico es excelente; por ello se usan preferentemente en instalaciones eléctricas y equipos en general. Conforme a sus características y propiedades poseen las áreas de utilización bien definidas. Desde el punto de vista económico, se debe destacar que el cobre no se produce en Ecuador en cantidad suficiente, debiéndose importar de Chile, Canadá, Corea, Indonesia u otros países, variando su costo según el precio del mercado internacional y, por consiguiente, también de las fluctuaciones propias del dólar. El aluminio, como es del conocimiento general, se produce en el país y en los últimos tiempos la producción del mismo ha ido incrementándose.

El cobre es un metal de color rojizo, dúctil y maleable, se puede fundir, forjar en láminas y estirarlo por medios mecánicos. En principio, del metal se obtiene el alambrón, que es macizo, de sección circular producido por laminación o "extrusión" en caliente; luego por "trefilación" y laminación en frío se produce el alambre de cobre. A continuación, en la tabla 2.2 muestra las propiedades físicas del cobre.

Tabla 2. 1. Propiedades físicas del cobre

Peso específico:	8,9 gr/cm <sup>3</sup>
Punto de fusión:	1083° C
Resistividad:	0,017 Ω.mm <sup>2</sup> /m
Para el aluminio se tiene:	
Peso específico:	2,7 gr/cm <sup>3</sup>
Punto de fusión:	660° C
Resistividad:	0,028 Ω.mm <sup>2</sup> /m

Fuente. El autor



El alambre de cobre se presenta en el mercado nacional en las siguientes formas: duro, semiduro y blando recocido. En el primero, el cobre es resistente y se puede trabajar con cierta dificultad, no es utilizada en instalaciones interiores sino en la elaboración de componentes tales como: grapas, conectores, platinas, barras, etc. El semiduro es el que se produce con características mecánicas intermedias entre el duro y el blando para fines que así lo requieran tales como bornes, contactos en tableros, láminas, etc. El blando o recocido se logra a partir del cobre duro, mediante un calentamiento progresivo y aplicando el estirado y laminado también progresivamente. Es por estas condiciones que se puede trabajar mejor, aunque su resistencia mecánica es menor que el duro. El cobre recocido se utiliza en la elaboración de hilos y cables utilizados en canalizaciones eléctricas. Por su parte, el aluminio también se obtiene en forma similar, lográndose el tipo recocido de dureza media, tres cuartos de dureza y duro. El aluminio mezclado con acero, o en aleaciones especiales, logra mejor la resistencia mecánica.

Con parando el cobre y el aluminio se puede concluir que el primero es 2 veces más pesado que el otro, teniendo el aluminio una resistividad 1.65 veces mayor que la del cobre. El volumen del aluminio es mayor y en ciertos casos es considerado desfavorable, debido a que muchas partes de equipos de protección, maniobra, transformadores, etc., son de cobre; pues, es necesario que el empalme cobre-aluminio se haga con conectores especiales. Por tanto, esto hace que se requiera una mano de obra especializada que trabaje los contactos con especial cuidado, a fin de que ni el sudor de las manos toque el empalme, pues podría ser el comienzo de una oxidación galvánica. En la superficie del aluminio suele formarse una capa de óxido por el contacto con el aire, la cual es resistente y transparente, posee altas propiedades dieléctricas, es químicamente estable y resistente a la corrosión, exceptuando los ácidos hidroclicóricos, hidrofúorídicos, oxálicos y álcalis fuertes.

El conductor de aluminio de igual capacidad de corriente, o del mismo orden que la del cobre, posee mejores características de cortocircuito que su equivalente en cobre.

Para lograr la sección de alambre de cobre, a partir de la del aluminio equivalente, se obtiene de la siguiente forma.

$$13,30 \times 0,61 = 8,11 \text{ mm}^2 \text{ (factor multiplicador 0,61)}$$

En estudios económicos que se han realizado, tomando en cuenta no solamente el aspecto de producción del alambón, sino los costos de instalación y evaluando los inconvenientes que ocasionan el uso de uno y otro, se ha llegado a la conclusión de que el aluminio es económicamente utilizable a partir de una sección de 33.63 mm<sup>2</sup> o sea el número 2 en adelante.

Su principal aplicación es en redes aéreas, líneas de distribución, subtransmisión y transmisión. En canalizaciones subterráneas son empleados en conductores de acometidas, en subalimentadores y alimentadores en edificaciones; también en redes subterráneas especiales para alumbrado público en baja tensión.

### **2.2.2 Características de los conductores eléctricos**

Un conductor está formado por uno o varios hilos, siendo unifilar o multifilar, cableado o trenzado. Cuando el conductor es cableado puede ser normal, flexible o extra flexible, de acuerdo al grado de flexibilidad que se le da al número de hilos delgados que lo componen. En la medida que aumenta en número mejora esta propiedad. Los cables flexibles son empleados en equipos portátiles, tales como: televisores, planchas, ventiladores, radios, etc.

El cableado puede hacerse en forma concéntrica, circular, compactado, comprimido sectorial o anular, según se haya procesado el paquete de hilos para fines específicos. Los conductores de un solo hilo se denominan sólidos y se utilizan hasta el N° 10 en instalaciones residenciales, comerciales o de oficinas. Para calibres mayores se emplean cableados, para facilitar el manejo en el proceso de instalación.

#### **2.2.2.1 Conductores desnudos**

Conforme a las necesidades un conductor eléctrico puede estar al aire montado sobre soportes aislados de vidrio o porcelana, en redes aéreas, en líneas o redes de distribución, o líneas de alta o muy alta tensión. Para el caso

de redes subterráneas, o bien en canalizaciones eléctricas residenciales, comerciales o industriales, se emplean conductores aislados. Los conductores desnudos también se utilizan para la puesta a tierra, para barras en sistemas de distribución industrial, barras también en tableros suspendidos por aisladores y para aterramiento de transformadores, pararrayos o el neutro de una red de distribución.

### **2.2.2.2 Conductores aislados**

Cuando un grupo de conductores van dentro de una canalización deben estar aislados, para mantener fuera de contactos entre sí, con tierra o estructuras.

Todo conductor está aislado cuando se recubre con una capa aislante cuya conductividad eléctrica es nula o muy pequeña. El aislante y el componente metálico de un conductor deben estar elaborados de tal forma que resistan los agentes externos que se indican a continuación:

**-Agentes mecánicos:** Tales como presión, abrasión, elongación y dobleces a 180°.

**-Agentes químicos:** Agua, humedad, hidrocarburos, ácidos y alcalinos.

El material aislante debe soportar a los anteriores a fin de que no se produzcan desprendimientos de sus partes, agrietamiento, escamas o bien que disminuya su espesor.

**-Agentes eléctricos:** El fabricante debe garantizar la rigidez dieléctrica del aislante, estableciendo un control de calidad estricto, donde se fijan los Kilovoltios mínimos y máximos de prueba.

Fundamentalmente la aislación de los conductores eléctricos se fabrica y están a la disposición del consumidor según las especificaciones de trabajo siguiente:

- Cables para comunicaciones.
- Cables para control o sonido.
- Cables para 300 voltios.
- Cables para 600 voltios.
- Cables para 5000 voltios.

- Cables para 15000 voltios.
- Cables para 25000 voltios.
- Cables para 35000 voltios.
- Cables para más de 35000 voltios.

Para uso residencial se emplean conductores de baja tensión para 600V. En canalizaciones eléctricas de iluminación y fuerza, los aislantes más utilizados son TW, THW y TTU. El primero (TW) es de termoplástico resistente a la humedad para uso general. El THW termoplástico resistente a la humedad, retardante de la llama, especial para motores y el TTU polietileno PCV, se utiliza para acometidas residenciales y redes subterráneas, temperatura de trabajo 75°C. También se fabrica para 90°C. El TTU excelente PCV, viene con cinta Mylar excelente y chaqueta de PVC. Existe una gran variedad de aislantes que tienen su aplicación en áreas industriales tales como: asbesto, goma, tela, barniz, resinas, plásticos, polietileno, mica, etc.

La temperatura de operación es un dato de gran importancia para el proyectista, pues en base a esto, se escoge el aislante adecuado. Para saber el tipo de ambiente habrá que considerar en qué condiciones está la canalización que aloja los conductores o bien si estos van a la vista. En este caso la capacidad de corriente del cable aumenta en comparación con el conductor que está confinado. Todo conductor debe trabajar a una temperatura por debajo del punto de fusión del aislante con margen de seguridad dos, como mínimo.

Se puede comprobar fácilmente que a medida que aumenta el número de conductores en ducto, aumenta también la temperatura. Por tanto, para no sobrepasar la especificación del fabricante se aplican factores de corrección que vienen incluidos al pie de las tablas, a fin de no provocar el efecto destructor del aislante por exceso de temperatura.

Para ilustrar el procedimiento a seguir se tiene lo siguiente: un conductor de cobre aislamiento TW calibre N° 6 para una temperatura de régimen de 60°C, capacidad de corriente de 55 amperios. Si ese conductor se utiliza en un ambiente donde la temperatura es de 45°C, el factor de corrección resulta  $F_t = 0,71$ .

$$I_c = 55 \times 0,71 = 39,05 \text{ Amp.}$$

En caso de que se tengan 18 conductores en un mismo ducto se aplicará al valor anterior, resultando una corriente permisible de:

$$I_c = 39,05 \times 0,7 = 27,33 \text{ Amp.}$$

### 2.2.3 Selección del conductor eléctrico

Son cuatro los factores que deben ser considerados en la selección de los conductores: material, flexibilidad, forma y dimensiones.

1. Material: Los materiales más usados como conductores eléctricos son el cobre y el aluminio, aunque el primero es superior en características eléctricas y mecánicas (la conductividad del aluminio es aproximadamente el 60% de la del cobre y su esfuerzo de tensión a la ruptura, el 40%). Las características de bajo peso del aluminio han dado lugar a un amplio uso de este metal en la fabricación de los cables aislados y desnudos. En la siguiente tabla 2.2 se muestran en forma general las propiedades de los conductores de cobre suave y de aluminio 3/4 de duro.

Tabla 2. 2 Propiedades de algunos conductores

Características	Cobre suave	Aluminio ¾ duro
Grado de pureza, %	> 99,9	> 99,5
Resistividad a 20 °C, ohm-mm <sup>2</sup> /m	17,241 x 10 <sup>-3</sup>	28,264 x 10 <sup>-3</sup>
Coefficiente de variación de la resistividad eléctrica a 20 °C, por cada 20 °C	3,9 x 10 <sup>-3</sup>	4,03 x 10 <sup>-3</sup>
Densidad a 20 °C, g/cm <sup>3</sup>	8,89	2,70
Coefficiente de dilatación lineal a 20 °C, por cada 20 °C	17 x 10 <sup>-6</sup>	23 x 10 <sup>-6</sup>
Carga de ruptura, MPa	230 a 250	120 a 150
Alargamiento a la ruptura, %	20 a 40	4 a 1
Temperatura de fusión, °C	1 080	660

Fuente: (Condux, 2009)

2. Flexibilidad Acorde con los requerimientos de una instalación en particular, las normas de productos clasifican la flexibilidad de los conductores en clases de cableado, combinando diferentes diámetros de alambres y el número de éstos. Véase la figura 2.4



$$1\text{mm}^2 = 1,973525 \text{ kCM} \approx 2 \text{ kcmil}$$

En síntesis, el cobre como conductor eléctrico tiene varias razones técnicas que respaldan su uso como material para los conductores eléctricos, pero la principal es la confiabilidad probada que éste posee. Las razones de éxito que ha tenido el cobre se basan en su conductividad eléctrica y sus propiedades mecánicas, puesto que su capacidad de conducción de corriente lo convierte en el más eficiente conductor eléctrico, en términos económicos. Se puede asegurar que el cobre –debido a su mayor capacidad de corriente para un calibre dado, a igual espesor de aislamiento que los cables de aluminio– puede instalarse en tubos (conduit), ductos, charolas o canaletas de menor tamaño. Es decir, los conductores de cobre minimizan los requerimientos de espacio. Esto resulta útil si se toma en cuenta que un aumento en el diámetro de los tubos (conduit), ductos o canaletas, en conjunto con el espacio requerido por el alambrado, incrementa los costos de instalación al igual que todos los componentes que integran ésta (por ejemplo, las cajas de conexión, etc.).

El aluminio ha tenido éxito como conductor eléctrico en líneas de transmisión y distribución aéreas, pero no, así como conductor eléctrico para cables de baja tensión en aplicaciones de la industria de la construcción. El aluminio presenta problemas en las conexiones debido a sus propiedades físicas y químicas, ya que bajo condiciones de calor y presión este material se dilata y, por tanto, se afloja en las conexiones. Las terminales de equipos, aparatos, dispositivos, etc., son fabricadas con cobre, cobre estañado o aleaciones de cobre, los cuales en la tabla de electronegatividad tienen valores similares, en tanto el aluminio –al estar más alejado de ellos en esta tabla de electronegatividad– presenta problemas de corrosión galvánica. Como conclusión se puede decir que el cobre, además de ser mejor conductor que el aluminio, es mecánica y químicamente más resistente.

Lo anterior significa que soporta alargamientos (proceso de instalación de los cables dentro de la canalización), reducción de sección por presión (en los puntos de conexión cuando el tornillo opresor sujeta a los conductores), mellas y roturas (en el proceso mecánico de conexión). El óxido que se forma

en las conexiones donde el conductor de aluminio no tiene aislamiento es de tipo no conductor, ocasionando puntos calientes en ellas y un riesgo en la instalación eléctrica. (Condumex, 2009)

#### 2.2.4 El calibre o sección del conductor eléctrico

El tamaño de un conductor eléctrico debe seleccionarse adecuadamente cumpliendo con los requerimientos técnicos y normativos de nuestro país. En las siguientes tablas se muestran las secciones o calibres, diámetros de conductores y las resistencias eléctricas en corriente alterna y directa.

Tabla 2. 3 Secciones o calibres AWG

Área de la sección transversal nominal mm <sup>2</sup>	Calibre AWG-kcmil	Número de alambres		Diámetro de los alambres mm		Diámetro exterior nominal del cable mm		Masa kg/km
		Clase B	Clase C	Clase B	Clase C	Clase B	Clase C	
2,082	14	7	19	0,615	0,347	1,85	1,87	18,88
3,307	12	7	19	0,776	0,471	2,33	2,36	29,99
5,260	10	7	19	0,978	0,594	2,93	2,97	47,70
8,367	8	7	19	1,234	0,749	3,70	3,75	75,87
13,300	6	7	19	1,555	0,944	4,67	4,72	120,60
21,150	4	7	19	1,961	1,191	5,88	5,96	191,4
33,620	2	7	19	2,473	1,501	7,42	7,51	304,9
53,480	1/0	19	19	1,893	1,357	9,47	9,50	484,9
67,430	2/0	19	19	2,126	1,523	10,63	10,66	611,4
85,010	3/0	19	19	2,387	1,710	11,94	11,97	770,9
107,200	4/0	19	19	2,680	1,921	13,40	13,45	972,1
126,700	250	37	37	2,088	1,626	14,62	14,63	1 149
152,000	300	37	37	2,287	1,781	16,01	16,03	1 378
177,300	350	37	37	2,470	1,924	17,29	17,32	1 608
202,700	400	37	37	2,641	2,057	18,49	18,51	1 838
253,400	500	37	37	2,953	2,300	20,67	20,70	2 298
304,000	600	61	61	2,519	2,062	22,67	22,68	2 757
380,000	750	61	61	2,816	2,306	25,34	25,37	3 446
506,700	1 000	61	61	3,252	2,663	29,27	29,29	4 595

Nota: El calibre del conductor debe soportar por lo menos el 125 % del valor de la corriente de la protección del circuito de acuerdo a la Tabla 2.2.

Los conductores, que se utilicen en las instalaciones, deben estar sujetos a la



norma vigente NTE INEN 2345 en lo que se refiere a su tipo de aislamiento. Todo conductor que va instalado en cualquier tipo de ducto, cuyo calibre sea mayor a 10 AWG, debe ser cableado.

El circuito que va desde el tablero de distribución hasta la cocina eléctrica debe utilizar, como mínimo, conductor de cobre calibre 8 AWG por fase y 10 AWG para la tierra con aislamiento THHN (Thermoplastic High Heat Nylon, Nylon termoplástico alta temperatura), aislamiento en PVC retardante a la llama, resistente a la abrasión, al calor y la humedad y una chaqueta externa de poliamida (nylon).

### 2.2.5 Colores de conductores según norma NEC-INEN

Los cables tienen diferentes colores que sirven para identificarlos y en casos de expansión de la instalación o bien un mantenimiento se puede identificar de forma rápida y sencilla.

- Conductor de Fase: negro azul, rojo. Por este cable es por el que entra la corriente eléctrica.
- Conductor Neutro: Blanco. Este cable es por el que sale la corriente eléctrica en el circuito.
- Conductor de Protección o T.T (toma de tierra): verde-amarillo. Es el cable de toma de tierra y sirve para proteger la instalación y a las personas. Véase la figura 2.6.

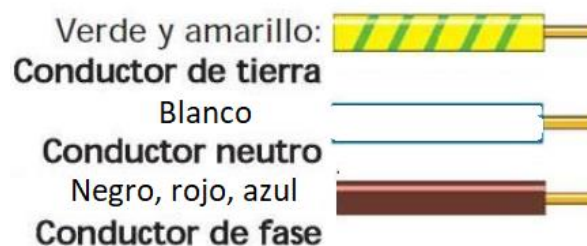


Figura 2. 6 Identificación por color de conductores eléctricos

Fuente: (Segura, 2010)

Dentro de cada tipo de cable, se puede también diferenciar por sección, es decir, por el tamaño del conductor. Dependiendo de la utilización de ese cable y de la cantidad de corriente que pasara por dicho conductor habría que elegir

una sección y otra. En una instalación domestica suelen montarse los cables unipolares o hilos de estas secciones:

- Cable de 1,5mm<sup>2</sup> para iluminación
- Cable de 2,5 mm<sup>2</sup> para tomas de uso general
- Cable de 2,5 mm<sup>2</sup> para el baño y el cuarto de cocina
- Cable de 4 mm<sup>2</sup> para lavadora, secadora, lavavajillas y termo eléctrico.
- Cable de 6 mm<sup>2</sup> para la cocina y horno, aire acondicionado y la calefacción eléctrica.

Todos los cables por normativa tienen que venir marcados en su cubierta, donde se encuentra información acerca del fabricante, normas que cumple, tensión, numero de hilos, sección y materiales que se han usado para su fabricación tanto del conductor, aislamiento y cubierta.

### **2.3. Canalizaciones Eléctricas**

Las canalizaciones eléctricas o simplemente tubos en instalaciones eléctricas, son los elementos que se encargan de contener los conductores eléctricos. La función de las canalizaciones eléctricas son proteger a los conductores, ya sea de daños mecánicos, químicos, altas temperatura y humedad; también, distribuirlo de forma uniforme, acomodando el cableado eléctrico en la instalación (Faradayos, 2014).

Las canalizaciones eléctricas se pueden instalar en forma empotrada y a la vista. Para la primera forma se utilizan tuberías metálicas livianas conocidas en el mercado como EMT (Electrical Metallic Tubing), o bien plástica recubierta siempre con concreto, mortero, o material de friso. En el caso de tuberías a la vista, por lo general se colocan en forma paralela o adosada a paredes y techos, ancladas a los mismos por medio de elementos de fijación tales como abrazaderas o estructuras de soporte, especialmente diseñadas para cada caso, como pie de amigo o similares. Por consiguiente, cualquier sistema de canalización será resistente y totalmente funcional si su instalación se realiza de manera profesional y con los materiales adecuados. Para esto último, hay que tener en cuenta aspectos como el nivel de humedad, las condiciones técnicas y mecánicas o la disposición que del sistema

(empotrado, subterráneo...). Todos estos puntos son fundamentales a la hora de garantizar la máxima eficiencia y durabilidad.

Las canalizaciones con EMT destacan por su facilidad de moldeado, lo que permite su adaptación a las distintas trayectorias que puede seguir el cableado en una instalación eléctrica, siendo utilizados tanto en el ámbito industrial como en el comercial. Otro aspecto a destacar de este tipo de canalización es que en la mayoría de los casos son sometidos a un proceso de galvanización para aumentar su duración y resistencia a la corrosión, por ello son aptos para instalación en superficie. A continuación, se describe características de elementos y accesorio para ductería EMT.

### **2.3.1. Cajetines, Cajas de Paso y Tapas**

Tanto los cajetines como las cajas de paso son intercalados o ubicados al final de un circuito eléctrico, con el objeto de realizar en ella derivaciones, empalmes de conductores eléctricos, o bien la conexión de los mismos a dispositivos de protección, maniobra, tales como interruptores para iluminación, tomas corrientes, interruptores termomagnéticos, entre otros. Véase la figura 2.7.

Los cajetines son pequeñas cajas metálicas o plásticas, de formas rectangulares, cuadradas, octogonales o redondas. Por lo general, poseen en forma troquelada orificios con tapas de fácil remoción, para la ubicación de tuberías que serán fijadas con tuercas tipo conector a las paredes del cajetín. También dispone el cajetín en su parte frontal, de dos trozos de lámina en forma de lengüeta, perforadas para facilitar el paso de tornillos que fijarán el puente sujetador del dispositivo interruptor de iluminación, tomacorriente, o bien una tapa ciega que cubra totalmente el cajetín.

Las dimensiones de cajetines más comunes, que se consiguen en el mercado de fabricación nacional son las siguientes:

- Rectangular: 5.086 x 10.172 x 3.81 cm (2- x 4" x 1 ½")
- Octagonal: 10.172 x 10.172 x 3.81 cm (4" x 4" x 1 I/T)
- Cuadrada: 12.7 15 x 12.715 x 5.086 cm (5" x 5" x 2")

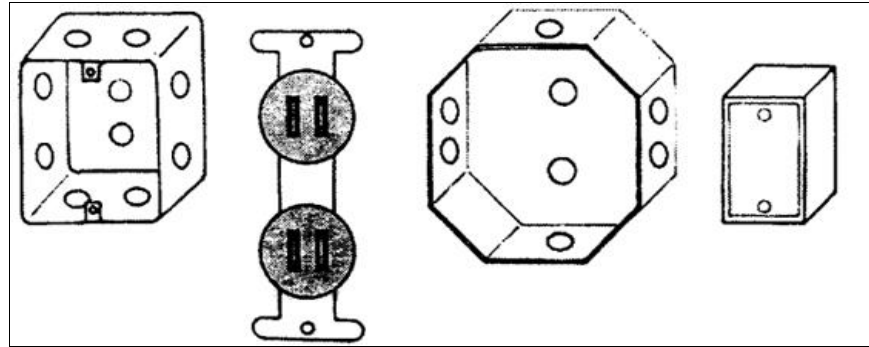


Figura 2. 7 Cajetines y cajas de empalme con tapas

Fuente. (Penissi, 2010)

Debe tomarse en cuenta que las dimensiones de los cajetines al igual que las cajas, dependen del número y diámetro de las tuberías que vayan a converger en los mismos, como se verá más adelante. Las tapas son diseñadas para cubrir o sellar la boca de cajetines o cajas de paso. Las formas de estas son elaboradas conforme a las necesidades, de acuerdo al espacio físico, el aspecto estético y el acabado de la instalación eléctrica. Las más comunes son: rectangulares, cuadradas y redondas, ya sean planas o ligeramente elípticas.

Las cajas de paso se fabrican con láminas de acero de diferentes espesores, según las normas establecidas en el Código Eléctrico Nacional respectivo. En esta última, se establece mediante una escala numérica, las características de robustez de cajas y gabinetes para ser utilizados en instalaciones eléctricas. El calibre de la lámina y el acabado de la caja se escogerá conforme al sitio de utilización, ya sea empotrado en paredes, o bien a la vista; en lugares interiores, exteriores, o según el nivel de corrosión del ambiente a ubicar; la humedad y el grado de peligrosidad contra explosión en áreas industriales, donde abundan gases volátiles, como en industrias petroquímicas, destilerías de petróleo, pinturas, etc. Existen otras cajas de tamaño, tipo escaparates, auto soportantes, diseñadas para ubicar dentro de las mismas, tableros, transformadores, equipos de protección, maniobra en alta y baja tensión, cuyo diseño se realiza conforme a los equipos que vayan a alojar.

Para escoger las dimensiones de las cajas de paso en edificaciones residenciales se utiliza el procedimiento siguiente:

### 2.3.1.1 Tramos rectos

El diámetro de una tubería se representa de ahora en adelante por la letra griega  $\varphi$ . En la figura 2.8 el lado **A** de la caja tiene la mayor dimensión para facilitar el halado del cable en el sentido de la disposición de la tubería.

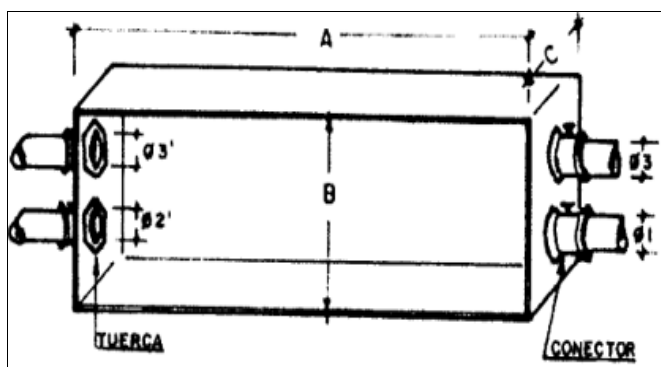


Figura 2. 8 Caja en tramo recto

Fuente. (Penissi, 2010)

Por consiguiente, se obtiene de la siguiente forma:

$$A = 8 \text{ veces diámetro máximo de las tuberías que llegan o salen de la caja}$$

Recomendable para calibre # 4 o mayores.

De la misma figura resulta:

$$A = (8) (\varphi 3) (2.543) \text{ cm}^*$$

La longitud de los lados B y C se obtienen de la forma siguiente:

Primeramente, se escogerá por simple inspección el lado donde se encuentren el mayor número de tuberías y de mayor diámetro. En el caso de la figura 2.2, es el lado izquierdo, luego se tiene:

$$B = \text{Sumatoria de los diámetros exteriores de las tuercas}$$

de los conectores correspondientes a cada tubería + 0,5" por número de tubos.

En el ejemplo de la figura 2.8 resulta:

$$B = (\varphi 3'' + \varphi 2'' + 2 \times 0,5'') \times 2,543 \text{ cm}^{*1*}$$

El lado C se obtiene de forma análoga según el número de tuberías que llegan o salen y de mayor diámetro, resultando para el ejemplo:

$$C = (\varphi 3'' + 1 \times 0,5'') \times 2,453 \text{ Cm}$$

En aquellos casos en que no se disponga de los diámetros exteriores de las tuercas de los conectores o se quiera hacer una estimación rápida de B y C se podrá emplear la expresión siguiente:  $B = [2 (\sum \phi_i) + 0,5'' \text{ N}^\circ \text{ de tubos}] 2,543$  cm. Posteriormente al cálculo de las dimensiones mínimas obtenidas de A, B y C se escogen las dimensiones definitivas que serán las que resulten iguales a las calculadas, o las inmediatas superiores que se encuentren en los tamaños normalizados o que estén en los catálogos del fabricante.

En la figura 2.9 se muestra algunos tipos de accesorios como cajas, de salida, acoples para tubos EMT



Figura 2. 9 Accesorios para tubos EMT

Fuente: (Educaria, 2016)

Como se conoce las tuberías juegan un papel importante en las canalizaciones eléctricas, ya que dentro de las mismas se alojan los conductores. Para el caso que la tubería se encuentre embutida en paredes, techos o piso, la más utilizada del tipo metálico es el tubo EMT. Esta tubería viene en dos versiones: pintadas con esmalte al horno o bien galvanizadas. La segunda es un poco más costosa por el proceso del tratamiento en el acabado, pero garantiza mayor durabilidad. También suelen utilizarse en algunos casos, el tubo EMT a la vista, según las necesidades de estética y el diámetro, pues, se recomienda su uso externo hasta 2". Cabe mencionar que son fáciles de doblar con el uso de herramientas adecuadas, lográndose curvas de 45°, 90° o bien dobleces en forma de S (tipo bayoneta) conforme a las necesidades.

## 2.4 Accesorios de fijación

Estos accesorios se utilizan para fijar la canalización EMT, así se tienen:

- Terminales tubería EMT: su función es unir tuberías EMT a una caja de paso o tablero.
- Uniones tubería EMT: su función es unir dos extremos de tuberías EMT.
- Prensa Cables (Prensaestopas): funcionan para acometidas en cajas de comandos, cajas de distribución, salida en conduletas, botoneras, entradas a artefactos de iluminación, tableros, motores, etc., también funcionan como sellado impermeable y resistente a la intemperie. los materiales de fabricación son plástico, cobre y latón niquelado.

En el caso de tubos con diámetros mayores de 1" se recomienda utilizar curvas pre moldeadas de 45° o 90° para mayor rapidez en el montaje de la canalización. Véase la figura 2.10

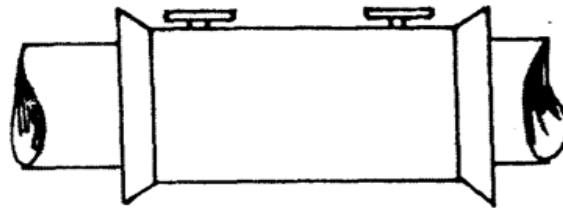


Figura 2. 10 Empalme en tubería EMT, utilizando anillo

Fuente. (Penissi, 2010)

La forma de conexión de un tubo se realiza utilizando anillos con diámetro mayor que el exterior de la tubería y que se ajustan con dos tornillos. El mismo procedimiento de conexión se utiliza entre tubos o tubos y curvas. A fin de fijar la tubería a la llegada de una caja de paso o cajetín, se utilizan conectores que en un extremo poseen la terminación de un anillo y en el otro extremo rosca para fijar la tuerca que sujeta el conector contra la pared de la caja. Véase la figura 2.11

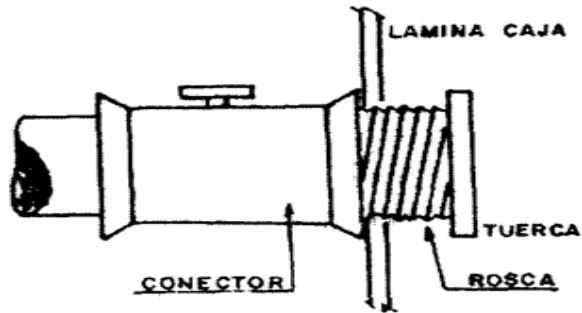


Figura 2. 11 Fijación de tubería a caja metálica

Fuente. (Penissi, 2010)

Las tuberías "Conduit" metálicas de acero galvanizado tipo liviano o pesado se conectan unas con otras, mediante roscas y anillos roscados. Se dispone de conexiones en forma de T o codos de 45° o 90° con o sin boca de inspección para facilitar el cableado o remoción del mismo. El uso de este tipo es para áreas industriales a la vista adosadas a estructuras, paredes o techos. Otro tipo de accesorios que se utilizan para este tipo de tubería conduit es las "conduletas" que se colocan en vez de cajas de paso. Se emplean para realizar conexiones y derivaciones conforme a las necesidades del lugar. Actualmente se fabrican en el país con aluminio fundido. Véase la figura 2.12.



Figura 2. 12 Conduletas EMT

(Educaria, 2016)

En el tope de los tubos conduit se suelen colocar unos cabezotes protectores roscados que impiden la entrada de agua en la canalización y dejan pasar por unos orificios los conductores eléctricos. Se dispone en el mercado de tubos



de tres y seis metros, siendo más comúnmente utilizado el primero en instalaciones interiores y el segundo, en exteriores.

Cuando se trata de una tubería eléctrica conduit se toma en cuenta, que cada uno de ellos se ha diseñado especialmente para cumplir con ciertos requerimientos del ambiente en el que serán instaladas. Por ejemplo, el tubo conduit rígido están diseñados, por lo general, de aluminio o de acero galvanizado. Estos no tienen ningún problema con ser usados en aquellas instalaciones que cumplen con ser semi-visibles o estar del todo a la vista. De tal manera podrán proteger el cableado de cualquier situación climática que esté ocurriendo. Véase la figura 2.13



Figura 2. 13. Tubería Conduit

Fuente: (Energiza, 2016)

## 2.5 Tubos Plásticos

Son tubos fabricados en materiales como los termoplásticos, como el policloruro de vinilo (PVC) o el polietileno. Se pueden emplear en canalizaciones empotradas en concreto. Asimismo, se usan en redes subterráneas para canalizaciones eléctricas o telefónicas. El empalme de un tubo con otro, el cual trae espiga y campana, se hace utilizando una pega vinílica que sella para siempre la unión. En caso de cortar el tubo, es fácil realizar la nueva curva calentando el tubo y mediante el uso de un mandril se ensancha el diámetro y se conecta con el otro tubo de la forma antes señalada. El tubo plástico viene en largo de 3 y 6 metros con diámetro por lo general de 10, 20, 30, 40 y 50 o 60 milímetros.

El principal motivo por el cual muchas personas acuden a su uso es porque les proporciona mucha resistencia y rigidez para sus instalaciones eléctricas, ya que estos no tienen ningún tipo de problema al estar expuestos en ambientes húmedos y son muy buenos para soportar algunos tipos de químicos que pudiesen caer accidentalmente en ellos.

Es común encontrarlos en aquellos sistemas eléctricos que son empotrados, ya sea que esta característica se cumpla en los techos, las paredes, bajo el concreto y otros tipos de suelo. En la figura 2.14 se muestran algunos tipos de tubos plásticos.



Figura 2. 14 Tubos plásticos

Fuente: (Area Tecnología, 2016)

Para consideraciones de uso de tubos como canalización eléctrica se tomará en cuenta el uso de un 60% de ocupación dentro del tubo. Esto para evitar calentamiento de conductores cuando están conectados a una carga eléctrica.

## 2.6 Tomacorrientes

Los tomacorrientes son dispositivos eléctricos que funcionan como un punto de conexión para alimentar los equipos eléctricos, tales como electrodomésticos, equipos portátiles e industriales. Los tomacorrientes por sí solos no consumen ninguna energía; estos solo funcionan como un enlace entre la fuente de alimentación de energía eléctrica y los equipos.

Los tomacorrientes no consumen ninguna energía, este solo enlaza la fuente de alimentación a los equipos que se vayan a alimentar de una fuente de energía eléctrica. La National Electrical Manufacturers Association (NEMA) es una asociación que se ha encargado de normalizar el diseño que se debe utilizar para los tomacorrientes y otros dispositivos eléctricos en gran parte del continente americano. (Faradayos, 2015).

Dependiendo el tipo de alimentación que necesite el equipo, existe un diseño específico del tomacorriente. En la figura 2.15 se muestra un tomacorriente doble polarizado para 120 V corriente alterna y sus partes principales.

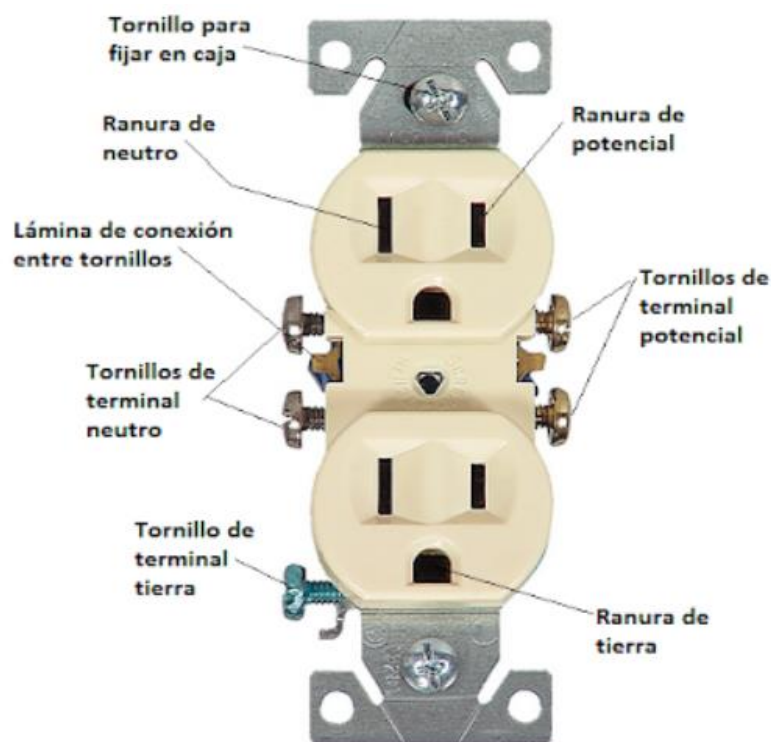


Figura 2. 15. Partes de un tomacorriente polarizado 120 VCA.

Fuente: (Faradayos, 2015)

Las características que definen a un tomacorriente son las siguientes:

1. Tensión máxima: es el voltaje máximo al cual debe someterse el tomacorriente. Los niveles de tensión máximos se encuentran de 120V, 240V, 480V y hasta 600V.
2. Corriente máxima: es la corriente máxima que puede soportar el tomacorriente sin que este se sobrecaliente y se estropee. Los amperajes normalizados son de 15A, 20A, 30A, 50A y 60A.

3. Número de polos: este determina la cantidad de salidas que posee el tomacorriente para alimentar la carga (fase o potencial y neutro). Este número de polos no incluye la salida de tierra, esta es adicional. Por ejemplo, un tomacorriente puede tener 2 polos y una tierra (a este llegan 3 cables en total).

Existen una gran cantidad de tomacorrientes con diferentes características y diseños, esto varía según la aplicación a la que se vaya a utilizar. En este artículo se verán los más comunes que se pueden ver en una instalación sin tener que abordarlo todos. Estos tomacorrientes son utilizados típicamente en las instalaciones eléctricas residenciales. A este llegan tres cables: potencial, neutro y tierra. El voltaje entre el potencial y neutro es de 120V (puede ser menos), entre potencial y tierra es de 120V, y entre neutro y tierra es de 0V. Claro está que los voltajes son para un sistema ideal, estos valores pueden variar según la condición de equilibrio de las fases y la calidad de la puesta a tierra.

En la figura 2.16 se muestra la identificación de fase, neutro y tierra con colores normalizados

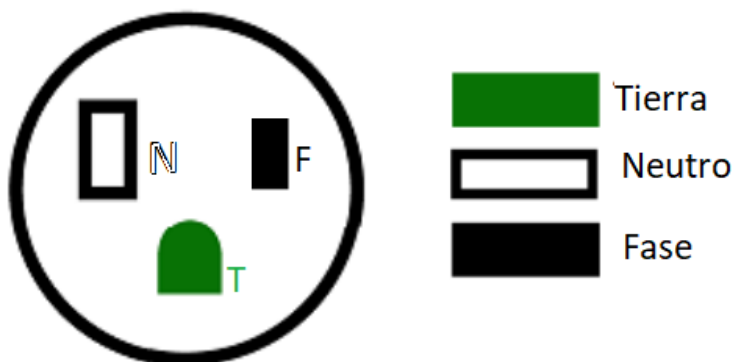


Figura 2. 16 Identificación de conductores según colores para tomacorriente 120 VCA  
Fuente: autor

En una instalación eléctrica residencial también se utilizan tomacorrientes de 240 VCA. Para este tipo de tomacorrientes, desaparece el cable neutro. Utilizándose un solo nivel de tensión, 240V. A este llegan tres cables: 2 potenciales y tierra. Entre potencial y potencial hay un voltaje de 240V (puede ser menos), y entre potencial y tierra es de 120V. Este tomacorriente se utiliza generalmente para alimentar aires acondicionados o unidades tipo Split.



Figura 2. 17 Dos tipos de tomacorrientes dobles de 240 VCA

Fuente: (Faradayos, 2015)

En alimentación 240 VCA se necesita dos líneas vivas o fase más una de tierra, Véase en la figura 2.18

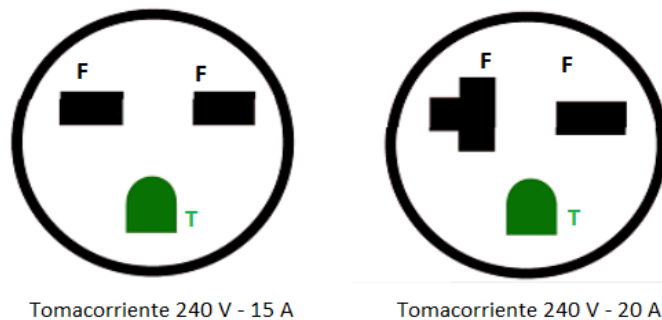


Figura 2. 18 Identificación de tomacorrientes 240 VCA

Fuente: autor

Asimismo, el tomacorriente de uso general se coloca en cajetines de 5.086 x 10.172 mm (2" x 4"). Constan de un taco, el cual es soportado por una lámina sujetadora denominada puente, que se fija a los tornillos del cajetín. En el taco de plástico, o bakelita, se conectan los conductores que alimentan al tomacorriente y son fijados por medio de tornillos dispuestos para tal fin. Los tomacorrientes son sencillos, dobles o triples según sea el número de tacos que existan en el cajetín. Por lo general, se montan a 0.40 mts. del piso acabado y, por requerimientos especiales, a 1,10 mts., como es el caso de la mesada de cocina o a 1.80 mts. del piso para calentadores, ventiladores, etc. La tensión de alimentación para los de uso general es de 120V, para una

corriente máxima de 15 amperios. Tomas especiales que son alimentadas por circuitos exclusivos que vienen directamente del tablero de sector, suelen tener mayor capacidad de corriente, hasta 30 amperios o más, según las necesidades. Cuando la toma especial requiera tensión de 220V, los hay especiales para 15 amperios, 30 amperios o más. La mayoría de los tomacorrientes poseen conexión de tierra, en caso contrario, habrá que implementarla a fin de proteger a las personas de posibles descargas por falla a tierra.

En la figura 2.19 se puede apreciar el circuito C1, que es parte del tablero y alimenta 5 tomacorrientes de uso general.

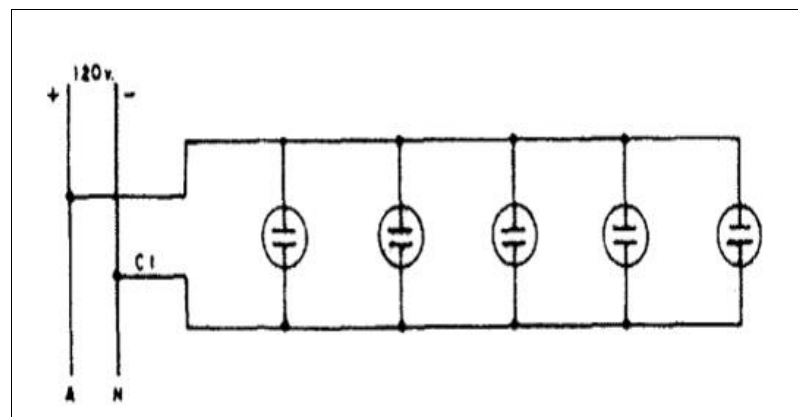


Figura 2. 19 Circuito C<sub>1</sub> de toma de corriente de uso general

Fuente. El autor

### 2.6.1 Tomacorrientes especiales

Tomacorrientes G.F.C.I o GFI (Ground Fault Circuit interrupter, Interruptor de circuito por falla a tierra) cumple las funciones de un tomacorriente convencional, pero adicionalmente cuenta con un circuito electrónico que se activa cuando detecta diferencias de corriente entre línea y neutro o fallas a tierra, deteniendo el flujo de energía eléctrica para evitar daño a las personas o equipos. Se ven similares a un tomacorriente normal, pero es fácil identificarlos pues cuentan con un botón de prueba y restablecimiento (conocido como Reset) y a veces una luz indicadora.

Este tipo especial de tomacorriente se lo instala en cocinas, baños y otras áreas expuestas y húmedas de una casa para proteger a las personas de los choques graves de electricidad que pueden al unirse la corriente y el agua. Se

puede identificar por los botones de reinicio y prueba situados en su cara. Un tomacorriente G.F.C.I de 120 V, toma el lugar de un tomacorriente estándar y monitorea la corriente eléctrica. En la figura 2.20 se muestra una conexión del centro de carga o panel de distribución con un tomacorriente GFCI y tres de tipo convencional.

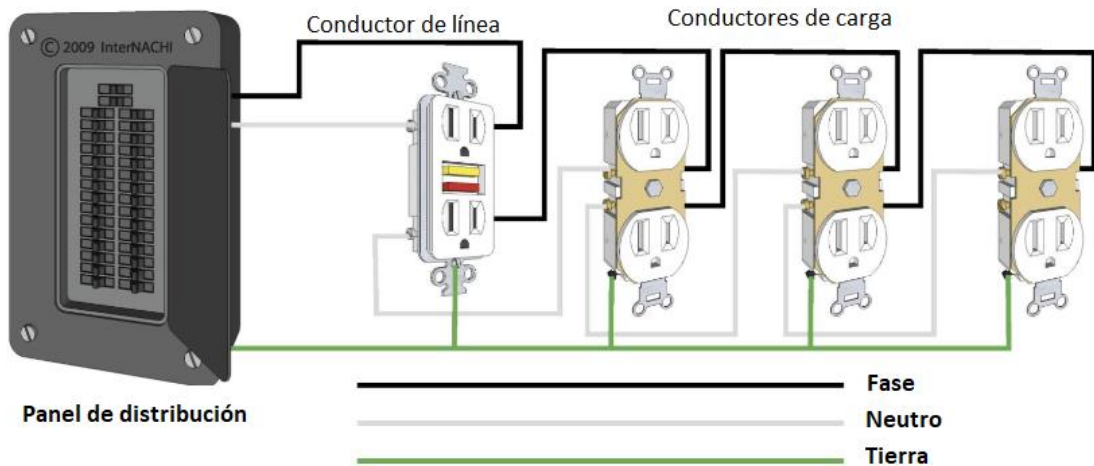


Figura 2. 20 Conexión del centro de carga con tomacorriente convencionales y un GFCI

Fuente: (Alor, 2019)

Véase en figuras 2,21 y 2.22 las partes características tanto en vista frontal y posterior de un tomacorriente GFCI.

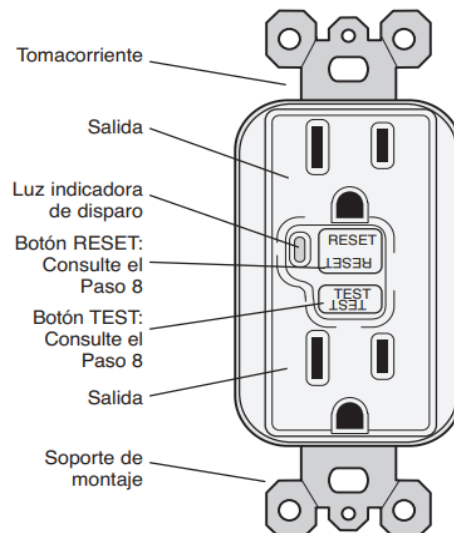


Figura 2. 21 Vista frontal y partes de un tomacorriente GFCI

Fuente: (Legrand, 2016)

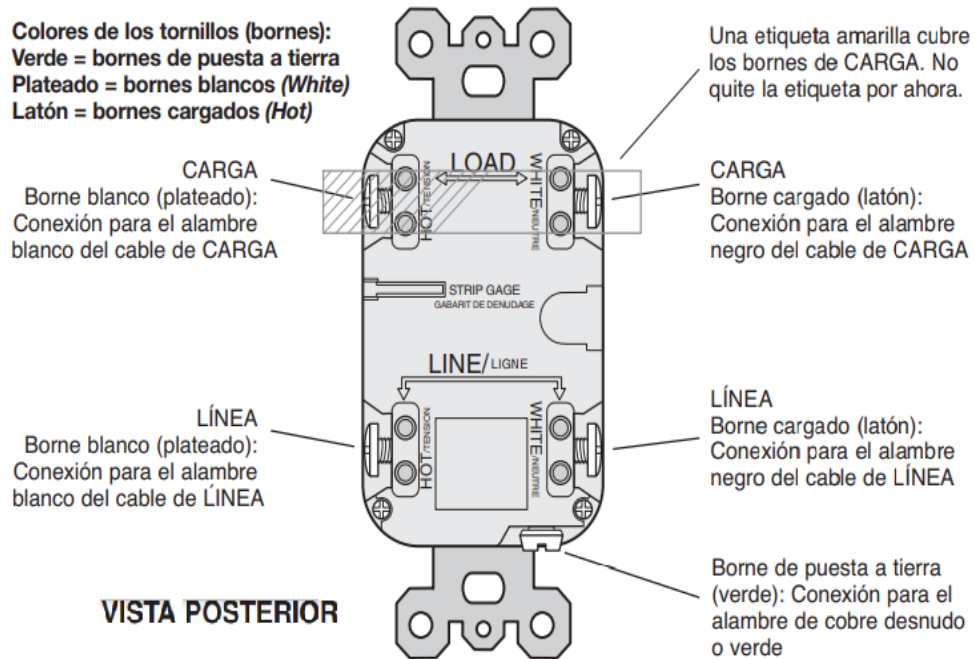


Figura 2. 22 Vista posterior de un tomacorriente GFCI

Fuente: (Legrand, 2016)

Sin embargo, este tipo de tomacorriente protege el hogar contra las peligrosas fallas a tierra y deben instalarse en el exterior, en baños, sótanos y áreas húmedas de la cocina. Los tomacorrientes GFCI también controlan el nivel de corriente que fluye a través de los conductores neutro y caliente, determinando así si hay una fuga de corriente en el circuito.

Cabe mencionar, además que estos tomacorrientes son de uso general, pero en cuanto a su constitución son diferentes, pues han sido fabricados a prueba de agua y polvo, y su costo es hasta tres veces más elevado que el convencional. Otro tomacorriente de constitución diferente es el tipo intemperie, el cual también desde el punto de vista de la carga, puede ser de uso general, pero desde el punto de vista físico difiere del convencional ya que posee empaadura de goma, que impide la entrada de agua al cajetín. Además, la tapa que cubre el cajetín es de tipo galvanizado y posee una sobre tapa con bisagra, también galvanizada que cubre los contactos de la toma eléctrica. Suelen colocarse en garajes abiertos, patios y por lo general a la intemperie, o donde exista probabilidad de contacto con agua o lluvia.

Algunos de los beneficios más destacados de instalar un tomacorriente GFCI, son:



- Detectan las diferencias entre la corriente en la línea, el neutro y las fallas a tierra.
- Son el mejor tomacorriente para aquellas superficies que están cerca del agua.
- Evita las descargas y electrocuciones.
- Previenen los daños a los electrodomésticos

Existen otros tipos de tomacorrientes especiales por su constitución física, son los modelos contra explosión, los que se instalan en áreas restringidas, donde puede haber gases volátiles o productos químicos inflamables. Es obligatoria su utilización en hospitales, áreas de quirófanos, sala de cuidados intensivos y en general donde se trabaje con gases anestésicos.

Aunque su nombre sugiere que su uso es exclusivo para instalaciones del área de la salud, se los encuentran en instalaciones residenciales y comerciales e industriales. Los tomacorrientes que alimenten áreas de pacientes generales o críticos, deben diseñarse para alimentar el máximo número de equipos que necesiten operar simultáneamente y deben derivarse desde al menos dos fuentes de energía diferentes o desde la fuente de energía de suplencia (planta de emergencia), mediante dos transferencias automáticas. Véase la figura 2.23.



Figura 2. 23 Tomacorrientes grado hospital

Fuente: (Laumayer, 2021)

En áreas de pacientes generales debe instalarse un mínimo de cuatro tomacorrientes y en áreas de pacientes críticos un mínimo de seis tomacorrientes, todos conectados a tierra mediante un conductor de cobre

aislado. Desde el punto de vista eléctrico son iguales a los convencionales, pero en cuanto a sus componentes no, dado que son completamente herméticos. Estos tipos de tomacorriente están probados de forma que garanticen:

- Aplicaciones de alta exigencia (High Abuse).
- Soporte a gran número de conexiones y desconexiones.
- Una conexión firme.
- Resistencia a impactos.

Posee una caja especial donde se pueden extinguir en él, las posibles chispas que eventualmente suelen saltar al conectar o desconectar un equipo portátil, produciéndose un arco eléctrico. Existen no solamente tomas de corriente contra explosión, sino también interruptores para iluminación, fuerza, luminarias, tableros y una familia completa de equipos especiales para operar en este tipo de áreas restringidas.

Otro tipo de tomacorriente no convencional, es el tipo barra o también llamado de multisalidas, formado por dos láminas de cobre conectadas a una toma convencional debidamente aisladas y fijadas en bancos de trabajo, permitiendo la conexión de equipos en cualquier sitio a lo largo de la barra. También existe otro tipo que consiste en dos conductores que poseen unos tacos de plástico para conectar la carga, espaciados 30 cm, fijados en perfil metálico tipo canal y en su interior van los conductores eléctricos que los alimentan. Suele utilizarse este tipo de tomas en cocinas donde exista poco espacio, en pequeños talleres, en bancos de trabajo o en laboratorios de tipo didáctico o de investigación.

### **2.6.2 Tomas para iluminación**

Por lo general, las tomas para iluminación se ubican en el techo y en algunos casos en pared, para la colocación de apliques. Se utilizan cajetines octogonales de 10,172 x 10,172 cm (4" x 4"). Los conductores parten del tablero, van a cada cajetín de techo, de allí va el activo a un cajetín ubicado en la pared, donde está situado el interruptor que conecta la luminaria, regresando el conductor al punto de techo donde se alimenta el equipo

conjuntamente con el neutro, tal como se muestra en la Figura 2.24 para el circuito número C<sub>2</sub>.

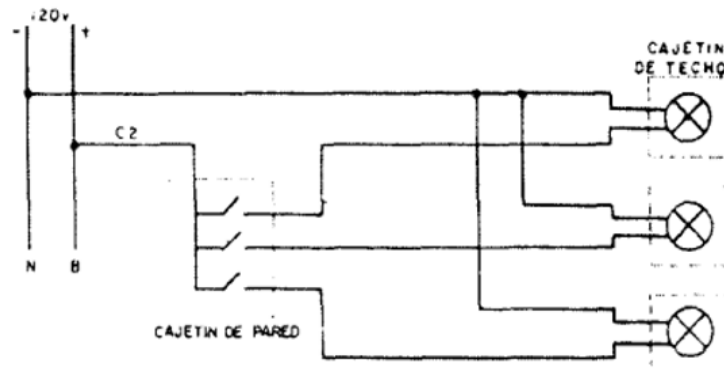


Figura 2. 24 Tres puntos de iluminación de techo  
Fuente. (Penissi, 2010)

## 2.7 Interruptores

Un interruptor cumple la función de cortar y dar paso a la energía en los circuitos eléctricos. Los más comunes son los interruptores que van empotrados y los que son visibles. Está formado por dos contactos móviles de palanca a presión o bien botones. Hay para interior, exterior o contra explosión. Todo interruptor es sencillo en el caso de interrumpir una o más luminarias a la vez; doble, cuando en el mismo cajetín haya dos interruptores, o triple en el caso de tres. Véase la figura 2.25

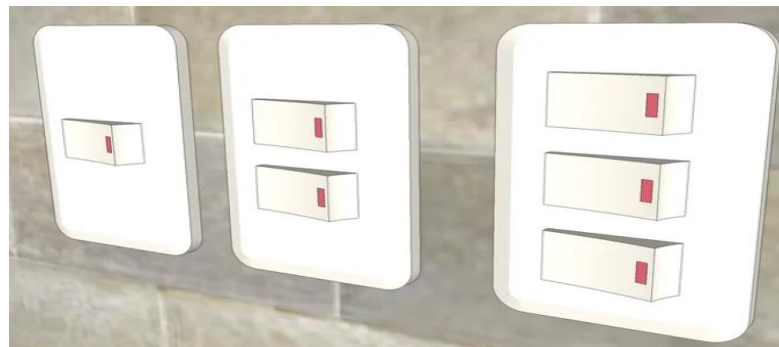


Figura 2. 25 Interruptores; simple, doble y triple  
Fuente: (3D Warehouse, 2019)

Para operar el sistema de iluminación interior de una vivienda en escaleras o en habitaciones que deseen tener dos puntos ubicados a extremos opuestos, se opta por instalar interruptores simples conmutados. Se diferencian de los

interruptores comunes porque tienen tres bornes de conexión. Véase la figura 2.26

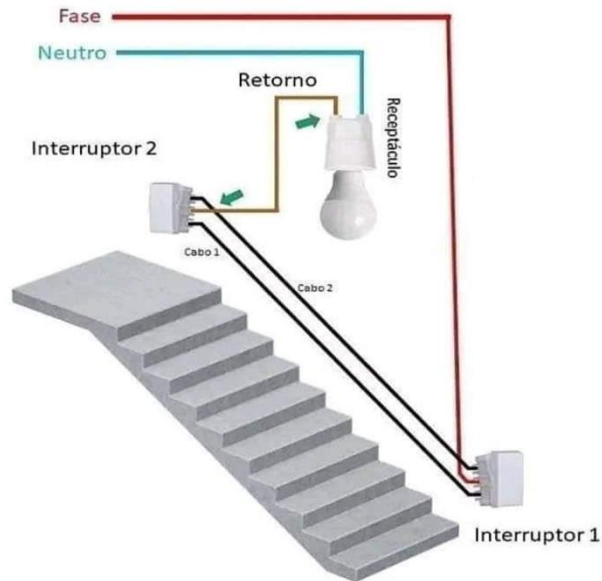


Figura 2. 26 Circuito con interruptores conmutados

Fuente: (Electrotec, 2019)

Haciendo uso de interruptores especiales de 3 vías ( $S_1$ ), tres contactos, se puede lograr encender o apagar una misma luminaria o grupo de ellas desde dos sitios diferentes. En el caso de utilizar la combinación de dos interruptores de 3 vías y no de cuatro vías ( $S_4$ ), se logra operar una luminaria o grupo de ellas encendiéndolas o apagándolas desde tres puntos diferentes, tal como lo muestra la Figura 2,27.

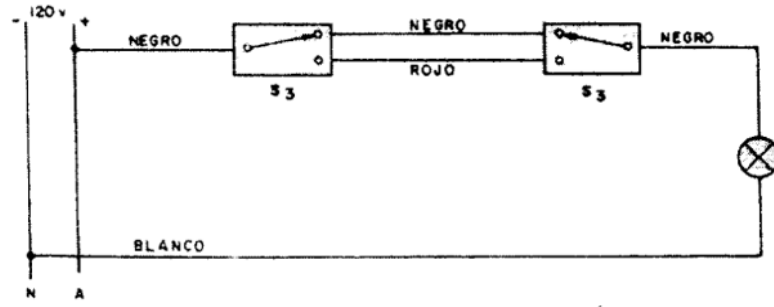


Figura 2. 27 Control de una luminaria desde dos sitios diferentes. Conexión 3 vías.

Fuente. (Penissi, 2010)

El de tres vías se utiliza comúnmente en una vivienda para encender o apagar una luminaria, ubicada en el descanso de una escalera, desde la planta baja o bien desde la planta alta. El de la combinación dos de 3 vías y uno de cuatro

vías se emplea en una vivienda cuando se quiere operar una luminaria ubicada fuera de la casa desde la habitación principal, desde la cocina o bien desde el recibo, a la entrada de la casa. (Segura, 2010). Véase la figura 2.28.

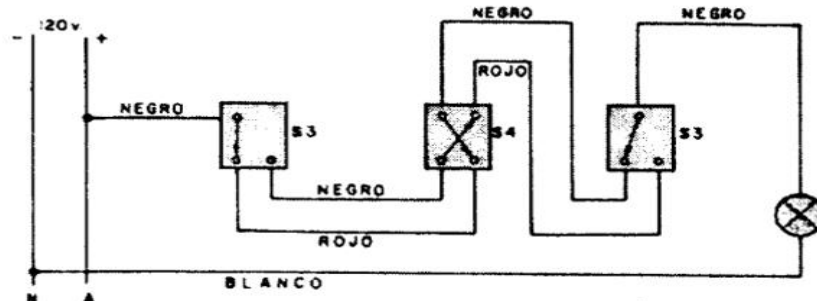


Figura 2. 28. Control de luminarias desde tres sitios diferentes.

Fuente. (Penissi, 2010)

Los cajetines para interruptores o switch, por lo general se colocan a 1.20 m del piso, en casos especiales a 0.80 metros.

Otro tipo de interruptor es el tipo "Dimmer", el cual se utiliza en ciertos ambientes de una residencia, en cines, teatros, restaurantes, salas de reuniones, etc. Este interruptor logra regular mediante su operación, el flujo luminoso emitido por una luminaria, por medio de la variación de la tensión. En épocas anteriores se utilizaba un "Dimmer" consistente en un rest en forma circular, ubicado en un cajetín normal con tapa y botón especial giratorio que partiendo desde apagado aumentaba la brillantez de la luminaria hasta su encendido normal. Véase figura 2.29

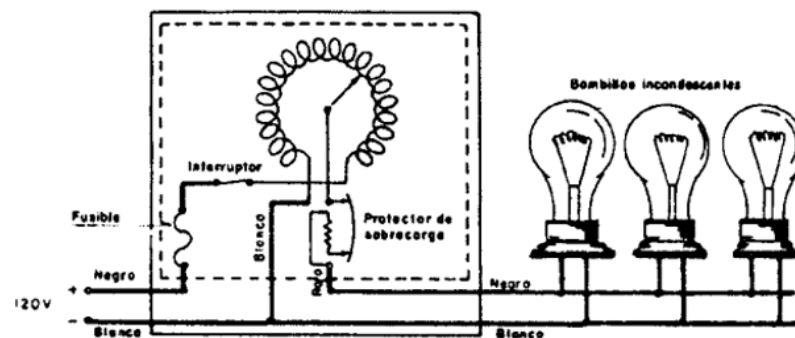


Figura 2. 29. Dimmer, controlado por autotransformador

Fuente. (Penissi, 2010)

Un modelo de "dimmer" que se utiliza en grandes instalaciones preferentemente en hoteles, restaurantes, teatros, etc., es el consistente de

un autotransformador, el cual cambia la intensidad de la luz variando el voltaje aplicado a la luminaria. El autotransformador tiene contactos móviles consistentes en unas escobillas deslizándose sobre el devanado, variando el número de espiras y partiendo desde apagado hasta completamente encendido a voltaje nominal. Viene para 120V, 60 Hz en diferentes capacidades en vatios. Existen ciertos inconvenientes que crea este auto transformador, ocasionando variaciones de voltaje en el resto de la instalación. Si se emplea en una casa, provocará perturbaciones en las pantallas de televisión, en equipos de sonidos, computadoras personales y en otros equipos. Además, cualquier sobrecarga en el sistema puede provocar el disparo de la protección fusible de sobrecarga que viene incorporada a la unidad. Por tanto, se preferirá su aplicación en grandes instalaciones, pero no en una residencia.

El dimmer electrónico de estado sólido, se utiliza comúnmente en viviendas residenciales para variar la intensidad de la luz incandescente; pues, es más compacto que el de tipo autotransformador, viene para 120V, 60Hz, 600W y cabe en un cajetín normal de 5.08 x 10.1 cm (2 x 4"). Hay también para interruptores de tres vías ( $S_3$ ). El botón de control de la luz gira desde apagado hasta lograr el 100 % de la iluminación completamente encendido. Además, en el mercado existen dimmer con pulsador el cual tendrá tiempo en segundos para alcanzar niveles de luminosidad.

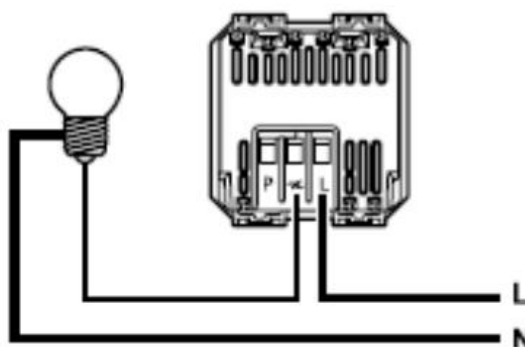


Figura 2. 30 Luminaria controlada por dimmer control desde un punto  
Fuente. (BTicino, 2018)

En la figura 2.31 se muestra la conexión de un dimmer para dos lámpara con dos pulsadores de la marca Bticino con control de dos puntos diferentes.

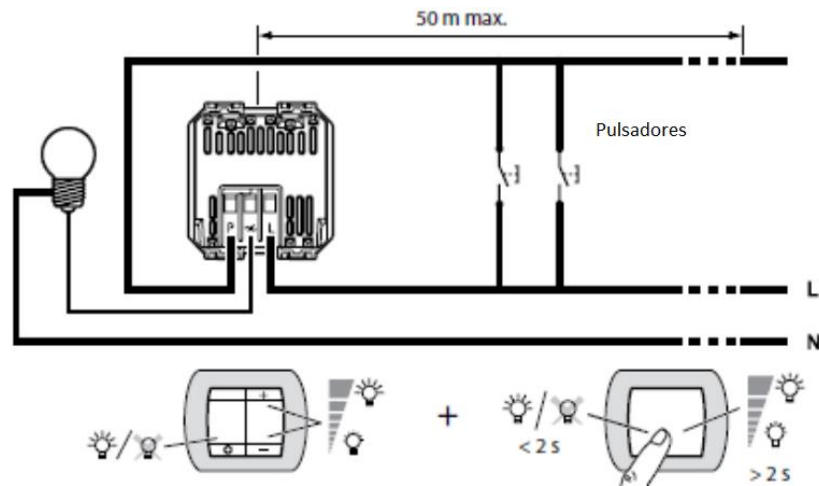


Figura 2. 31 Luminaria controlada por dimmer desde dos puntos diferente

Fuente. (BTicino, 2018)

Para ciertos casos se emplea un "interruptor horario", el cual consiste en un reloj graduable como un despertador eléctrico, el cual conecta y desconecta el circuito de iluminación deseado, conforme al horario establecido. Se utiliza este tipo, en edificios para iluminar pasillos, escaleras, áreas libres, estacionamientos, entre otros.

Otro modelo de interruptor especial es el alumbrado público y en donde se requiera un interruptor automatizado que encienda solamente cuando el nivel de iluminación producido por la luz natural del sol baje de cierto valor, para lo cual ya el equipo viene graduado según especificación del fabricante.

Este control de alumbrado está compuesto de una célula fotoeléctrica que se ubica en la parte superior de una caja metálica tipo intemperie, en su interior existe un rolé que conecta y desconecta el circuito de iluminación acompañado de un interruptor termomagnético para protección del equipo, del circuito y de las luminarias. Cada control viene diseñado para las condiciones de funcionamiento deseado tal como 120V-25 Amp, 220V-30 Amp, 60 Amp, etc. Además, se puede utilizar una célula fotoeléctrica, solamente en aquellos casos en que el número de luminarias no sobrepase la capacidad en amperios de la especificación correspondiente a dicha célula convencional.

## 2.8 Puesta a Tierra

Se denomina puesta a tierra a la conexión física que se realiza entre las partes no conductoras de un equipo eléctrico y tierra. Esto se realiza con el fin de limitar la tensión en las partes metálicas de los equipos, para evitar que alcance valores peligrosos para la vida de un ser humano. En caso de falla del aislamiento de un equipo, el hecho de conectarlo a tierra, crea un camino de baja impedancia para el drenaje de la corriente. Las tierras físicas tienen una importancia vital para proteger el equipo eléctrico y electrónico y. En sí, una tierra física es todo un conjunto de elementos necesarios para una adecuada instalación. La tierra física protegerá a todo el equipo conectado a un tomacorriente. Según el manual NEC Instalaciones Electricas (2018) indica que, los sistemas y conductores de circuitos eléctricos son puestos a tierra para evitar que personas al entrar en contacto con los circuitos y equipos eléctricos queden sometidos a diferencias de potencial que superen los umbrales de soportabilidad del ser humano cuando se presente una falla.

Los objetivos del sistema de puesta a tierra son:

- a) Garantizar la seguridad de las personas,
- b) Proteger las instalaciones,
- c) Generar un circuito de falla que permita la apertura de los dispositivos de interrupción y evitar interferencias electromagnéticas de equipos electrónicos. Véase la figura 2.32.



Figura 2. 32 Puesta a tierra en vivienda

Fuente: (Ingeniería Real, 2015)



Asimismo, al aterrar un equipo impide que se acumulen cargas electrostáticas en el equipo que eventualmente podría provocar una explosión en ambientes de ciertas zonas de área explosiva. Cuando se trata de un circuito eléctrico normal, la corriente se desplaza (entra) por el conductor de la fase hasta un receptor eléctrico, por ejemplo, una lámpara, y regresa por otro cable llamado neutro. Los mismos amperios que entran salen, no hay pérdidas por fuga de corriente. Si durante el recorrido, el conductor se encuentra dañado en su aislamiento (por ejemplo, un cable pelado) y contacta con la carcasa metálica de un aparato. Por ejemplo, de un microondas o una lavadora, la corriente del cable puede desviarse por la carcasa o lo que es lo mismo, la carcasa pasa a estar bajo tensión.

Si alguien la toca, ofrece a la corriente el camino más corto y con menos resistencia para desviarse, produciéndose una descarga a través de la persona. Estos tipos de contactos de cables pelados en mal estado que derivan corriente a partes metálicas, como una carcasa del microondas, se llaman contactos indirectos, pasa corriente por donde no debería de pasar. Véase en la figura 2.33 el escenario sin puesta a tierra y con puesta a tierra.



Figura 2. 33 Puesta a tierra

Fuente: ( Area Tecnología, 2017)

El conjunto de partes metálicas de un aparato eléctrico que en condiciones normales están aisladas de las partes activas (con corriente o tensión), se

llaman "masa". A nivel residencial es obligatorio conectar a tierra todos los equipos de electrodomésticos no portátiles tales como: refrigerador, congelador de alimentos aparatos de aire acondicionado, lavadora de ropa, secadora de ropa, lavaplatos, bombas, equipos de acuario, tableros, caja de medición, etc. En las residencias que poseen canalizaciones con tubería metálica se favorece el aterramiento en ellas de cajetines y equipos, aunque lo ideal es conectar todos los dispositivos, tomacorrientes de uso general y especial, a un cable de tierra que irá a conectarse en el tablero y este con el cable de puesta a tierra del sistema interno de la vivienda.

### 2.8.1 Conductor de puesta a tierra

Los conductores de toma de tierra en el interior de una vivienda o local es un cable (verde-amarillo) que une directamente las partes metálicas de los aparatos a la tierra (al terreno). En caso de fuga de corriente o almacenamiento de carga estática, la corriente saldrá por el cable de toma de tierra directamente al terreno nada más que se produzca esa corriente de fuga o estática. Véase figura 2.34.



Figura 2. 34 conductor eléctrico y electrodo

Fuente: (Elvatron, 2019)

Por lo común se instala una barra Copperweld de 5/8" x 2.44 m., enterrada en donde haya cierta humedad en el terreno. Estas se ubican en áreas tales como jardines de la vivienda o en taquillas de acometida a la residencia y conectar, mediante alambre de cobre desnudo N° 4 o 6 al sistema de tierra.

No obstante, todo conductor de puesta a tierra debe estar sólidamente conectado a las barras, equipos, o punto de aterramiento, utilizando conectores con tornillos o de compresión, a fin de no crear resistencias de contactos artificiales que dificulten el drenaje de la corriente, en caso de falla en los equipos. En ciertos casos se utiliza conexiones soldadas, utilizando soldadura en caliente tipo "Cadweld" o similar.

También es obligatorio el aterramiento en cuadro de medidores, centros de control de motores, tableros de distribución, bancos de transformación, estructuras de soporte de equipos eléctricos, etc. En la medida que aumenta la potencia de los equipos y la tensión de trabajo, los sistemas de tierra irán creciendo en complejidad, formando mallas de tierra.

### **2.8.2 Verificación de puesta tierra**

Actualmente el uso de los equipos de medición y verificación del sistema de puesta a tierra es algo muy sencillo y orientado a todos los actores en el ámbito eléctrico (desde estudiantes, técnicos, ingenieros y profesionales especializados). A pesar de que en la industria se crean rigurosos procedimientos para el mantenimiento de sus instalaciones, no suele existir una formación adecuada del encargado de revisión y verificación de las instalaciones. O bien no se realizan mantenimientos respectivos. Puede que se considere erróneamente por algunas personas el sistema de puesta a tierra como "invulnerable" a daños por pensar que al estar enterrado no debería cambiar sus características, pero, por el contrario, este es más propenso a perder sus condiciones de operación iniciales producto de diversos factores como lo son:

- La humedad,
- Corrosión,
- Reacciones químicas producto de los diferentes estratos de los que se compone la tierra donde se encuentran enterrados los electrodos,
- Condiciones ambientales adversas (lluvias, sequías),
- Cambios en el terreno (construcciones, drenajes),
- Cambios mecánicos (se aflojan las conexiones entre el conductor de

puesta a tierra y los electrodos, el conector de puesta a tierra pierde sus propiedades de dar agarre adecuado creando puntos flojos).

Todos estos factores resultan en deterioro constante del sistema, lo que equivale a una condición insegura de operación.

### **2.8.2.1 Deterioro de puesta a tierra**

El deterioro de una puesta a tierra parte por la pérdida de capacidad de transportar corrientes peligrosas por medio de “la menor resistencia posible intencionada” dejando paso a caminos accidentales (por ejemplo, el contacto humano), lo que puede provocar desde fallas prematuras de los equipos hasta fatalidades humanas.

Puntos flojos, conductores de puesta a tierra que ya no tienen continuidad entre el punto de la carga que deberían proteger y las barras en los tableros o entre barras y el sistema de puesta a tierra.

Si no se verifican las instalaciones con regularidad puede que al momento de la instalación producto de una equivocación los instaladores hayan mezclado el neutro con la tierra, provocando corrientes en el cable de seguridad (tierra) y con esto energizando puntos peligrosos o al resto de la red.

El sistema perdería la capacidad de limitación de los voltajes causados por la rayería o por contacto accidental de conductores de la empresa distribuidora con conductores de alto voltaje. Dejando pasar tensiones peligrosas para equipos sensibles y que podrían provocar incendios.

Perdida del punto común de baja impedancia en todos los circuitos causaría ausencia de equipotencialidad de la instalación, con esto no habría estabilización del voltaje bajo condiciones normales de operación (con lo cual cualquier equipo conectado al sistema no sería sometido solamente a una diferencia de potencial). (Elvatron, 2019).

Un sistema de puesta a tierra funcionando con valores de puesta a tierra elevados provoca problemas en la calidad de la energía de la instalación. Si un sistema de puesta a tierra se ha dimensionado erróneamente es muy seguro que el mismo no cumplirá una vez instalado con los valores máximos

de resistencia exigidos, lo que implicará una pérdida económica para intentar alcanzar el valor requerido, además de posibles cambios arquitectónicos que no se contemplaron en la construcción.

## CAPÍTULO 3: PROYECTO CONSULTORIO URBANO

El proyecto se basa en prácticas académicas-comunitarias desarrolladas a nivel mundial que entienden el conocimiento aplicado del urbanismo, arquitectura e ingeniería civil, como herramientas de desarrollo necesario y fundamental para la población urbana y rural. De tal manera se desarrollarán diversos tipos de consultoría urbano-arquitectónica para el mejoramiento de espacios comunitarios (Caso de las comunidades cooperativas 25 de Julio y Virgen del Cisne ubicadas en el cerro San Eduardo, Guayaquil).

### 3.1 Facultades académicas que participan

El proyecto tendrá una duración de cuatro años iniciando desde el año 2022.

Facultades que participan:

- ✚ Arquitectura y Diseño
- ✚ Ingeniería
- ✚ Educación Técnica para el Desarrollo
- ✚ Ciencias Medicas

Carreras que participan:

- Arquitectura
- Diseño de Interiores
- Diseño Gráfico
- Ingeniería Civil
- Electricidad
- Electrónica y Automatización
- Telecomunicaciones
- Medicina Veterinaria
- Medicina
- Nutrición
- Odontología
- Terapia Física

Se especifica que la carrera de Electricidad y Eléctrico Mecánica de la FETD están cumpliendo objetivos como Diseño de talleres sobre electricidad e Implementación de red eléctrica segura y eficiente en el inmueble del Consultorio Urbano.

Para lograr resultados de alta calidad, es necesario que se trabaje de manera coordinada con la academia para poder aportar con conocimiento e insumos para una producción social integral. Relacionándose directamente con la organización de personas y su actuar colectivo, primando el beneficio comunitario sobre lo individual, en la construcción del hábitat, transferencia de habilidades en electricidad básica, etc.

### **3.1.1 Objetivo del Consultorio Urbano**

El objetivo es brindar consultoría urbana, arquitectónica/constructiva e identitario/cultura; con el fin de mejorar los espacios comunitarios para las cooperativas asentadas en el cerro san Eduardo, esperando como resultado tener un impacto positivo en el mejoramiento de su calidad de vida. Se cuenta con la participación de estudiantes de las carreras de arquitectura, diseño de interiores, diseño gráfico e ingeniería civil, que ofrecen su conocimiento para la solución de problemas territoriales, urbanos, arquitectónicos, técnico/constructivos e identitario culturales que afectan y deterioran la convivencia de los habitantes del sector.

Se parte con un estudio y diagnóstico de la situación actual de las Cooperativas, y cuyos resultados generan talleres participativos entre estudiantes, moradores y docentes, en pro de realizar mejoras integrales en los espacios comunitarios que han sido propuestos por la comunidad y que requieren ser potenciados y revitalizados para el empoderamiento de los distintos grupos etarios que habitan las cooperativas.

### **3.2 Dimensión general del solar:**

El proyecto de Vinculación denominado “Consultorio Urbano” tiene las siguientes referencias.

- Norte: Calle pública con 13,37 metros.
- Sur: Calle pública con 0,94 + 8,37 + 6,68 metros.

- Este: Solar # S/N, Antena de CNT, con 10,91 metros.
- Oeste: Solar # 7 con 0,77 + 16,51 metros.

### 3.3 Características generales del edificio

La estructura está formada por pórticos tridimensionales (vigas y columnas) de acero, dispuestos ortogonalmente entre sí. Consta de varios niveles de planta baja y una cubierta general. Se soporta en 26 columnas tubulares cuadradas de 100 mm de base y 4 mm de espesor de pared. La losa es de tipo Steel panel, con un espesor total de 10 cm.

La cimentación se compone de plintos de hormigón armado, con el nivel de desplante variable. Los plintos son de 600x600x150 mm de los que nacen dados de 350x350 mm; sobre los dados se instalarán placas de acero de 300x300x12 mm, de los que nacen las columnas.

La cubierta está formada con vigas de acero tipo cajón a partir de dos perfiles G125x50x15x3. Las vigas metálicas servirán para apoyar las correas que a su vez sostendrán las planchas de Steel panel; estas correas serán de tipo "G 80x40x15x3", separadas a 1.20 metros horizontalmente entre sí. En las siguientes figuras se muestra la parte externa e interna del inmueble Consultorio Urbano.



Figura 3. 1 Inmueble Consultorio Urbano UCSG (acceso norte)

Fuente: autor



Se debe indicar que la ubicación del inmueble tiene acceso por dos lados, en la figura 3.1 se aprecia la entrada por la parte más alta del cerro (norte). En la figura 3.2 se muestra el otro acceso, según plano arquitectónico esto se denomina acceso a fachada sur.



Figura 3. 2 Acceso dos (sur) al inmueble Consultorio Urbano UCSG

Fuente: autor

Las cooperativas 25 de Julio y Virgen del Cisne cuentan con servicio de abastecimiento de agua potable, y con canales interceptores y cunetas para la recolección de aguas lluvias. No tienen servicio de alcantarillado sanitario.

### **3.3.1 Interior del inmueble Consultorio Urbano UCSG**

En la edificación participaron carreras de Ingeniería civil, Arquitectura, Diseño de interiores y se consideró que el número máximo de usuarios al interior de la edificación será de 30 personas. Hoy en día (Semestre A-2022) se realizan actividades de otras carreras como Medicina, Odontología, Nutrición, Medicina veterinaria etc. Sin embargo, el inmueble no cuenta con una instalación eléctrica segura.

En las figuras 3.3 y 3.4 se muestran ciertas actividades realizadas por parte de estudiantes de carreras como trabajo social, terapia física.



Figura 3. 3 Actividades académicas de vinculación con comunidad

Fuente: autor



Figura 3. 4 Actividades académicas de vinculación con comunidad

### **3.4 Delineación del sistema eléctrico**

Se muestra en las figuras 3.4 y 3.5 ubicaciones de áreas que tendrán por el diseño eléctrico criterios de iluminación y tomas de corriente con instalación eléctrica con canalización metálica (recomendable EMT).



Figura 3. 5 Áreas del inmueble para diseño de su instalación eléctrica

En las áreas 1 y 2 se pueden desarrollar actividades diferentes, estas áreas pueden contar con dos unidades climatización (Split invertir de 12.000 BTU). Esta propuesta para alimentar esas unidades de climatización es opcional, sin embargo, se diseña tomas o puntos de energía a 220 VCA.



Figura 3. 6 Área principal con su cuarto de equipos

Fuente: autor

En el área principal, existe un espacio para el cuarto de equipos, este alojará equipamiento para un sistema de alumbrado a través de paneles fotovoltaicos. En caso de suspenderse el servicio de electricidad en el sector, se puede contar con iluminación y alimentación para ciertos equipos de cómputo. El diseño de un sistema fotovoltaico esta fuera de alcance en este trabajo de

titulación. En el cuarto de equipos también puede alojar equipamiento para un sistema de voz y datos. Es decir, se puede instalar equipos de proveedores de dichos servicios de telecomunicaciones. En este cuarto de equipos es recomendable instalar puntos eléctricos con al menos dos tomacorrientes dobles GFCI. Dos tomacorrientes dobles polarizados convencionales con puesta a tierra.

### 3.4.1 Diseño eléctrico para inmueble

Los planos de la infraestructura de Consultorio Urbano proyecto UCSG, son una propuesta que puede tomarse en cuenta en una probable instalación eléctrica. En el plano de la figura 3.7 se muestra la ubicación del medidor de potencia eléctrico (color rojo), con sigla TDG (tablero de distribución eléctrica)

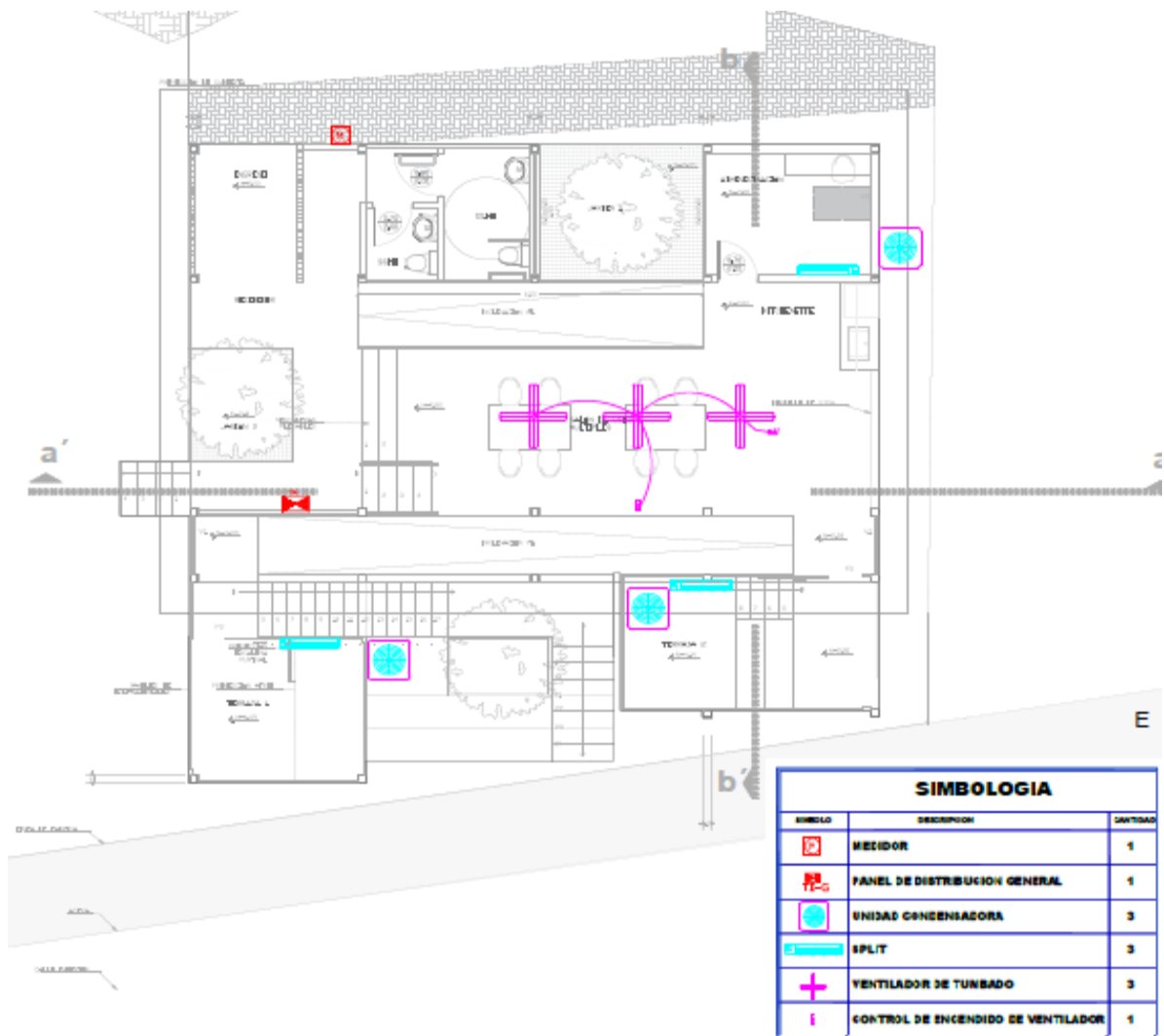


Figura 3. 7 Ubicación del medidor eléctrico

Fuente: autor

Está además señalado la ubicación de tres ventiladores de tumbado (color violeta) dentro del concepto sustentable la ventilación natural es un aspecto clave en el segundo nivel de la edificación. Sin embargo, para días y meses calurosos del año, se contempla la instalación de dos unidades de aires acondicionados tipo Split que pueden ser ubicados en áreas 1 y 2.

En la figura 3.7 se muestran las ubicaciones de tomacorriente tanto de 110 como de 220 VCA.

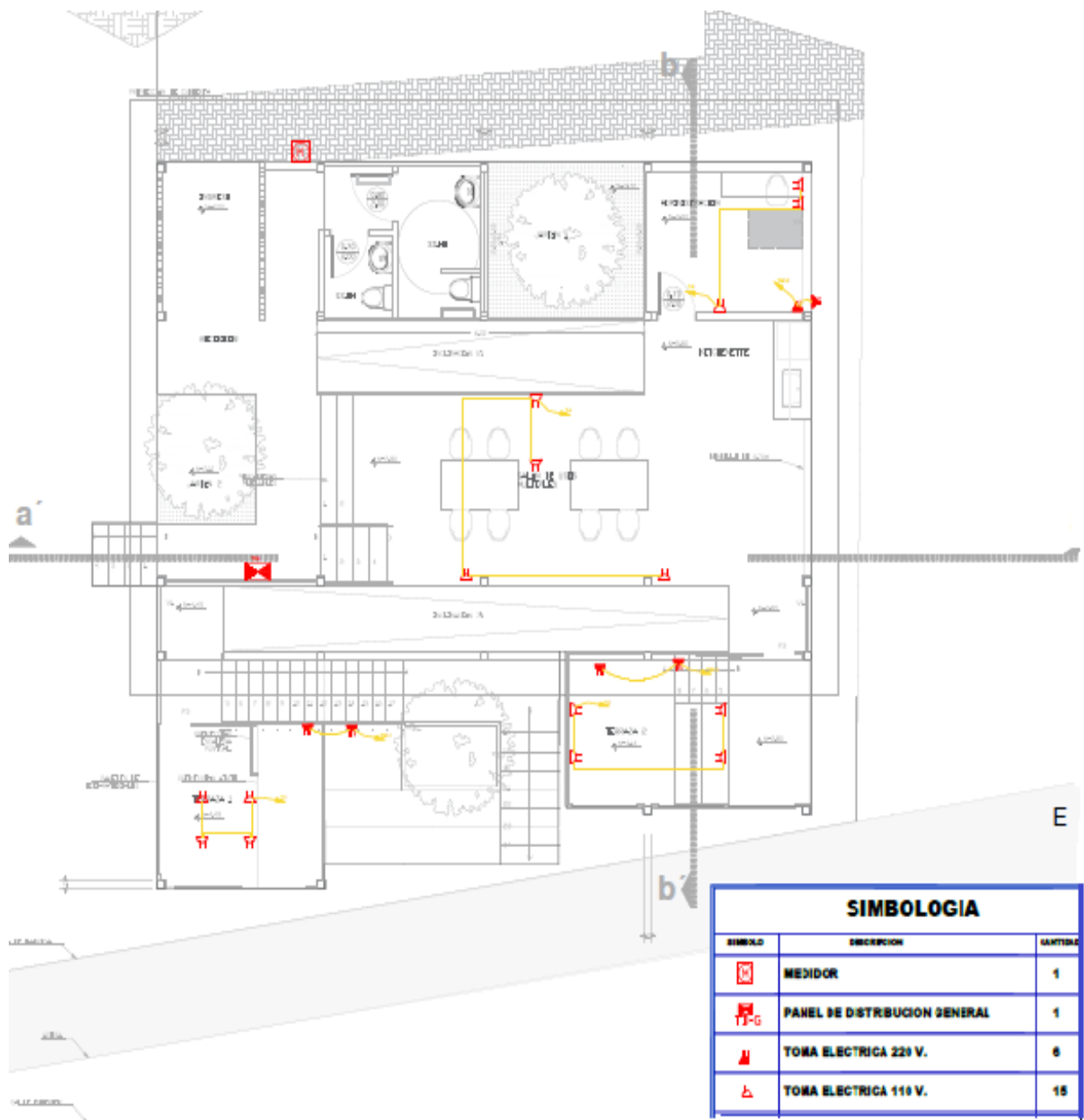


Figura 3. 8 Ubicación de tomacorrientes

Fuente: Autor

En la figura 3.9 se muestra la ubicación de lámparas, en la eventual instalación a corto plazo la canalización se recomendó en EMT con todos los accesorios, esta canalización es sobrepuesta. Tratando que el impacto por ducterías y cajas de paso y tomacorriente tenga un mínimo impacto en el contexto de hábitat ecosostenible.

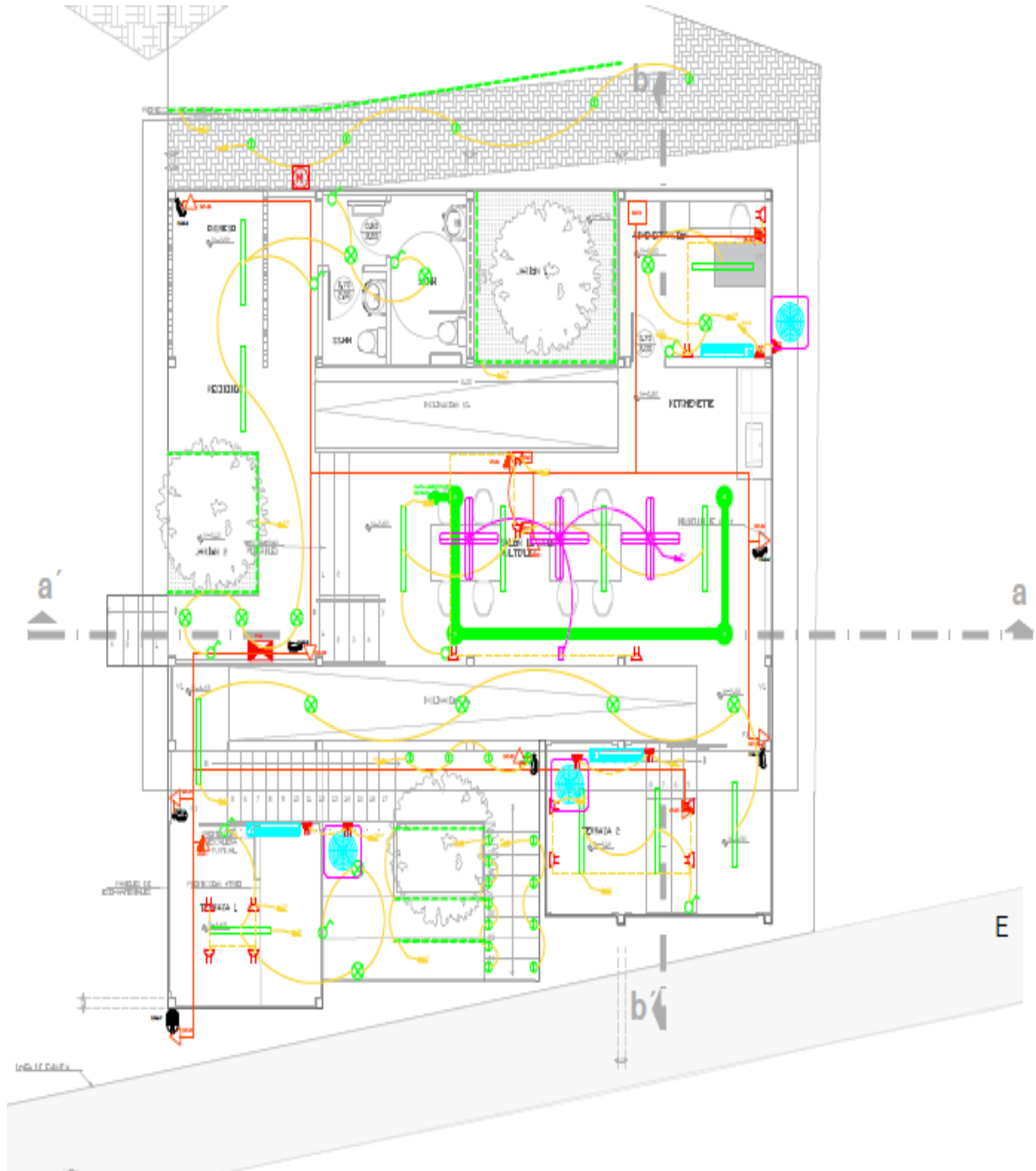


Figura 3. 9 Ubicación de lámparas

Fuente: autor

En la figura 3.10 se muestra la instalación de puntos de comunicaciones, se entiende que corresponden a puntos de voz y datos, además de un sistema

de video vigilancia con cámaras tipo tubo y una de tipo PTZ, (Pan, Tilt, Zoom) este tipo de cámara ofrece movimiento y vista panorámica, de tal manera que puede rotar, inclinarse y acercar o alejar la imagen, pudiendo ser operada a distancia y controlada de manera remota.

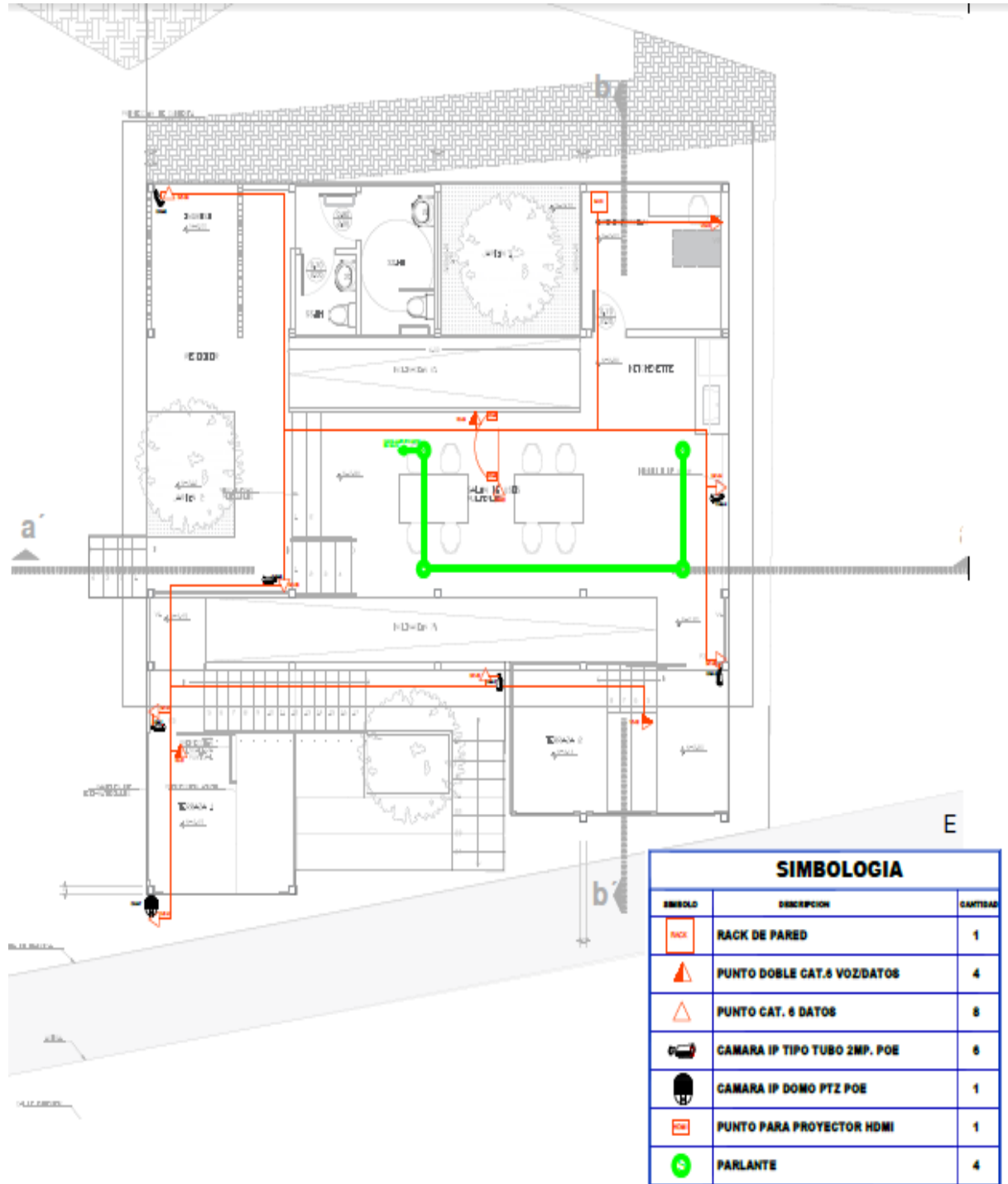


Figura 3. 10 Ubicación de sistema de cámaras de vigilancia, voz y datos

Fuente: autor

## CAPÍTULO IV: DISEÑO ELÉCTRICO

El diseño eléctrico se lo ha realizado siguiendo las indicaciones contempladas en las Normas del Código Eléctrico Norteamericano y las normas NATSIM de la Empresa Eléctrica Pública de Guayaquil EP. El diseño se refiere a las instalaciones eléctricas, con las consideraciones técnicas que garantizan la confiabilidad, la seguridad y la continuidad del servicio de energía eléctrica a fin de obtener un funcionamiento satisfactorio del sistema y reducir al mínimo los peligros de incendios y accidentes; y a su vez contempla las mejoras del rendimiento económico de las inversiones, estableciendo una previsión de dimensiones y capacidad proporcionada al crecimiento previsible del consumo.

### 4.1 Acometida general en Baja Tensión

La acometida eléctrica que ingresa al medidor será instalada en una tubería tipo metálica rígida de 2" de diámetro (recomendable), conforme a lo indicado en el plano respectivo, deberá ser del tipo aérea dicha acometida.

La provisión e instalación de los conductores de acometida serán suministradas por la Empresa Eléctrica, hasta su conexión con los terminales del disyuntor general según el reglamento de acometidas de servicio eléctrico. En la figura 4.1 se muestra el lugar donde se piensa ubicar el medidor eléctrico.



Figura 4. 1 Ubicación del medidor para acometida eléctrica

Fuente: autor



Hay que indicar que el terreno donde está el inmueble pertenece al Muy Ilustre Municipio de Guayaquil y está en comodato para la UCSG. Por tal motivo, con las escrituras o documentación necesaria se puede indicar a la CNEL para que realice el trámite de colocar toda la acometida hasta el medidor, caso contrario deberá la UCSG costear los materiales para la acometida eléctrica.

#### **4.2 Tablero de Medidores**

El consumo de la energía eléctrica de los diferentes servicios se lo hará en baja tensión y en forma directa. Se instalará una base (sockets) monofásica clase 100. Según la norma NEC, Todo inmueble con servicio eléctrico incluirá en su instalación de acometida un disyuntor principal que servirá de medio de desconexión y protección de los conductores activos de la instalación interna del inmueble cuando existan sobrecargas o cortocircuitos. El disyuntor principal se instalará en un lugar de fácil acceso e inmediatamente a la salida del medidor. Cuando se trate de un tablero de medidores, el disyuntor principal se ubicará preferiblemente en el compartimiento de las barras de distribución del tablero. El disyuntor principal del tablero de medidores será de 60 amperios 2 polos.

La altura de montaje del tablero de medidores será de 2.0 mts., desde el nivel del piso terminado a la parte superior del mismo.

Las características del disyuntor general y demás elementos de protección se describen en el diagrama unifilar que se indica en el plano respectivo.

El tablero será puesto a tierra mediante conexión de varilla copperweld de 5/8" x 6'. La plancha metálica del tablero deberá ser de 1/16" de espesor del tipo vitrina.

#### **4.3 Panel de Distribución Normal**

Distribuye la energía eléctrica a los puntos finales, tomacorrientes, iluminación, equipos de aire acondicionado. Hay un panel eléctrico, TDG.

La capacidad eléctrica de este tablero ha sido estimada, la ubicación de las cargas eléctricas de los equipos de aire acondicionado definitiva.

#### **4.3.1 Circuitos derivados**

Tomando en consideración los niveles de iluminación y tomas por áreas se han distribuido los puntos de alumbrado y tomacorrientes del edificio, se ha determinado el tipo y cantidad de circuitos derivados, teniendo como estándar circuitos de 20 amperios para alumbrado y tomacorrientes.

El número de puntos para cada uno de los servicios está claramente indicado en las planillas de circuitos derivados.

#### **4.4 Sistema de puesta a Tierra**

Todo el sistema eléctrico estará debidamente puesto a tierra.

La puesta a tierra se obtendrá mediante varillas Copperweld enterradas, donde se conectarán los conductores de la red de tierra.

El número de varillas dependerá de la resistividad del terreno, de tal manera que la resistencia a tierra debe ser la adecuada.

#### **4.5 Especificaciones de las Instalaciones Eléctricas**

Mientras no se indique lo contrario, o se especifique en planos, todos los materiales eléctricos, equipo, instalación y pruebas, se regirán de acuerdo a lo establecido en las siguientes instituciones:

National Electrical Code de National Fire Protection Association Normas y reglamentos de la Empresa Eléctrica Local.

#### **Materiales**

Todos los materiales serán de alta calidad, nuevos, sin uso, libres de defectos, adecuados para el uso que se ha determinado y para el voltaje de operación.

Las referencias a productos comerciales que se hacen en los planos y en estas especificaciones tienen solamente fines descriptivos. Podrían ser usados productos de otros fabricantes de igual calidad y especificaciones a los mencionados, siempre que sean aprobados por el fiscalizador de la obra.

#### **Tuberías**

Tuberías EMT

La tubería y sus accesorios quedarán empotrados en paneles, contrapisos y tumbados, siempre que se especifique lo contrario en los planos.

Generalmente se utilizará este tipo de tubería para los circuitos derivados y circuitos alimentadores.

### **Tubería de PVC**

Este tipo de tuberías se utilizará en las áreas exteriores, para baja tensión, en los planos se indica el diámetro y el tipo.

### **Cajas**

#### **Cajas Metálicas**

Serán de tipo de acero galvanizado, pintadas con material anticorrosivo y tendrán las siguientes características:

- a) Para salidas de alumbrado:
  - Octogonales de 1 1/2" x 3 1/4" Hasta tres derivaciones
  - Octogonales de 1 1/2" x 4" De tres a cinco derivaciones
  - Cuadradas de 1 1/2" x 4" Mas de cinco derivaciones
- b) Para tomacorrientes e interruptores de 120 V:
  - Rectangulares de 4" x 2 1/8" x 1 7/8"
  - Rectangulares de 4" x 2 1/8" x 2 1/8"
  - Cuadradas de 4" x 4" x 1 1/2"
  - Cuadradas de 4" x 4" x 2 1/8"

Según el número de conductores o cantidad de dispositivos a instalarse.

- c) Para tomacorrientes de 240 V, o salidas especiales:
  - Cuadradas de 4" x 4" x 2 1/8"

Cuando sea necesaria la instalación de cajas de mayor tamaño ya sea en los circuitos derivados o alimentadores, deberán ser fabricadas con planchas de hierro galvanizado de 1/16" de espesor con tapas desmontables y aseguradas a la caja mediante tornillos.

Las dimensiones de las mismas deberán tener relación con el número y calibre de los conductores que van en ellas.

## **Conductores**

### Conductores de Baja Tensión

Los conductores serán de cobre electrolítico con aislamiento para 600 voltios THHN.

Serán de un solo hilo hasta el número 10 A.W.G., y cableados del número 8 A.W.G. en adelante.

Se usará en lo posible, diferentes colores para cada fase y se reservará el color blanco para el conductor neutro y el color verde para los conductores a tierra.

PLANILLA DE CIRCUITOS DERIVADOS PLANTA BAJA														
CONSULTORIO URBANO UCSG														
UBICACION: PLANTA BAJA														
PLANTA BAJA: CIRCUITOS DERIVADOS														
PANEL		CIRCUITO										DISYUNTOR		SERVICIO
# POLOS	CIRCUITO	NUMERO DE SALIDAS	FASE	VOLTAJE	CONDUCTOR	CARGA (W)	POTENCIA TOTAL (W)	F.U	POTENCIA EFECTIVA (W)	DUCTO	AMP	POLOS		
24-48	I-1	5	A	120	2#12	50	250	0,8	200	1/2"	20	1	LUMINARIA DE PISO	
MONOFASICO	I-2	4	B	120	2#12	50	200	0,8	160	1/2"	20	1	LUMINARIA DE PISO	
	I-3	7	A	120	2#12	50	350	0,8	280	1/2"	20	1	LUMINARIA DE PISO	
	I-4	4	B	120	2#12	50	200	0,8	160	1/2"	20	1	LUMINARIA DE PISO	
	I-5	3	A	120	2#12	50	150	0,8	120	1/2"	20	1	ILUMINACION TERRAZA 1	
	I-6	2	B	120	2#12	32	64	0,8	51	1/2"	20	1	ILUMINACION TERRAZA 2	
	I-7	8	A	120	2#12	50	400	0,8	320	1/2"	20	1	ILUMINACION CAMINERAS CENTRALES	
	I-8	7	B	120	2#12	50	350	0,8	280	1/2"	20	1	ILUMINACION DE RECIBIDOR	
	I-9	4	A	120	2#12	50	200	0,8	160	1/2"	20	1	ILUMINACION DE SALON DE USOS MULTIPLES	
	I-10	3	B	120	2#12	50	150	0,8	120	1/2"	20	1	ILUMINACION DE ADMINISTRACION	
	I-11	1	A	120	2#12	50	50	0,8	40	1/2"	20	1	ILUMINACION MANGUERA LED	
	I-12	1	B	120	2#12	50	50	0,8	40	1/2"	20	1	ILUMINACION MANGUERA LED	
	I-13	1	A	120	2#12	50	50	0,8	40	1/2"	20	1	ILUMINACION MANGUERA LED	
	T1	4	B	120	2#12+N#12	150	600	0,4	240	1/2"	20	1	Tomacorrientes TERRAZA 1	
	T2	4	B	120	2#12+N#12	150	600	0,4	240	1/2"	20	1	Tomacorrientes TERRAZA 2	

	T3	3	B	120	2#12+N#12	150	450	0,4	180	1/2"	20	1	10 macorrientes ADMINISTRACION
	T4	4	B	120	2#12+N#12	150	600	0,4	240	1/2"	20	1	10 macorrientes SALON DE USOS MULTIPLES
	TAC 1	1	AB	240	2#10+N#12	1500	1500	1,0	1500	3/4"	30	2	AIRE ACONDICIONADO
	TAC 2	1	AB	240	2#10+N#12	1500	1500	1,0	1500	3/4"	30	2	AIRE ACONDICIONADO
	TAC 3	1	AB	240	2#10+N#12	1500	1500	1,0	1500	3/4"	30	2	AIRE ACONDICIONADO
									6.400,00				
CARGA INSTALADA =		<b>6,40 KW</b>		AMP NOMINAL =		24, am 00 p							
FACTOR DE DEMANDA =		<b>0,90</b>		FACTOR		1,25							
DEMANDA =		<b>5,76 KW</b>		DISYUNTOR		30,00 A.							
VOLTAJE =		<b>240 VOLTIOS</b>		DISYUNTOR		60 A -							
FACTOR DE POTENCIA=		<b>0,90</b>		TDG =		2P						TH Cu	
		<b>6,40 KVA</b>		ALIMENTAD		2#6+N#8							
				OR =		+T#10							
				DUCTO=		2"							

Figura 4. 2 Planilla del diseño eléctrico en inmueble Consultorio Urbano

Fuente: autor

## Conclusiones

Los paneles de distribución serán para el uso de disyuntores termomagnéticos del tipo enchufable. En la parte posterior de la puerta de los paneles se inscribirá las listas de los circuitos que se distribuyen de cada uno de ellos. Los paneles están provistos de la barra para tierra y neutro separadas.

El amperaje nominal y número de polos de cada disyuntor se indica en las planillas de disyuntores y diagrama unifilar del sistema. La capacidad mínima de interrupción de los disyuntores enchufables será de 10.000 amperios asimétricos mientras no se especifique lo contrario

Los interruptores serán del tipo empotrable 10A-250V, con placa de plástico.

Los tomacorrientes son dispositivos eléctricos que sirven como punto de conexión para alimentar equipos eléctricos, tales como electrodomésticos, equipos portátiles e industriales. Los tomacorrientes de los circuitos de 120V normales, serán del tipo doble polarizado 10A- 250V, con placa, similar a los interruptores.

Los tomacorrientes de los circuitos de 240V, serán sencillos, para empotrar en caja, la capacidad de los mismos viene indicada en el plano respectivo. Se consideran las siguientes alturas de montaje sobre el nivel del piso terminado:

- Interruptores 1.50 mts.
- Tomacorrientes 0.40 mts.

Debido a la colocación del cielo raso falso en las oficinas, la iluminación actual deberá ser instalada al nivel del cielo raso utilizando empalmes y cables normalizados que garanticen la calidad del trabajo, El máximo de luminarias por circuito es de 10 unidades

Cualquier aumento, disminución o modificación en la instalación, seguirá las mismas especificaciones aquí indicadas, y cualquier aumento o información técnica complementaria o especificaciones omitidas se resolverán de acuerdo a las Normas del Código Eléctrico Norteamericano y a los reglamentos del NATSIM.

El sistema de conexión a tierra eléctrica garantiza la seguridad del personal y del equipo mientras se trabaja en la línea. Recuerde, una línea que está desenergizada simplemente se energizará en un abrir y cerrar de ojos, por lo tanto, el sistema eléctrico debe mantenerse conectado a tierra de manera segura en todo momento.



## Recomendaciones

Se cumplirá por parte del contratista eléctrico de la obra, las siguientes normas las mismas que a continuación se detallan.

- 1 - El contratista realizará los trabajos siguiendo los planos elaborados para el efecto.
- 2 - La instalación eléctrica deberá ejecutarse en forma técnica, empleando materiales de primera calidad especificados en los capítulos respectivos.
- 3 - La mano de obra será realizada por personal experto bajo la dirección de un técnico de vasta experiencia.
- 4 - La tubería conducto se instalará en, paredes y contrapiso y tumbado utilizando los accesorios apropiados, como uniones y conectores, que aseguran un empate o unión mecánica rígida entre los distintos tramos de tubería y los accesorios de las mismas.
- 6 - No se recomienda el empate entre tuberías que no sea mediante uniones del tipo apropiado.
- 8 - El acoplamiento de la tubería y las cajas de conexión o salidas, se hará mediante conectores apropiados, y por ningún concepto se permitirá la unión directa de la tubería y la caja sin este accesorio.
- 9 - De usarse codos realizados en la propia tubería, se cuidará que la curvatura obtenida no ocasione la disminución de diámetro interior del tubo, ni que se deteriore su resistencia mecánica, utilizando para ello herramientas adecuadas, sean manuales o hidráulicas.
- 10 - Cualquier tramo de tubería que se encuentre entre salida y cajas de conexión, no presentará más curvaturas que un equivalente de 3 curvas o codos de ángulo recto.

## Bibliografía

- Area Tecnología. (2017). *Puesta a tierra*. Obtenido de <https://www.areatecnologia.com/electricidad/puesta-a-tierra.html>
- 3D Warehouse. (2019). *Interruptores*. Obtenido de <https://3dwarehouse.sketchup.com/model/a8b0f71537b7e145ef3d0b7b17d786a/Interruptores?hl=es>
- Alor, L. (2019). *Propuesta para la mejora de la eficiencia energética en los sistemas de aire comprimido en plantas cerveceras en eárea de soplado de botellas PET según la norma ISO 11011:2013*". Obtenido de [http://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/UTP/2191/1/Luis%20Alor\\_Tesis\\_Titulo%20Profesional\\_2019.pdf](http://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/UTP/2191/1/Luis%20Alor_Tesis_Titulo%20Profesional_2019.pdf)
- Area Tecnología. (2016). *TUBOS PARA CABLES ELÉCTRICOS*. Obtenido de <https://www.areatecnologia.com/electricidad/tubo-para-cables.html>
- BTicino. (2018). *Dimmer pulsante universal*. Obtenido de <https://bticino.com.mx/uploads/c16ec435de34449d8eb1d35d3b316045.pdf>
- Condumex. (2009). *Manual Técnico de instalaciones eléctricas en baja tensión*. Obtenido de <https://www.uv.mx/personal/jdominguez/files/2012/10/Manual-de-Instalaciones-Elctricas-en-BT-2009.pdf>
- Educatia. (2016). *Tubería EMT y Accesorios*. Obtenido de <https://educatia.com.co/unit/tuberia-emt-y-accesorios/>



[https://media.distributordatasolutions.com/Legrand/v2/files/File\\_11999\\_Instalaci\\_n\\_y\\_prueba\\_de\\_un\\_tomacorriente\\_GFCI\\_\(Installation\\_Instructions\).pdf](https://media.distributordatasolutions.com/Legrand/v2/files/File_11999_Instalaci_n_y_prueba_de_un_tomacorriente_GFCI_(Installation_Instructions).pdf)

Penissi, O. (2010). *Canalización eléctricas residenciales*. Obtenido de <https://idoc.pub/documents/canalizaciones-electricas-residenciales-oswaldo-penissipdf-k546d7pkyxn8>

Segura, R. (2010). *Instalaciones básicas residenciales*. Obtenido de <https://oei.int/downloads/disk/eyJfcMfPbHMiOmsibWVzc2FnZSI6IkJBaDdDRG9JYTJWNVNTSWhaRzU0TkRWa2VHaHBjM1pvWTJONmMzUnFPR2R1ZVc1eGJITTFkUVk2QmtWVU9oQmthWE53YjNOcGRHbHZia2tpZG1sdWJHbHVhVHNnWm1sc1pXNWVhV1U5SWpVZ0xTQkpiYk4wWVd4aFkybHZibVZ6SUVWc1pXTjBjbWxqWVhNdWNH>

## Anexo 1: Tipos de Tubería Conduit

El tubo conduit puede estar hecho de metal, plástico, fibra, etc. Los tubos pueden ser de pared gruesa o de pared delgada, rígidos o flexibles. Los tres tipos de tubería más usados para instalaciones eléctricas son:

PVC: Policloruro de vinilo, su uso principal es residencial

EMT: Tubería eléctrica metálica, trabajo liviano, uso industrial

IMC: Conducto de metal intermedio, trabajo pesado, uso industrial.

 <b>Tubos de PVC</b>	 <b>Tubos EMT</b>	 <b>Tubos IMC</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Policloruro de vinilo</li><li>• resistente y rígido</li><li>• ambientes húmedos</li><li>• no se corroen</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Electrical Metallic Tubing</li><li>• Pasan por proceso de galvanizado evita la corrosión</li><li>• moldeables a diferentes formas y ángulos</li><li>• No tienen sus extremos roscados</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Intermediate metal conduit</b></li><li>• los más resistentes a los daños mecánicos</li><li>• En ambos extremos vienen con una rosca</li><li>• hacer la rosca de forma manual con una terraja</li></ul>

La tubería EMT, la cual se fabrica con acero galvanizado y está diseñada para proteger cables eléctricos en instalaciones industriales, comerciales y en general en todo tipo de instalaciones no residenciales. Los tubos EMT pueden instalarse embebidos o a la vista garantizando plenamente la exposición de los mismos al medio ambiente.

### Cajas de salida y de paso

Existen diversos accesorios para la conexión y montaje de la tubería EMT, los cuales permiten realizar derivaciones, fijaciones en pared, metal o diferentes superficies, a continuación, se describe los accesorios más utilizados

### Cajas De Salida

Las cajas de paso o de salida están diseñadas principalmente para montaje superficial y se instalan en sistemas de tubería porque:

- Funcionan como una caja de acceso a los conductores.
- Brindan aberturas y espacio para hacer empalmes y conectar tomas en los conductores.
- Brindan tomas para tramos de tuberías derivadas.
- Facilitan el acceso a los conductores para llevar a cabo tareas de mantenimiento y cambios en el sistema.
- Contienen y protegen equipos eléctricos.
- Conexión de tomacorrientes o interruptores eléctricos

Otro tipo de cajas de salida son la explosión proof (a prueba de explosión), comúnmente se llaman cajas GUA, las funcionalidades son las mismas que las cajas de paso anteriores, sin embargo, su característica principal la posibilidad de montaje en áreas peligrosas o clasificadas.

### Cajas de derivación




### Conduletas:

Son usadas para cambios de dirección a 90° en la tubería, para facilitar el acceso a los conductores para mantenimiento o futuros cambios en la instalación, se pueden montar con tuberías rígidas IMC (roscada) o EMT (con tornillo de fijación). Las conduletas están disponibles en tamaños comerciales de 1/2" a 4"; en las formas más utilizadas (C, LB, LL, LR, T) y normalmente son fabricadas en aluminio. en la siguiente imagen podrás observar los diferentes tipos de conduletas más comunes en las instalaciones eléctricas:




## Soportes, abrazaderas, colgadores y accesorios de fijación para tuberías

Soportes: Riel Channel (Unistrut) o Riel DIN es usado para la sujeción individual o para la construcción eficaz de los trazados de tubería, contiene un patrón homogéneo de perforaciones, es aplicable universalmente para instalaciones de pared frontal y repisas y contiene una gama completa de accesorios para la construcción de soportes.

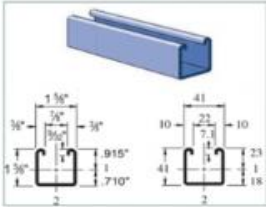


**Riel Channel  
Unistrut**

• Soporte de tubería en pared



Producto	Dimensiones en mm A	Dimensiones en mm B	Dimensiones en mm C	Calibre
Perforado 4x4 cmts	40	40	3000	14
Perforado 4x2 cmts	20	40	3000	16
Liso 2x4 cmts	20	40	3000	16
Liso 4x4 cmts	40	40	3000	14



## Grapas o Abrazaderas

Se usan para fijar tuberías a la superficie de montaje, existen dos tipos:

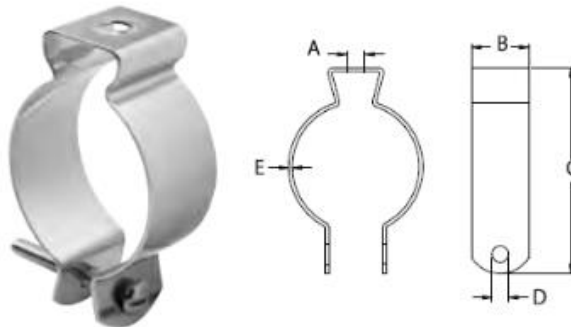
Grapas o abrazaderas para riel Channel: medidas de 1/2" a 4"

Grapas o abrazaderas Tubería EMT: medidas de 1/2" a 4" y vienen de un orificio o de doble orificio (Grapa Ala Sencilla y Doble Ala).



### Colgadores para tuberías o Grapa Colgante

Soporte colgante para sujeción de tuberías conduit fuera de la superficie de instalación, en la parte inferior se asegura con la grapa la tubería y en la parte superior se fija a techo o soporte por medio de varilla roscada.



### Accesorios de fijación con tornillo

Terminales tubería EMT: su función es unir tuberías EMT a una caja de paso o tablero.

Uniones tubería EMT: su función es unir dos extremos de tuberías EMT.

Prensa Cables (Prensaestopas): funcionan para acometidas en cajas de comandos, cajas de distribución, salida en conduletas, botoneras, entradas a artefactos de iluminación, tableros, motores, etc. También funcionan como sellado impermeable y resistente a la intemperie. los materiales de fabricación son plástico, cobre y latón niquelado.





**TERMINAL EMT CON TORNILLO**

**UNION TUBERIA EMT**

**PRENSACABLE O PRESAESTOPA**

Rosca	Rango de Sujeción		AIG (mm)	Taladro de Montaje (mm)	GIL (mm)	H (mm)	Llave (mm)
	Min.(mm)	Max.(mm)					
PG7	3	6.5	12.5	12.7	5	19	14
PG9	4	8	15.2	15.4	6	20	17
PG11	5	10	18.6	18.8	6	21	20
PG13.5	6	12	20.4	20.6	6.5	22	22
PG16	10	14	22.5	22.7	6.5	23	24
PG21	13	18	28.3	28.5	7	25	30
PG29	18	25	37	37.2	8	29	40
PG36	22	32	47	47.2	8	35	50
PG42	32	38	54	54.2	9	37	57
PG48	37	44	59.3	59.5	10	38	64

## Herramientas para Cortar Tubería EMT



**Cortatubos**



- cortes rectos y definidos en tubos de cobre, latón, aluminio y acero de pared delgada.



**Pulidora**



- Requiere de Disco de corte para metal



**Segueta**

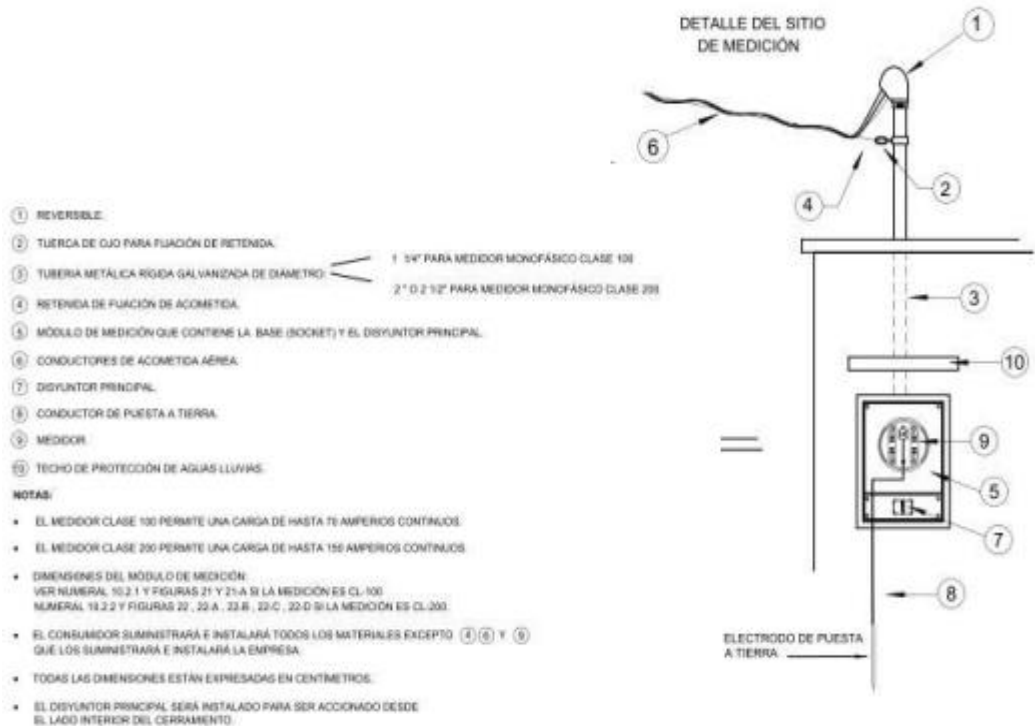
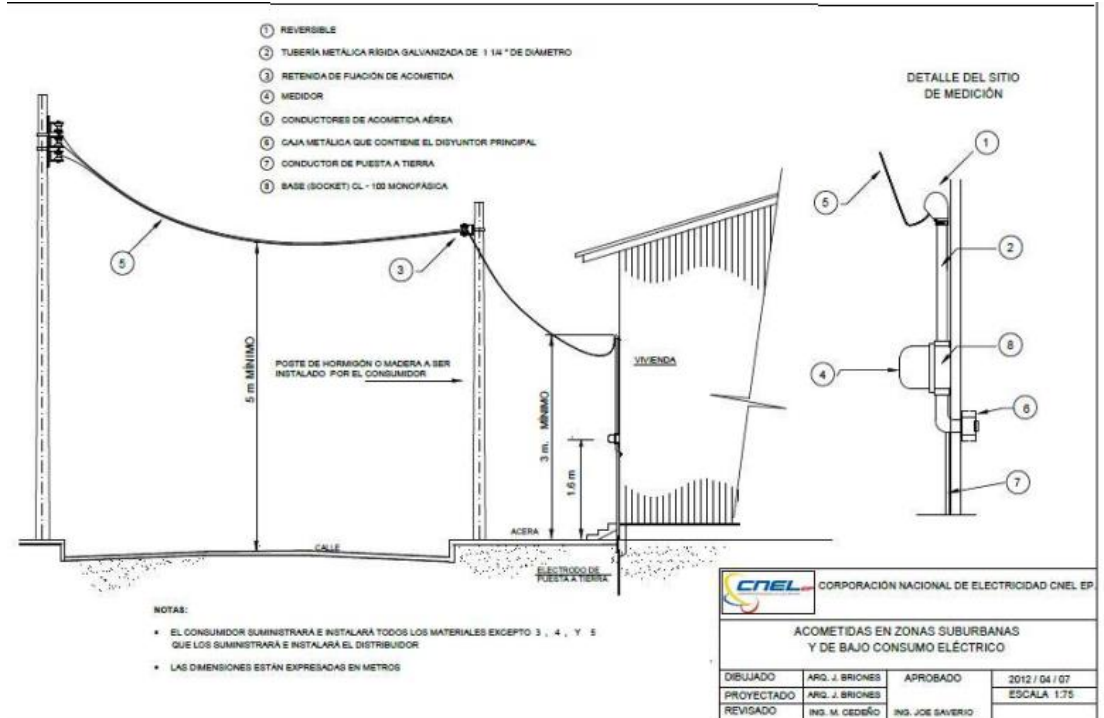


- Necesita de hoja de metal (acero endurecido y templado) para corte de hierro.

**Prensas de tornillo para tubos**



## Anexo 2: Acometida por CNEL





Presidencia  
de la República  
del Ecuador



Plan Nacional  
de Ciencia, Tecnología,  
Innovación y Saberes



SENESCYT  
Secretaría Nacional de Educación Superior,  
Ciencia, Tecnología e Innovación

## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Arreaga Pérez, Erick Jinsop** con C.C: 0940651623 autor del Trabajo de Titulación: **Estudio y diseño de la instalación eléctrica residencial en la infraestructura del proyecto comunitario UCSG “Consultorio Urbano”** previo a la obtención del título de **Ingeniero Eléctrico Mecánico** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 84 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

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

**Guayaquil, 31 de agosto de 2022**

---

**Arreaga Pérez, Erick Jinsop**

**C.C: 0940651623**

## **REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

### **FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN**

<b>TÍTULO Y SUBTÍTULO:</b>	Estudio y diseño de la instalación eléctrica residencial en la infraestructura del proyecto comunitario UCSG "Consultorio Urbano"		
<b>AUTOR(ES)</b>	Arreaga Pérez, Erick Jinsop		
<b>REVISOR(ES)/TUTOR(ES)</b>	Ing. Luis Orlando Philco Asqui		
<b>INSTITUCIÓN:</b>	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
<b>FACULTAD:</b>	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
<b>CARRERA:</b>	Ingeniería Eléctrico Mecánica		
<b>TÍTULO OBTENIDO:</b>	Ingeniero en Eléctrico Mecánica		
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>	31 de agosto del 2022	<b>No. DE PÁGINAS:</b>	74
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b>	Diseño eléctrico, Cálculo de circuitos, Mediciones Eléctricas,		
<b>PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:</b>	Instalación eléctrica residencial, Conduit, EMT, Circuito eléctrico, Consultorio Urbano		
<b>RESUMEN/ABSTRACT</b>			
<p>Este trabajo de titulación plantea el diseño de una instalación eléctrica en baja tensión para una infraestructura de dos plantas, que es parte del proyecto comunitario UCSG denominado "Consultorio Urbano", esta infraestructura servirá para realizar actividades académicas de consultorías, prevención en salud y de transferencia tecnológicas, para estos fines es primordial contar con una instalación eléctrica e incluso con redes de voz y datos para que la funcionalidad del inmueble brinde no solo seguridad sino operatividad en las actividades académicas antes mencionadas. Así el objetivo general es de diseñar diagramas y cálculos para la instalación eléctrica en el inmueble La metodología es de tipo descriptiva por cuanto se detalla requerimientos de calibre de conductores, es de tipo analítica por cuanto se calcula las protecciones para cada circuito eléctrico dentro del tablero de distribución eléctrica, finalmente es de tipo empírica por el diseño de planos en autocad, así como de calcular la planilla eléctrica para la instalación eléctrica. Este diseño eléctrico podría ser implementación a corto plazo.</p>			
<b>ADJUNTO PDF:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
<b>CONTACTO CON AUTOR/ES:</b>	<b>Teléfono:</b> +593962793820	E-mail: erick-20jk@hotmail.com	
<b>CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN: COORDINADOR DEL PROCESO DE UTE</b>	<b>Nombre:</b> Ing. Efraín Vélez Tacuri		
	<b>Teléfono:</b> +593-994084215		
	<b>E-mail:</b> efrain.velez@cu.ucsg.edu.ec		
<b>SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA</b>			
<b>Nº. DE REGISTRO (en base a datos):</b>			
<b>Nº. DE CLASIFICACIÓN:</b>			
<b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</b>			