



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Civil

**PLANIFICACIÓN Y SUPERVISIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN  
OBRA CIVIL**

**Marvin Josué Felipe Tomas**

Asesorado por el Ing. Guillermo Francisco Melini Salguero

Guatemala, julio de 2019



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PLANIFICACIÓN Y SUPERVISIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN  
OBRA CIVIL**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**MARVIN JOSUÉ FELIPE TOMAS**

ASESORADO POR EL ING. GUILLERMO FRANCISCO MELINI SALGUERO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, JULIO DE 2019



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Luis Diego Aguilar Ralón
VOCAL V	Br. Christian Daniel Estrada Santizo
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADORA	Inga. Karla Giovanna Pérez Loarca
EXAMINADOR	Ing. Ronald Estuardo Galindo Cabrera
EXAMINADOR	Ing. Alejandro Castañón López
SECRETARIA	Lesbia Magalí Herrera López



## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

### PLANIFICACIÓN Y SUPERVISIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN OBRA CIVIL

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha noviembre 2016.



**Marvin Josué Felipe Tomas**







Guatemala,  
13 de mayo de 2019

Ingeniero  
Hugo Leonel Montenegro Franco  
Director Escuela Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos

Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **PLANIFICACIÓN Y SUPERVISIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN OBRA CIVIL** desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Marvin Josué Felipe Tomas, quien contó con la asesoría del Ing. Guillermo Francisco Melini Salguero.

Considero este trabajo bien desarrollado y representa un aporte para la ingeniería nacional y habiendo cumplido con los objetivos del referido trabajo doy mi aprobación al mismo solicitando darle el trámite respectivo.

Atentamente,

ID Y ENSEÑADA TODOS

  
Ing. Civil, Guillermo Francisco Melini Salguero  
Asesor y Jefe Del Departamento de Planeamiento

 FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO  
DE  
PLANEAMIENTO  
USAC

/mrrm.







**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
FACULTAD DE INGENIERÍA

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor y Coordinador del Departamento de Planeamiento Ing. Guillermo Francisco Melini Salguero, al trabajo de graduación del estudiante Marvin Josué Felipe Tomas PLANIFICACIÓN Y SUPERVISIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN OBRA CIVIL da por este medio su aprobación a dicho trabajo.



Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, junio 2019

/mmm.



*Más de 138 años de Trabajo y Mejora Continua*



Universidad de San Carlos  
de Guatemala

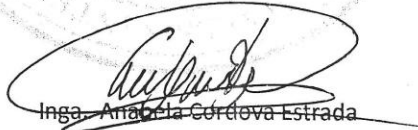


Facultad de Ingeniería  
Decanato

DTG. 299.2019

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **PLANIFICACIÓN Y SUPERVISIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN OBRA CIVIL**, presentado por el estudiante universitario: **Marvin Josué Felipe Tomas**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga Anabella Córdova Estrada  
Decana

Guatemala, julio de 2019



/gdech



## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Por permitir llegar a esta etapa de la vida rodeado de mis seres queridos.
<b>Mis padres</b>	Saturnino Felipe y Elizabeth Tomás de Felipe, por creer y seguir creyendo en mí.
<b>Mi esposa</b>	Jennifer Yol de Felipe, por encontrarte en el proceso y continuar a mi lado hasta el día de hoy incondicionalmente.
<b>Mi hijo</b>	Esteban Daniel Felipe Yol, por ser el combustible para finalizar el proceso.
<b>Mis hermanos</b>	Oscar, Miriam y Ana, Felipe Tomas, que la vida nos mantenga siempre unidos.
<b>Mis tíos</b>	Ervin Tomas (q. e. p. d.), Otoniel y Sulía Tomas, por su apoyo sin interés a lo largo de mi vida.
<b>Mis sobrinos</b>	Jesimiel y David Felipe, Gabriela Méndez, por su agradable compañía, siempre.
<b>Mis abuelos</b>	Tranquilino Tomas (q. e. p. d.), Félix Felipe (q. e. p. d.), Elizabeth Alvarado (q. e. p. d.) y Paula Chiquitó (q.e.p.d.) por ser el inicio de todo.





## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por darme la oportunidad de pertenecer a dicha casa de estudios.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por brindarme las herramientas necesarias para ejercer la profesión.
<b>Mis amigos de la Facultad</b>	Salvador García, Juan Carlos Tuctuc, Alvaro Ramírez, Julio Prado, Rodrigo Chacón, David Alvarado, Hugo Salguero, Fernando Vicente, por ser parte fundamental de este proceso.
<b>Ing. Guillermo Melini</b>	Por compartir los conocimientos adquiridos durante su experiencia sin egoísmo.
<b>Ing. Ricardo Pinto</b>	Por la confianza brindada al inicio del ejercicio de la profesión. Siempre agradecido.
<b>Ing. Jorge Gallina</b>	Por su valiosa asesoría durante el desarrollo del trabajo de graduación.
<b>Ing. Selvyn Roquel</b>	Por el apoyo técnico durante la elaboración del trabajo de graduación.
<b>Ing. Abner Ramírez</b>	Por su asesoría en el ejercicio de la profesión.



## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS .....	IX
GLOSARIO .....	XI
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN.....	XVII
1. CONCEPTOS BÁSICOS.....	1
1.1. Electricidad.....	1
1.2. Tipos de electricidad.....	1
1.2.1. Electricidad estática.....	1
1.2.2. Electricidad cinética.....	1
1.3. Magnitudes y unidades de medición eléctrica.....	2
1.3.1. Tensión eléctrica.....	2
1.3.2. Intensidad de corriente.....	2
1.3.2.1. Corriente continua.....	2
1.3.2.2. Corriente alterna.....	3
1.3.3. Resistencia eléctrica.....	3
1.4. Tipos de voltaje.....	4
1.5. Distribución de la energía eléctrica.....	5
1.6. Unidades de distribución de acuerdo a ubicación del proyecto.....	6
1.7. Instalación eléctrica.....	7
1.8. Planos de una instalación eléctrica.....	7
1.8.1. Plano de mando.....	7

1.8.2.	Plano de fuerza .....	7
1.8.3.	Plano de instalaciones especiales.....	8
1.9.	Acometida eléctrica .....	8
1.10.	Circuito eléctrico.....	8
1.11.	Especificaciones técnicas .....	8
1.12.	Costo.....	8
1.13.	Planificación .....	9
1.14.	Supervisión .....	9
2.	INSTALACIONES ELÉCTRICAS.....	11
2.1.	Circuito eléctrico.....	11
2.1.1.	Fuente eléctrica.....	12
2.1.2.	Conductores eléctricos.....	12
2.1.2.1.	Alambre .....	12
2.1.2.2.	Cable.....	13
2.1.2.3.	Capacidad nominal de un conductor ....	14
2.1.3.	Interruptores eléctricos.....	15
2.1.3.1.	Interruptor simple .....	15
2.1.3.2.	Interruptor de tres vías .....	16
2.1.4.	Carga o receptor .....	17
2.2.	Tomas de corriente .....	18
2.3.	Unidades especiales .....	19
2.4.	Sistemas de protección al circuito.....	20
2.4.1.	Fusibles.....	20
2.4.2.	Interruptores termomagnéticos.....	21
2.5.	Tuberías para instalaciones eléctricas .....	22
2.5.1.	Poliducto.....	23
2.5.2.	Tubo rígido plástico .....	23
2.5.3.	Tubo rígido metálico .....	24

2.5.4.	Tubo flexible metálico .....	25
2.5.5.	Canaletas.....	26
2.6.	Elementos auxiliares para la conexión de tuberías .....	27
2.6.1.	Cajas rectangulares.....	27
2.6.2.	Cajas octagonales .....	28
2.6.3.	Acometida eléctrica .....	29
2.7.	Servicios eléctricos temporales .....	31
3.	PLANOS ELÉCTRICOS .....	33
3.1.	Diagrama eléctrico.....	33
3.1.1.	Diagrama topográfico .....	33
3.1.2.	Diagrama multifilar.....	34
3.1.3.	Diagrama de planta .....	35
3.2.	Simbología eléctrica .....	35
3.3.	Diseño de circuito eléctrico domiciliario.....	37
3.4.	Cuantificación de material a utilizar .....	49
3.5.	Cuantificación de mano de obra .....	51
3.5.1.	Método por circuitos .....	51
3.5.2.	Método por áreas.....	53
3.5.3.	Método por porcentajes .....	53
4.	POTENCIA Y CONSUMO ELÉCTRICO.....	57
4.1.	Potencia eléctrica .....	57
4.1.1.	Potencia promedio de elementos comunes.....	58
4.2.	Cálculo de protección para circuitos eléctricos.....	60
5.	PARÁMETROS A SUPERVISAR EN OBRA CIVIL.....	63
5.1.	Altura de cajas para interruptores, tomacorrientes y tablero principal .....	63

5.2.	Tuberías colocadas en losas de concreto reforzado .....	64
5.3.	Tubería colocada en muros tabiques y muros de carga.....	65
5.4.	Tubería en columnas y vigas estructurales .....	65
5.5.	Salud y seguridad ocupacional (SSO).....	67
5.5.1.	Casco de seguridad .....	67
5.5.2.	Gafas contra impacto .....	67
5.5.3.	Guantes de seguridad .....	67
5.5.4.	Calzado de seguridad .....	68
5.6.	Medidas preventivas para el trabajo en alturas .....	68
5.7.	Acciones de respuesta ante emergencias.....	68
CONCLUSIONES.....		71
RECOMENDACIONES .....		73
BIBLIOGRAFÍA.....		75

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Analogía magnitudes eléctricas .....	4
2.	Distribución y transporte de energía eléctrica .....	6
3.	Esquema de circuito eléctrico simple .....	11
4.	Alambre conductor .....	13
5.	Cable.....	13
6.	Esquema de conexión interruptor simple .....	16
7.	Esquema de conexión interruptor tres vías .....	16
8.	Esquema de tomacorriente con protección a tierra .....	19
9.	Fusibles.....	20
10.	<i>Flipon</i> o interruptor termomagnético.....	21
11.	Poliducto eléctrico .....	23
12.	Tubo rígido PVC.....	24
13.	Tubo rígido metálico eléctrico .....	25
14.	Tubo flexible metálico.....	25
15.	Canaletas PVC.....	26
16.	Caja rectangular .....	28
17.	Caja octagonal .....	28
18.	Especificaciones técnicas para acometidas .....	30
19.	Diagrama topográfico .....	34
20.	Diagrama multifilar .....	34
21.	Diagrama de planta .....	35
22.	Ambientes acotados.....	37
23.	Ubicación de tablero de distribución.....	38

24.	Ubicación de iluminación primer nivel.....	39
25.	Ubicación de iluminación segundo nivel .....	40
26.	Ubicación de tomacorrientes primer y segundo nivel.....	41
27.	Conexión de elementos de mando con tubería primer nivel .....	42
28.	Conexión de elementos de mando con tubería segundo nivel .....	43
29.	Conexión de elementos de fuerza con tubería primer nivel .....	44
30.	Conexión de elementos de fuerza con tubería segundo nivel .....	45
31.	Colocación de conductores de mando en tubería primer nivel .....	46
32.	Conductores de mando y fuerza en tubería segundo nivel.....	47
33.	Colocación de conductores circuito de fuerza segundo nivel .....	48
34.	Alturas de cajas a supervisar .....	64

## TABLAS

I.	Voltajes de servicio .....	5
II.	Código de colores para conductores en instalaciones eléctricas.....	14
III.	Capacidad nominal de conductores eléctricos.....	14
IV.	Tipos de lámparas y sus aplicaciones .....	17
V.	Unidades de cables según diámetro de tubería.....	26
VI.	Simbología circuito mando y circuito fuerza.....	36
VII.	Número de conductores por elemento.....	45
VIII.	Cuantificación de materiales .....	50
IX.	Integración de mano de obra método por circuitos .....	52
X.	Integración de mano de obra método por áreas .....	53
XI.	Integración de mano de obra método por porcentaje .....	54
XII.	Valores promedios de consumo aparatos comunes .....	58
XIII.	Potencia real consumida primer nivel .....	59
XIV.	Potencia real consumida segundo nivel.....	59
XV.	Cantidad de circuitos según consumo real .....	61



XVI. Tubería embebida permisible según área de columna..... 66



## LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
A	Amperios
Hz	Hertz
kV	Kilovoltios
$\Omega$	Ohmios
V	Voltios
W	Watts



## GLOSARIO

<b>AWG</b>	American Wire Gauge (Calibre cable americano).
<b>Circuito</b>	Recorrido cerrado con un punto de partida definido donde se regresa al origen.
<b>Cuantificación</b>	Expresar numericamente una magnitud.
<b>Dínamo</b>	Dispositivo que convierte la energía mecánica en energía eléctrica.
<b>Electrolítica</b>	Sustancia que tiene en su composición iones libres.
<b>Electromotriz</b>	Energía proveniente de cualquier fuente o medio que suministre corriente eléctrica.
<b>Electrón</b>	Partícula subatómica con carga eléctrica negativa.
<b>Embebido</b>	Colocación de un elemento dentro de otro.
<b>Estaño</b>	Material utilizado para aleaciones.
<b>Flipon</b>	Interruptor termomagnético.
<b>HP</b>	Unidad de medida para potencia en motor eléctrico.

<b>Led</b>	Diodo emisor de luz.
<b>Mezclón</b>	Combinación de agua, arena amarilla con menor cantidad de cemento utilizada para rellenos estructurales.
<b>Off</b>	Estado desactivado de un dispositivo.
<b>On</b>	Estado activo de un dispositivo.
<b>Plomo</b>	Metal sólido mal conductor de la electricidad.
<b>Polarizado</b>	Que tiene dos polos de distinta naturaleza.
<b>PVC</b>	Material termoplástico obtenido del cloruro de vinilo. ( <i>Polyvinyl chloride</i> )
<b>Silicona</b>	Químico con gran resistencia al calor.
<b>Three-way</b>	Tres vías.

## **RESUMEN**

Resulta de suma conveniencia el poder identificar en la planificación y desarrollo de una obra civil la importancia de una instalación eléctrica para el diseño y presentación de una oferta contra la demanda que el cliente pueda solicitar ante un ingeniero civil, por lo cual se busca poder presentar una guía práctica de la interpretación de planos antes y durante la ejecución, desde simbología en un plano hasta normas en cuanto a la colocación de elementos de un circuito eléctrico y de los componentes que el mismo conlleva en la obra así como el procedimiento legal para un servicio eléctrico útil para el desarrollo del proyecto, siendo de vital importancia la comunicación entre el Ingeniero Civil y los electricistas a cargo del proyecto.

Además, muchas veces en la integración de presupuestos a presentar, no se tiene claridad de cómo poder recibir remuneración por renglones de trabajo los cuales no son la especialidad de la carrera de ingeniería civil o de cómo retribuir económicamente un trabajo solicitado a una empresa subcontratada que nos brinde el servicio.





# OBJETIVOS

## General

Establecer la importancia que tiene una planificación adecuada y una supervisión constante de los aspectos eléctricos para el óptimo desarrollo de una obra civil para la maximización de minimización de recursos y maximización de utilidades.

## Específicos

1. Fundamentar los conceptos eléctricos básicos aplicados a la obra civil.
2. Interpretar la función y el comportamiento de la electricidad en un circuito eléctrico dentro de una obra civil mediante planos de diseño.
3. Enumerar renglones de trabajo para integrarlos en la presentación de un presupuesto.
4. Establecer parámetros de supervisión técnicos antes y durante el desarrollo de una obra civil respecto a temas eléctricos.
5. Definir la importancia en temas de seguridad ocupacional en el desarrollo de las actividades a realizar.



## INTRODUCCIÓN

Uno de las energías más utilizadas en la vida cotidiana, tanto en las actividades domésticas como industriales, es la electricidad. Básicamente es uno de los pilares que sostiene el desarrollo de un país en todos los sentidos.

El proceso del aprovechamiento de dicha energía abarca desde los procesos de generación, transporte y distribución de la misma, por ello es necesario un diseño para maximizar el aprovechamiento de este recurso.

Para un Ingeniero Civil es necesario un panorama amplio de temas eléctricos, ya que existe una relación estrecha entre oferta y demanda. En otras palabras, muchas veces el cliente requiere la presentación de un presupuesto, el cual debe ser lo más acertado posible para adjudicación de un proyecto teniendo como objetivo principal la satisfacción del cliente.

En el trabajo de graduación que se presentan conceptos básicos que se deben de conocer, materiales utilizados según sus características y aplicaciones en los tipos de construcción. Se propone un ejemplo práctico incluyendo el diseño para la posterior cuantificación de materiales a usar, así como la integración de mano de obra, lo cual es complicado al momento de retribuir un pago por servicio prestado además del diseño de un sistema de protección a toda la instalación a realizar garantizando un trabajo. Por último, se describe los aspectos técnicos a supervisar durante el desarrollo del proyecto para evitar imprevistos que afecten en el presupuesto inicial, así como, parámetros para asegurarnos la integridad física del personal a cargo durante las fases constructivas de un proyecto.



# **1. CONCEPTOS BÁSICOS**

## **1.1. Electricidad**

Es una propiedad física que se manifiesta cuando por una porción de materia fluye cierta cantidad de electrones. Esta forma de energía puede transformarse en otro tipo de energía, tales como luz, movimiento, fuerza, calor, sonido entre otros.

## **1.2. Tipos de electricidad**

Entre los diferentes tipos de electricidad que existen, se detallan los siguientes.

### **1.2.1. Electricidad estática**

Es aquella que se produce al añadir o quitar electrones a una sustancia o cuerpo por el principio de atracción y repulsión de cargas eléctricas.

### **1.2.2. Electricidad cinética**

Tipo de electricidad producida por el flujo de electrones a través de un cuerpo conductor por medio de una fuerza electromotriz.

### **1.3. Magnitudes y unidades de medición eléctrica**

En cualquier obra civil es necesario conocer las magnitudes eléctricas más importantes, por concepto y para la aplicación de criterios, siendo las principales:

#### **1.3.1. Tensión eléctrica**

Es la presión que se necesita para mover las cargas eléctricas de un punto a otro, siendo también conocido como voltaje. Su unidad de medida son los voltios. La mayoría de aparatos eléctricos y herramienta utilizada trabaja a 110 voltios, esto quiere decir que es necesaria una presión de 110 voltios para su funcionamiento. Los servicios domiciliarios y para industrias pequeñas que la empresa eléctrica brinda vienen definidos para 220 voltios, para medianas industrias manejan 480 voltios y para las grandes industrias se tienen plantas generadoras de energía pero que igualmente trabajan a voltajes de 480 voltios.

#### **1.3.2. Intensidad de corriente**

Se define como la cantidad de electrones que pasan por una sección del conductor en una unidad de tiempo, siendo su unidad de medida son los amperios. De acuerdo al tipo de flujo de los electrones, existen dos tipos de corriente:

##### **1.3.2.1. Corriente continua**

Es aquella corriente en donde el desplazamiento de los electrones se realiza de forma constante y siempre en el mismo sentido (sentido convencional), del polo positivo al negativo.

### **1.3.2.2. Corriente alterna**

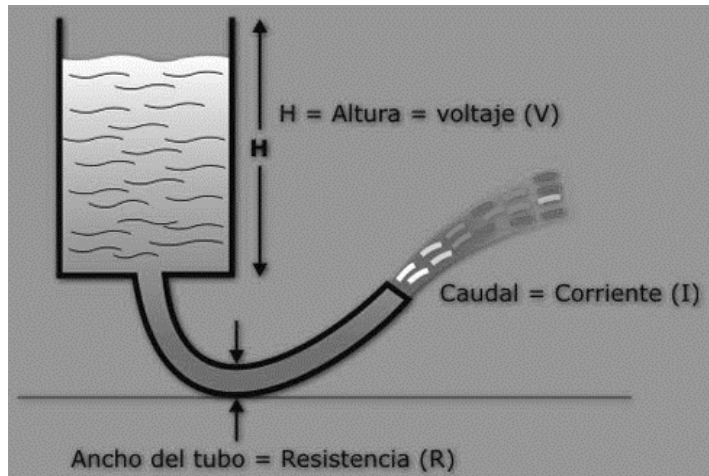
En este tipo de corriente el sentido y la cantidad de cargas eléctricas en movimiento, varían constantemente en una unidad de tiempo. Este cambio continuo recibe el nombre de frecuencia, siendo la unidad de medida el hertzio.

### **1.3.3. Resistencia eléctrica**

Se refiere a la oposición que presenta un material ante el paso de los electrones el cual varía de acuerdo al tipo del material a utilizar. Su unidad de medida es el ohmio. La resistencia depende de la longitud y sección del conductor a utilizar, para tramos muy largos aumenta la resistencia provocando pérdidas de voltaje las cuales no permiten el óptimo funcionamiento de la herramienta y maquinaria eléctrica. En cuanto a la sección, mientras más pequeña sea la sección ofrecerá una mayor resistencia ocasionando con ello el aumento considerable de temperatura que a su vez provocará más consumo de energía eléctrica haciendo más costoso el desarrollo del proyecto.

Una analogía práctica para la interpretación de los conceptos anteriores se muestra en la figura 1.

Figura 1. **Analogía magnitudes eléctricas**



Fuente. RAMIREZ VASQUEZ, José. *Instalaciones de baja tensión y cálculo de líneas eléctricas*.  
[www.potenciaelectronica-yesla.blogspot.com](http://www.potenciaelectronica-yesla.blogspot.com). Consulta: diciembre 2016.

#### 1.4. Tipos de voltaje

En una obra civil es de vital importancia cumplir con las especificaciones con las que se diseñó el servicio de energía eléctrica para evitar futuros contratiempos, por lo cual es necesario clasificar las instalaciones eléctricas los niveles de voltaje utilizados en los diferentes tipos de instalaciones eléctricas dependiendo de sus necesidades o servicios a utilizar.



Tabla I. **Voltajes de servicio**

<b>Tipo de servicio</b>	<b>Voltaje que suministra</b>
Extra alta tensión	Mayores a 1 000 kV
Alta tensión	230 kV
Mediana tensión	69 kV
Distribución	13,8 kV
Baja tensión	120, 208, 240 y 480 V

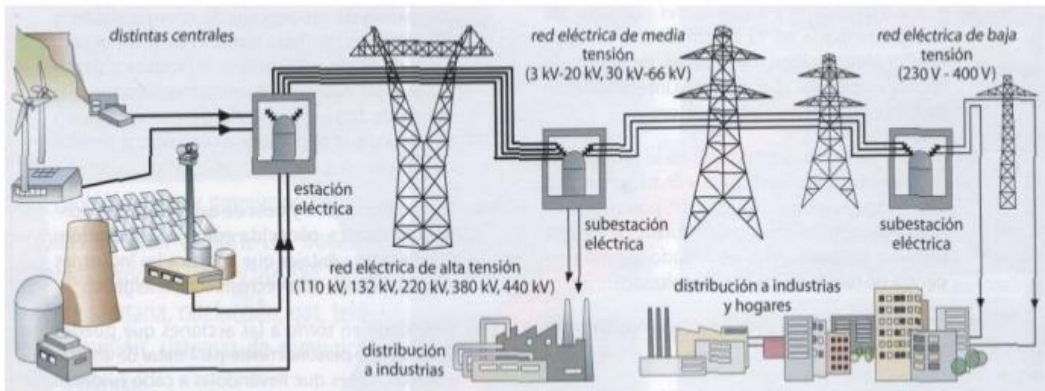
Fuente: EEGSA.

Cabe resaltar que las instalaciones de baja tensión son las que se definen como instalaciones residenciales o para industrias pequeñas, las de distribución son las que se utilizan para distribución de energía eléctrica a los comercios y medianas empresas. Mediana y alta, son las utilizadas para grandes industrias y por último las de extra alta tensión son aquellas que se manejan en centrales de generación eléctrica.

### **1.5. Distribución de la energía eléctrica**

El proceso de distribución de la energía inicia desde las centrales eléctricas, debido a que es imposible poder almacenar la energía generada es de vital importancia su distribución. La distribución de la energía inicia con redes de muy alta y alta tensión para evitar que las pérdidas sean notables, luego por medio de estaciones transformadoras las cuales están cercanas a los centros de consumo se transforma a redes de media y baja tensión, la cual es de acceso público.

Figura 2. **Distribución y transporte de energía eléctrica**



Fuente: EEGSA. <http://fisica.cubaeduca.cu/medias/interactividades/>. Consulta: enero 2017.

### 1.6. **Unidades de distribución de acuerdo a ubicación del proyecto**

Con el cambio climático es necesario tomar en cuenta el lugar en donde se va ubicar la instalación, así como también las condiciones de seguridad, dado que las consideraciones de elaboración de un proyecto no son las mismas, si se hace una construcción en un lugar seco como Zacapa o con clima húmedo como Cobán. Puede considerarse el tipo de instalación dependiendo de su ubicación en normales y especiales. Las normales son aquellas que se encuentran en interiores o exteriores. Las que se encuentran a la intemperie deben tener los accesorios necesarios para su correcto funcionamiento (cubiertas, empaques, sellos) y evitar la introducción de agua de lluvia en el cableado. Las que se consideran especiales son aquellas que se ubican en áreas con ambiente peligroso, como son industrias que tiene un ambiente enrarecido con productos explosivos.

## **1.7. Instalación eléctrica**

Se puede decir que es el conjunto de elementos necesarios para conducir y transformar la energía eléctrica en otro tipo de energía (calor, luz, movimiento, sonido, entre otros).

## **1.8. Planos de una instalación eléctrica**

Los planos son representaciones gráficas que indican la ubicación y funcionamiento de cada uno de los elementos que componen la instalación, básicamente se dividen en tres tipos:

### **1.8.1. Plano de mando**

Son aquellos planos que indican la ubicación de elementos que controlan el circuito, tales como interruptores, contactores y sensores de movimiento, así como la indicación de la ubicación de elementos de iluminación, como por ejemplo lámparas, reflectores entre otros.

### **1.8.2. Plano de fuerza**

En estos se indica la ubicación de elementos que permiten conectar aparatos eléctricos en ellos, siendo los principales los tomacorrientes de distintas capacidades.

### **1.8.3. Plano de instalaciones especiales**

Indican la ubicación de elementos especiales tales como cámaras de vigilancia, sistemas de audio, internet, cable, entre otros.

### **1.9. Acometida eléctrica**

Conjunto de accesorios y materiales necesarios para la obtención de energía eléctrica de una red de distribución eléctrica.

### **1.10. Circuito eléctrico**

Es el recorrido establecido por medio de conductores eléctricos para que fluya la corriente eléctrica.

### **1.11. Especificaciones técnicas**

Son los requisitos que aseguran el buen funcionamiento de las propiedades físicas establecidas de un producto o servicio.

### **1.12. Costo**

Resultado de la integración de materia prima, mano de obra, equipo utilizado, herramienta, maquinaria, prestaciones entre otros.

### **1.13. Planificación**

Plan estratégico que permite evaluar y optimizar los recursos, tanto humanos como físicos, para alcanzar el objetivo trazado tanto en tiempo como en costo.

### **1.14. Supervisión**

Se refiere a la observación para regular y registrar las actividades que se llevan a cabo dentro de un proyecto para cumplimiento de objetivos.

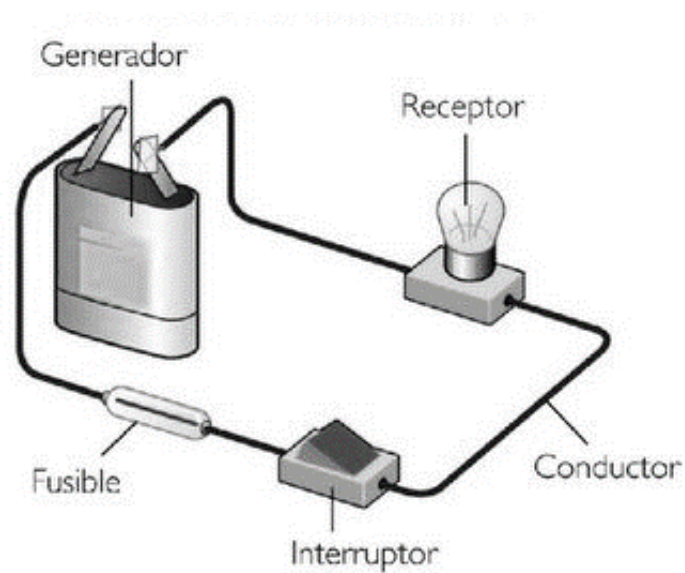


## 2. INSTALACIONES ELÉCTRICAS

### 2.1. Circuito eléctrico

El circuito está formado por todos los elementos que se enlazan de tal manera que fluya corriente eléctrica por él, para el funcionamiento de elementos que transformen la energía eléctrica en otro tipo de energía.

Figura 3. Esquema de circuito eléctrico simple



Fuente: EEGSA. [www.areatecnologia.com](http://www.areatecnologia.com). Consulta: diciembre 2016.

### **2.1.1. Fuente eléctrica**

Es el elemento que se encarga de proporcionar energía eléctrica al circuito. Las fuentes más usuales son los dínamos, los alternadores, las pilas y los paneles solares para corriente continua, para corriente alterna sería la planta generadora de electricidad.

### **2.1.2. Conductores eléctricos**

Son los elementos encargados de transportar la energía eléctrica a todos los elementos del circuito. Los conductores eléctricos se fabrican de secciones circulares, su sección transversal depende de la cantidad de corriente eléctrica a conducir. En las normas los conductores se han identificado por un número que corresponde a lo que comúnmente se conoce como calibre, en la actualidad se sigue llevando el sistema americano de designación AWG (American Wire Gauge). Los conductores están compuestos del alma del conductor, cuyo material es cobre o aluminio, y de aislamiento resistente a la abrasión y al fuego tales como el neopreno y las siliconas.

#### **2.1.2.1. Alambre**

Se conoce con ese término cuando el alma del conductor está formada por una sola alma maciza circular cubierta por aislante. Este conductor se encuentra en el mercado de acuerdo al calibre necesario, el cual va desde calibre núm. 16 hasta calibre núm. 10, siendo el alma del conductor de material cobre.



Figura 4. **Alambre conductor**



Fuente: EEGSA. [www.vitel.cl](http://www.vitel.cl). Consulta: diciembre 2016.

### 2.1.2.2. **Cable**

En este caso el alma del conductor se forma por varios hilos conductores trenzados entre sí sin aislamiento. Los calibres de los cables varían desde el calibre núm. 14 hasta el calibre cuatro ceros (para líneas de distribución de alto voltaje). El alma conductora del cable está formada por un material conductor, siendo para diámetros hasta núm. 10 de cobre y diámetros menores al calibre núm. 10 de material aluminio.

Figura 5. **Cable**



Fuente: EEGSA. [www.articulo.mercadolibre.com.mx](http://www.articulo.mercadolibre.com.mx). Consulta: diciembre 2016

Existe una normalización americana aplicada en el país para la identificación de los conductores en un circuito, siendo la siguiente:

Tabla II. **Código de colores para conductores en instalaciones eléctricas**

Línea	Color
Viva	Negro, rojo o azul
Neutra	Blanco
Protección a tierra	Verde o amarillo

Fuente: INTECAP. Electricista instalador industrial.

### 2.1.2.3. Capacidad nominal de un conductor

Esta capacidad depende de la relación de diámetro del alma del conductor, del tipo de aislante que posee y del nivel de temperatura al cual está sometido el conductor.

Tabla III. **Capacidad nominal de conductores eléctricos**

CAPACIDAD DE AMPERAJE ADMISIBLE			
Nivel de temperatura	60 °C	75 °C	90 °C
Tipo de aislante	TW	RHW, THW, THWN	THHN, XHHW2, THWN2
Calibre del conductor	Capacidad medida en amperios		
14 AWG	15 A	15 A	15 A
12 AWG	20 A	20 A	20 A
10 AWG	30 A	30 A	30 A
8 AWG	40 A	50 A	55 A
6 AWG	55 A	65 A	75 A
4 AWG	70 A	85 A	95 A
3 AWG	85 A	100 A	115 A

Continuación de la tabla III.

2 AWG	95 A	115 A	130 A
1 AWG	110 A	130 A	145 A
1/0 AWG	125 A	150 A	170 A
2/0 AWG	145 A	175 A	195 A
3/0 AWG	165 A	200 A	225 A
4/0 AWG	195 A	230 A	260 A

Fuente: EEGSA. [www.sistemasdefuerzayalumbrado.blogspot.com](http://www.sistemasdefuerzayalumbrado.blogspot.com) Consulta: diciembre 2016.

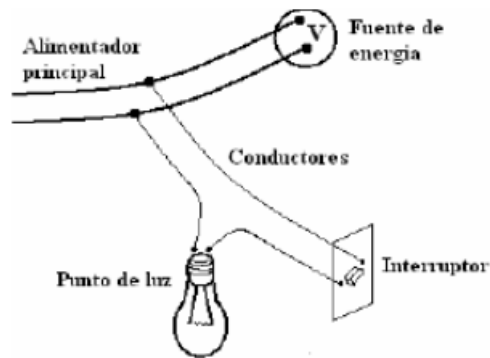
### **2.1.3. Interruptores eléctricos**

Son llamados también conmutadores y son los dispositivos electromecánicos que tienen como función poder controlar el uso de las cargas que se conectan al circuito por medio del corte o conexión del flujo de corriente eléctrica. Existen distintos dispositivos que cumplen dicha función, entre los principales están:

#### **2.1.3.1. Interruptor simple**

Está formado por un contacto fijo y otro móvil, situados en su interior con dos bornes para la conexión de los conductores del circuito. Este tipo de interruptor nos permite controlar uno o varios dispositivos desde una sola ubicación.

Figura 6. **Esquema de conexión interruptor simple**

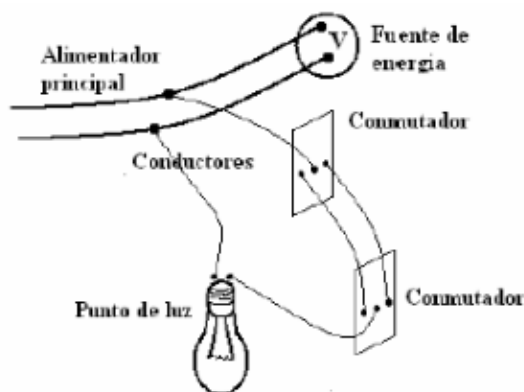


Fuente: EEGSA. [www.mejoreslinks-masdelaweb.com](http://www.mejoreslinks-masdelaweb.com). Consulta: enero 2017.

### 2.1.3.2. **Interruptor de tres vías**

También se le conoce en el ámbito de la construcción como interruptor three-way. Básicamente este interruptor permite controlar desde dos puntos distintos uno o más elementos de carga, siendo aplicado para pasillos o en habitaciones grandes.

Figura 7. **Esquema de conexión interruptor tres vías**



Fuente: EEGSA. [www.proart.pe](http://www.proart.pe). Consulta: enero 2017.

#### 2.1.4. Carga o receptor

Se define por carga, a los elementos que consumen y transforman la energía eléctrica en otro tipo de energía, como por ejemplo las lámparas, microondas, refrigeradoras, equipos de sonido, entre otros. Para obra civil uno de los elementos indispensables es la iluminación, por lo cual se debe considerar las siguientes recomendaciones al momento de escoger el tipo adecuado según la utilidad que tendrá la obra o proyecto.

Tabla IV. Tipos de lámparas y sus aplicaciones

Ámbito	Tipo de lámpara a utilizar
Domiciliar	<ul style="list-style-type: none"><li>• Incandescente</li><li>• Fluorescente</li><li>• Halógenas de baja potencia</li><li>• Fluorescentes compactas</li><li>• Led</li></ul>
Oficinas	<ul style="list-style-type: none"><li>• Alumbrado general: fluorescentes</li><li>• Alumbrado localizado: incandescentes y halógenas de baja tensión</li><li>• Led</li></ul>
Comercial	<ul style="list-style-type: none"><li>• Incandescentes</li><li>• Halógenas</li><li>• Fluorescentes</li><li>• Led</li><li>• Grandes superficies con techos altos: mercurio a alta presión y halogenuros metálicos</li></ul>
Industrial	<ul style="list-style-type: none"><li>• Todos los tipos</li><li>• Luminarias situadas a baja altura (menor a 6 m): fluorescentes</li><li>• Luminarias situadas a gran altura (mayor a 6 m): lámparas de descarga a alta presión montadas en proyectores</li><li>• Alumbrado localizado: incandescentes</li><li>• Led</li></ul>
Deportivo	<ul style="list-style-type: none"><li>• Luminarias situadas a baja altura: fluorescentes</li><li>• Luminarias situadas a gran altura: lámparas de vapor de mercurio a alta presión, halogenuros metálicos y vapor de sodio a alta presión</li><li>• Led</li></ul>

Fuente: EEGSA. [www.sistemasdefuerzayalumbrado.blogspot.com](http://www.sistemasdefuerzayalumbrado.blogspot.com) Consulta: diciembre 2016.

Las luminarias para lámparas incandescentes tienen su ámbito de aplicación básico en la iluminación doméstica. Por lo tanto, predomina la estética sobre la eficiencia luminosa. Sólo en aplicaciones comerciales o en luminarias para iluminación suplementaria se buscará un compromiso entre ambas funciones. Son aparatos que necesitan apantallamiento pues el filamento de estas lámparas tiene una luminancia muy elevada y pueden producir deslumbramientos.

En segundo lugar, se tienen las luminarias fluorescentes. Se utilizan mucho en oficinas, comercios, centros educativos, almacenes, industrias con techos bajos, entre otros. por su economía y eficiencia luminosa. Así pues, nos encontramos con una gran variedad de modelos que van de los más simples a los más sofisticados con sistemas de orientación de la luz y apantallamiento (modelos con rejillas cuadradas o transversales y modelos con difusores).

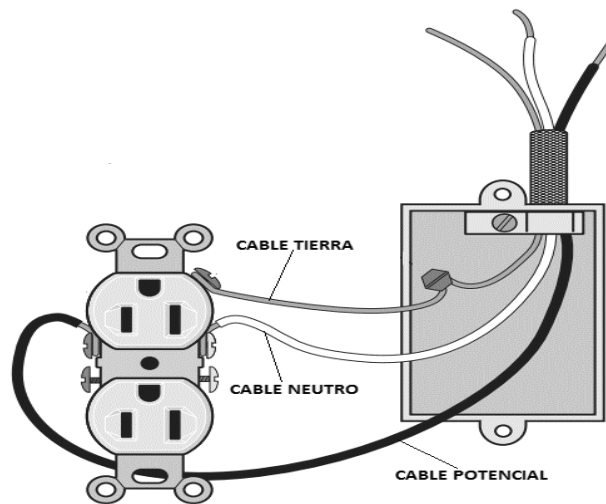
Por último, las luminarias para lámparas de descarga a alta presión. Estas se utilizan principalmente para colgar a gran altura (industrias y grandes naves con techos altos) o en iluminación de pabellones deportivos, aunque también hay modelos para pequeñas alturas. En el primer caso se utilizan las luminarias intensivas y los proyectores y en el segundo las extensivas. Las luces led van en todas las clasificaciones, ya que son eficientes al no permitir pérdidas de energía por calor y son fáciles de fabricar en relación a los otros tipos de lámparas, aparte que presentan un bajo consumo de potencia.

## **2.2. Tomas de corriente**

Son dispositivos que permiten anclar los receptores que utilizan la energía eléctrica y la transforman en luz, calor, sonido, movimiento, entre otros. En el mercado podemos encontrar tomacorrientes monofásicos o trifásicos, siendo

los primeros los más utilizados dentro de una obra civil domiciliar. Además, como medida de seguridad todos los tomacorrientes son polarizados, los cuales llevan acoplado un conductor que va conectado a la tierra física protegiendo el equipo de cualquier daño que pueda producir un cortocircuito en él o producir una descarga sobre el usuario.

Figura 8. **Esquema de tomacorriente con protección a tierra**



Fuente: EEGSA. [www.faradayos.blogspot.com](http://www.faradayos.blogspot.com). Consulta: enero 2017.

### 2.3. Unidades especiales

Son consideradas así, aquellas unidades que permitan la conexión de elementos tales como circuito de servicio de cable, teléfono e internet y cámaras de vigilancia.

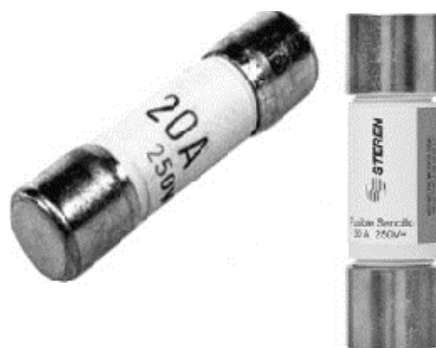
## 2.4. Sistemas de protección al circuito

Estos dispositivos cumplen con la función de proteger a los circuitos eléctricos de sobrecargas eléctricas producidas por la falta de resistencia en el mismo, los cuales producen sobrecalentamiento en los conductores pudiendo ocasionar en un momento determinado un incendio.

### 2.4.1. Fusibles

Son dispositivos que constan de un alambre o una cinta de aleación de plomo y estaño con un punto bajo de fusión, el cual se funde al existir una sobrecarga eléctrica haciendo que el circuito se desconecte y con ello aislar la corriente eléctrica para que no fluya por él. Al funcionar un fusible, prácticamente resulta inservible, por lo cual se debe retirar y colocar un nuevo elemento en el lugar que corresponda.

Figura 9. Fusibles



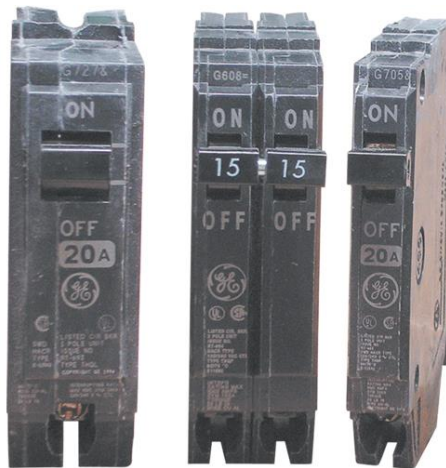
Fuente: EEGSA. [www.steren.com.gt](http://www.steren.com.gt). Consulta: enero 2017.



### 2.4.2. Interruptores termomagnéticos

Comúnmente este interruptor es llamado *flipon*. Estos interruptores son diseñados para abrir un circuito de forma automática cuando exista una sobrecarga que produzca aumento de calor en las líneas que transportan energía eléctrica al circuito por medio de un sistema magnético incorporado internamente. Cuando un *flipon* entra en acción y desconecta el circuito, basta con colocarlo en su posición *off* o apagado para luego posicionarlo en su posición *ON* o de encendido para que vuelva a funcionar, si en caso alguno la sobrecarga sobrepasa considerablemente la capacidad del interruptor éste quemara sus platinos internos y quedaría inservible, por lo cual deberá reemplazarse.

Figura 10. ***Flipon* o interruptor termomagnético**



Fuente: EEGSA. [www.proelca.com](http://www.proelca.com). Consulta: enero 2017.

Para ambos dispositivos de protección resulta conveniente tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- Los circuitos deben separarse, tanto para alumbrado general, para tomacorrientes y para circuitos especiales, cada uno con su respectivo elemento de protección.
- De acuerdo con la capacidad de carga así será el dispositivo de protección, debido a que, si la capacidad del elemento es mucho mayor que la capacidad de diseño, el elemento no podrá percibir la sobrecarga y por lo tanto, será inútil su colocación. Y si la capacidad del dispositivo de protección es menor a la capacidad de diseño, éste se disparará o desconectará cada vez que se utilicen los elementos a los cuales protege.
- Las capacidades comerciales varían de acuerdo a las necesidades que se tienen para la colocación de los dispositivos de protección mediante un previo cálculo de las cargas a las cuales se les va suministrar energía eléctrica. Dichas capacidades varían desde 20 hasta 600 amperios.

## **2.5. Tuberías para instalaciones eléctricas**

Son dispositivos cilíndricos los cuales tienen la función de contener y proteger a los conductores de forma una instalación eléctrica, permitiendo colocarlos dentro de la fundición de una losa, en un muro de block, ladrillo o en un tabique de material prefabricado o de forma externa sobre el techo o paredes. Los materiales y diámetros de este tipo de tubería dependen de la cantidad de conductores que van a transportar, así como de la ubicación en la que se van a encontrar.

### 2.5.1. Poliducto

Son tubos flexibles fabricados de plásticos PVC, por la versatilidad que presentan ante fuerzas de flexión resultan idóneas para la colocación de instalaciones eléctricas dentro de la fundición de una losa de concreto, así como en la colocación de tubería subterránea, no necesitando de dobleces, sino que el mismo adquiere la forma que se desea. Su venta comercial se presenta en metros lineales y su costo es bajo en relación a otro tipo de tubería. Los diámetros de poliducto varían de ½ pulgada hasta 4 pulgadas.

Figura 11. Poliducto eléctrico



Fuente: Poliducto eléctrico. [www.inguaplast.com](http://www.inguaplast.com). Consulta: enero 2017.

### 2.5.2. Tubo rígido plástico

Son tubos fabricados de PVC y se utilizan básicamente en instalaciones las cuales van colocadas dentro de muros o tabiques, así como en instalaciones que se encuentren en la superficie donde la fuerza mecánica a la que se somete no es significativa. Vienen en longitudes unitarias de 6 metros, para

dobleces es necesario de codos a 90° así como de juntas conectoras para poder extender más de 6 metros de su longitud.

Figura 12. **Tubo rígido PVC**



Fuente: Tubo rígido PVC. [www.espacioyconfort.com.ar](http://www.espacioyconfort.com.ar). Consulta: enero 2017.

### **2.5.3. Tubo rígido metálico**

Son aquellos que requieren técnicas y herramientas especiales para realizar dobleces a 90°. Este tipo de tubería se construye de acero y aleaciones de aluminio empleándose principalmente en instalaciones de superficie donde se requiere bastante protección mecánica de los conductores, así como cuando pueden estar en contacto con tuberías de agua que pudieran causar problemas a la instalación eléctrica. Vienen en medida de 6 metros de longitud y necesita de conectores metálicos para su unión y acople.

Figura 13. **Tubo rígido metálico eléctrico**



Fuente: Tubo rígido metálico eléctrico. [www.homedepot.com.mx](http://www.homedepot.com.mx). Consulta: enero 2017.

#### 2.5.4. **Tubo flexible metálico**

Básicamente son anillos entrelazados entre sí que forman una estructura metálica recubiertos con una envolvente de material PVC. La cubierta puede ser lisa o corrugada y son diseñados para soportar grandes flexiones sin deteriorarse. Son ideales para trabajar en temperaturas comprendidas entre -5 y 60 °C.

Figura 14. **Tubo flexible metálico**



Fuente: Tubo flexible metálico. [www.electricidadlynch.com](http://www.electricidadlynch.com). Consulta: enero 2017.

### 2.5.5. Canaletas

Son canales rectangulares de plásticos PVC provistos de una tapa longitudinal en el cual es posible adherirlos a la superficie en la que se necesite la instalación para colocar los conductores ya sea de mando, fuerza o especiales para luego cubrir con la tapa. Su resistencia a fuerzas mecánicas es mínima, pero se utilizan con fines estéticos.

Figura 15. **Canaletas PVC**



Fuente: Canaletas PVC. [www.siderplast.com.pe](http://www.siderplast.com.pe). Consulta: enero 2017.

Para cada tipo de tubería descrita, existe un número permisible de conductores, de acuerdo a su diámetro interno:

Tabla V. **Unidades de cables según diámetro de tubería**

Número permisible de conductores por tubería								
AWG	1	2	3	4	5	6	7	8
14	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	3/4"	3/4"	1 1/4"	1 1/4"
12	1/2"	1/2"	1/2"	3/4"	3/4"	1 1/4"	1 1/4"	1 1/4"
10	1/2"	3/4"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"

Continuación de la tabla V.

8	1/2"	3/4"	3/4"	1 1/4"	1 1/4"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"
6	1/2"	1 1/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	2"
4	1/2"	1 1/4"	1 1/4"	1 1/2"	1 1/2"	2"	1 1/2"	2"
3	3/4"	1 1/4"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2"	2"	2 1/2"
2	3/4"	1 1/4"	1 1/4"	2"	2"	2"	2 1/2"	2 1/2"
1	3/4"	1 1/2"	2"	2"	2 1/2"	2 1/2"	3"	3"
1/0	1"	1 1/2"	2 1/2"	2 1/2"	3"	3"	3"	3 1/2"
2/0	1"	2"	2 1/2"	2 1/2"	3"	3"	3"	3 1/2"
3/0	1"	2"	2"	2 1/2"	3"	3"	3"	3 1/2"
4/0	1 1/4"	2"	2 1/2"	3"	3"	3 1/2"	4"	4"

Fuente: EEGSA. [www.es.slidershare.net](http://www.es.slidershare.net). Consulta: enero 2017.

## 2.6. Elementos auxiliares para la conexión de tuberías

Las cajas de conexiones son los elementos que cumplen con la función de conectar la tubería entre cada una de las ramas de distribución, las cuales son idóneas para ubicar elementos de mando como lo son los interruptores, para ubicación de iluminación y para la colocación de tomacorriente.

### 2.6.1. Cajas rectangulares

Son las que regularmente se utilizan para colocar en ellas interruptores, tomacorrientes, terminales de cable telefónico, audio o video. Son cajas fabricadas de metal o plásticas las cuales van empotradas dentro del muro o tabique o sobrepuestas en la superficie que se desee. Poseen perforaciones troqueladas las cuales permiten la conexión entre tubería de distinto diámetro hasta ocho tubos en una misma caja.

Figura 16. **Caja rectangular**



Fuente: Caja rectangular. [www.sodimac.com.ar](http://www.sodimac.com.ar). Consulta: enero 2017.

### 2.6.2. **Cajas octagonales**

Son cajas de ubicación las cuales son colocadas empotradas dentro de la losa de techo o sobre la misma. En ella puede conectarse hasta 12 tubos de distinto diámetro, aunque no es lo aconsejable. Pueden ser de metal o plásticas, permitiendo que en ellas pueda realizarse conexiones de conductores y la colocación de elementos de iluminación.

Figura 17. **Caja octagonal**



Fuente: Caja octagonal. [www.pvctecno.com.ar](http://www.pvctecno.com.ar). Consulta: enero 2017.



### **2.6.3. Acometida eléctrica**

Básicamente será la instalación de enlace entre las líneas de distribución que ofrece la empresa que distribuye electricidad y la instalación eléctrica propia de la obra civil. Razón por la cual debe cumplirse con los requisitos que presenta la empresa para evitar cualquier tipo de contratiempo que pueda afectar el comienzo y desarrollo de un proyecto.

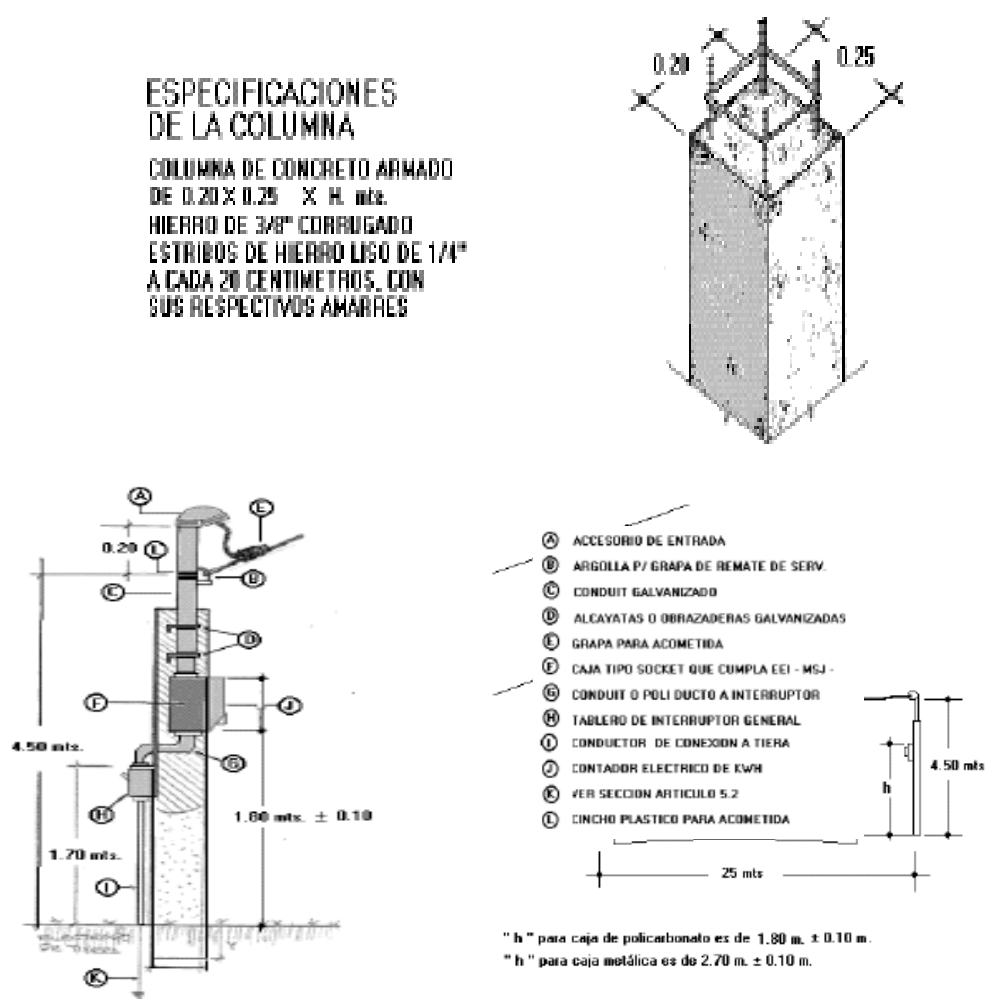
En este caso la Empresa Eléctrica de Guatemala S.A. enumera de manera general los siguientes requerimientos para la solicitud del servicio. Los principales requerimientos son los siguientes:

- Los accesorios de la acometida pueden ser instalados en una pared o en una columna de concreto armado con 4 varillas de hierro de diámetro mínimo de 3/8 de pulgada con sus estribos y amarres respectivos.
- La acometida de servicio podrá ser aérea o subterránea. Cuando el usuario prefiera acometida subterránea, deberá cubrir el diferencial de los costos entre acometida aérea y la subterránea.
- El medidor de energía estará protegido por un medio general de desconexión.
- En forma independiente del tablero de distribución interno si la distancia entre el medidor de energía y el tablero es mayor de 10 metros.
- En forma independiente o integrado al tablero de distribución interno si la distancia entre el medidor de energía y el tablero, es menor de 10 metros.
- Todo inmueble podrá alimentarse hasta con cinco acometidas siempre que sean unidades independientes plenamente identificadas. Los medidores de energía estarán ubicados en un lugar con acceso desde la vía pública y podrán estar separados o acoplados; en el último caso, los

acoplamientos serán conectados internamente con cable de cobre calibre núm. 4.

- El diámetro del tubo conduit para la acometida debe ser de dos pulgadas.
- La altura de la caja del medidor debe ser de  $1,80 \pm 0,1$  metros.

Figura 18. Especificaciones técnicas para acometidas



Fuente: Normas EEGSA. Consulta: diciembre 2016.

## **2.7. Servicios eléctricos temporales**

Al llevarse a cabo una obra civil la energía eléctrica será un elemento importante a considerar en cada proceso o fase de la construcción, desde trazo o nivelación en un sótano, hasta la colocación de acabados finales tales como puertas, ventanas, entre otros. razón por la cual debe tenerse al alcance en todo momento. En caso de que no exista un servicio eléctrico en el lugar resulta conveniente la solicitud de un servicio temporal para la utilización de energía, para posteriormente utilizar el servicio ya formal cumpliendo con los requisitos descritos con anterioridad. Dicho servicio temporal abarca desde la solicitud hasta aproximadamente un año de duración para luego de ese tiempo pasar el servicio por contrato.

Para solicitar un servicio temporal debe presentarse lo siguiente:

- Escritura de la propiedad de la ubicación del proyecto, contrato de compra-venta o el contrato de arrendatario según sea el caso.
- En caso de persona particular el documento personal de identificación.
- En caso de una empresa o razón social debe presentarse la patente de comercio, patente de sociedad y otros documentos que la avalen como empresa registrada, así como el documento personal de identificación del representante legal.
- En caso de arrendamiento, la empresa o razón social debe adjuntar una carta en la cual el propietario accede a la colocación del servicio eléctrico en su propiedad.
- Presentar lleno el formulario de solicitud de la empresa eléctrica.



## **3. PLANOS ELÉCTRICOS**

### **3.1. Diagrama eléctrico**

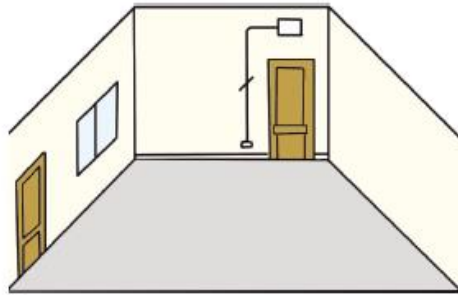
Un diagrama eléctrico será la representación gráfica de un circuito eléctrico. Esta será la razón por la cual debe de existir un lenguaje que permita la interpretación de dichas representaciones.

Para una eficiente lectura de diagramas de una instalación eléctrica, que por lo regular rige la colocación de tubería al momento de la construcción de un muro o pared o ante la colocación de concreto para la fundición de una losa, será de suma importancia identificar la ubicación de los elementos que conforman el circuito para evitar colocar tubería cuando ya se haya finalizado el proceso constructivo de la obra civil.

#### **3.1.1. Diagrama topográfico**

Es una representación de la instalación en perspectiva, la cual generalmente se hace individualmente para cada ambiente que conforma la obra civil en conjunto, resultando de utilidad para la ubicación correcta de cajas de derivación y registro.

Figura 19. **Diagrama topográfico**

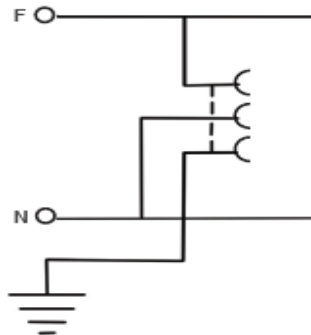


Fuente: Diagrama topográfico. [angelmicelti.github.io](https://github.io/angelmicelti). Consulta: enero 2019.

### 3.1.2. **Diagrama multifilar**

Este esquema también es llamado esquema real, ya que permite una rápida comprensión del funcionamiento de cada circuito, tanto de los conductores y elementos que lo conforman. Se utiliza para esquemas de circuitos domiciliarios básicos.

Figura 20. **Diagrama multifilar**



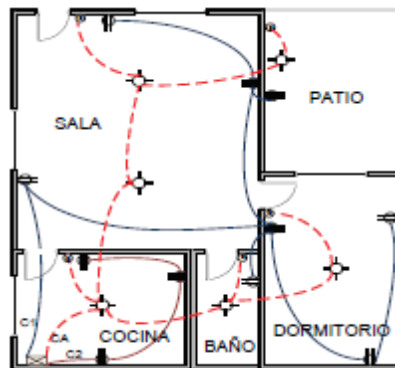
Fuente: Diagrama multifilar. [www.sites.google.com/a/3qsoft.es/curso-electricidad-basica/instalaci3n-de-una-vivienda](https://www.sites.google.com/a/3qsoft.es/curso-electricidad-basica/instalaci3n-de-una-vivienda). Consulta: enero 2019.

### 3.1.3. Diagrama de planta

Es el esquema que se utiliza a menudo, ya que involucra todos los elementos del circuito de la obra civil en su totalidad indicando en él la ubicación exacta de luces, interruptores, tomacorrientes, tableros de distribución, así como redes telefónicas o de cable.

En el sistema constructivo de obra civil, dentro del juego de planos siempre incluye un esquema de planta, que el constructor deberá acatar según las especificaciones, ya que al momento de equipar los ambientes podría representar cierto tipo de inconvenientes por medidas de muebles u de otros accesorios.

Figura 21. Diagrama de planta






















Fuente: Diagrama de planta. [www.rekursostic.educacion.es](http://www.rekursostic.educacion.es). Consulta: enero 2019.













### 3.2. Simbología eléctrica

La simbología eléctrica facilitará la elaboración e interpretación de los planos eléctricos. Con símbolos se pueden representar cada uno de los

elementos que conforman un circuito eléctrico, siendo desde un interruptor simple o sencillo hasta un circuito de bomba para el suministro de agua potable a una edificación o para alguna urbanización.

Tabla VI. **Simbología circuito mando y circuito fuerza**

SIMBOLOGÍA DE ILUMINACIÓN			
SÍMBOLO	SIGNIFICADO	SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	ILUMINACIÓN EN CIELO		INTERRUPTOR SIMPLE
	ILUMINACIÓN EN PARED TIPO PLAFONERO		INTERRUPTOR DOBLE
	ILUMINACIÓN PARA PROYECTORES (REFLECTORES)		INTERRUPTOR TRIPLE
	LÍNEA NEUTRAL CALIBRE INDICADO		INTERRUPTOR THREE WAY(3 VÍAS)
	LÍNEA DE PUENTE CALIBRE INDICADO		INTERRUPTOR Y TOMACORRIENTE Y LAMPARA SIMPLE.
	LÍNEA VIVA CALIBRE INDICADO		TABLERO DE DISTRIBUCIÓN
	LÍNEA DE RETORNO CALIBRE INDICADO		CONTADOR H=2.7 S.N.B.T.
	TUBO PVC ELÉCTRICO DIÁMETRO INDICADO EMPOTRADO EN LOSA		SALIDA DE INSTALACIÓN DE TIMBRE
	TUBO PVC ELÉCTRICO DIÁMETRO INDICADO EMPOTRADO EN PARED		PULSOR DE TIMBRE
	TUBO PVC ELÉCTRICO DIÁMETRO INDICADO EMPOTRADO PARED/PISO	.	.

SIMBOLOGÍA DE FUERZA			
SÍMBOLO	SIGNIFICADO	SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	LÍNEA NEUTRAL CALIBRE INDICADO		TOMACORRIENTE SIMPLE 240 V.
	LÍNEA VIVA CALIBRE INDICADO		TOMACORRIENTE SALIDA PARA DUCHA 120 V.
	LÍNEA DE TIERRA CALIBRE INDICADO		TOMACORRIENTE SIMPLE 120 V.
	TUBO PVC ELÉCTRICO DIÁMETRO INDICADO EMPOTRADO EN LOSA		TOMACORRIENTE DOBLE 120 V.
	TUBO PVC ELÉCTRICO DIÁMETRO INDICADO EMPOTRADO EN PARED		TOMACORRIENTE TRIPLE 120 V.
	TUBO PVC ELÉCTRICO DIÁMETRO INDICADO EMPOTRADO EN PISO		TABLERO DE DISTRIBUCIÓN

Fuente: elaboración propia.

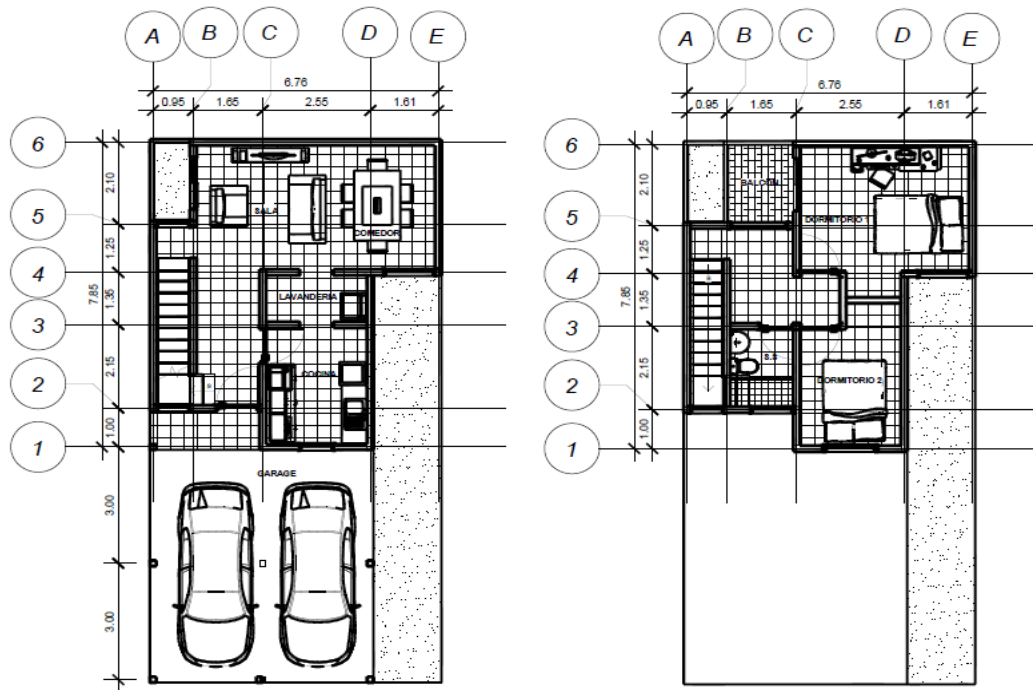


### 3.3. Diseño de circuito eléctrico domiciliario

Además de permitir la ubicación de elementos del circuito, es posible mediante un plano de planta la cuantificación de materiales para la elaboración de un presupuesto al momento de presentar una oferta. Básicamente para cada ambiente de un domicilio será necesario la colocación de una lámpara, un tomacorriente y un interruptor, aunque dependiendo del área del lugar los elementos del circuito pueden ir aumentando.

Por ejemplo, se tienen los siguientes ejemplos de ambientes, procediéndose luego a dibujar el diagrama eléctrico del circuito.

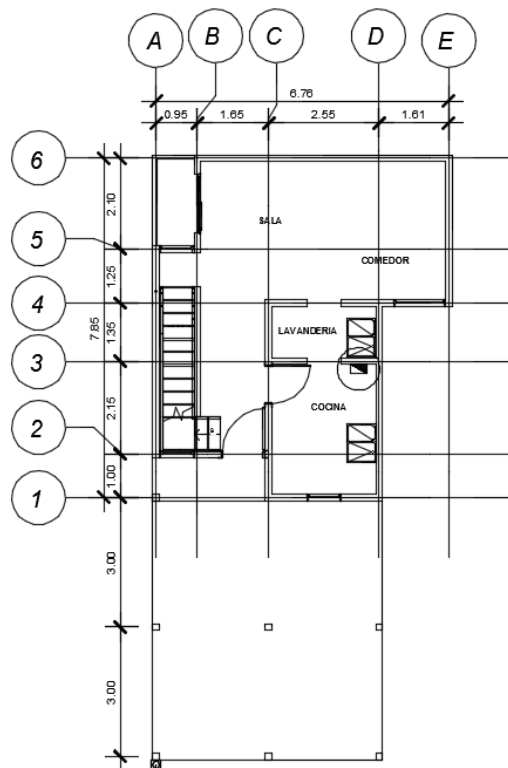
Figura 22. Ambientes acotados



Fuente: elaboración propia.

Lo primero por definir es la ubicación del tablero de distribución, el cual deberá ubicarse en un lugar de fácil acceso ante cualquier emergencia que se necesite para poder cortar por completo la energía a todo el circuito en la obra. Cabe mencionar que dicho tablero será la conexión entre la acometida del alumbrado público suministrado por la empresa eléctrica y el proyecto de obra civil ejecutado. Luego corresponde entrelazar cada una de las iluminaciones entre sí, siguiente será asignarle a cada una de las iluminaciones su interruptor correspondiente. En el ejemplo se coloca un circuito de tres vías, el cual permitirá que podamos encender y apagar las lámparas de las gradas desde la planta baja o planta alta.

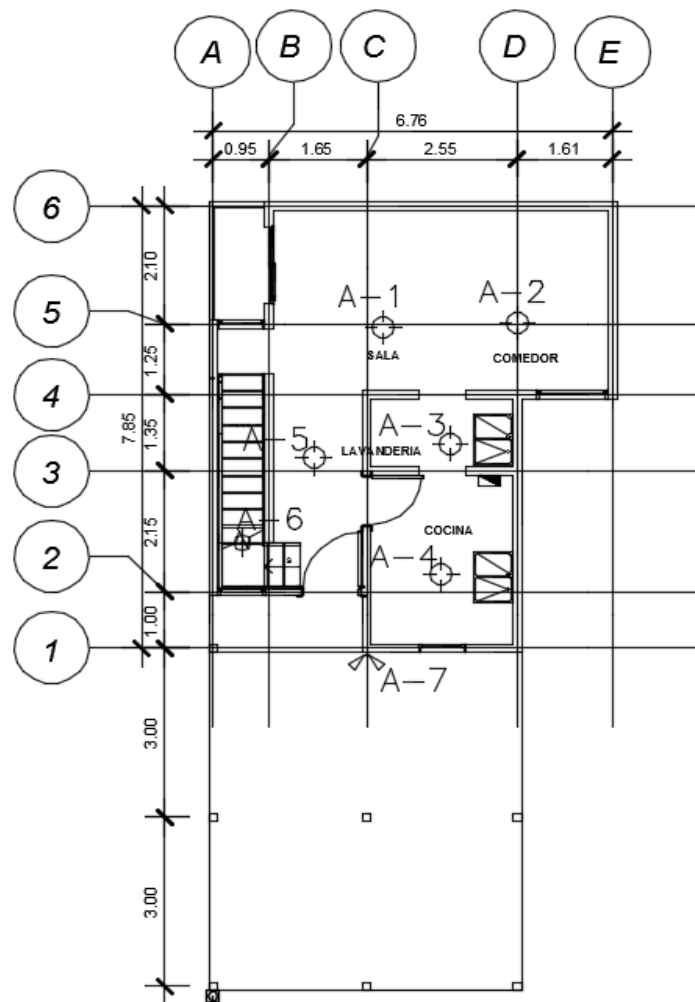
Figura 23. **Ubicación de tablero de distribución**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2017.

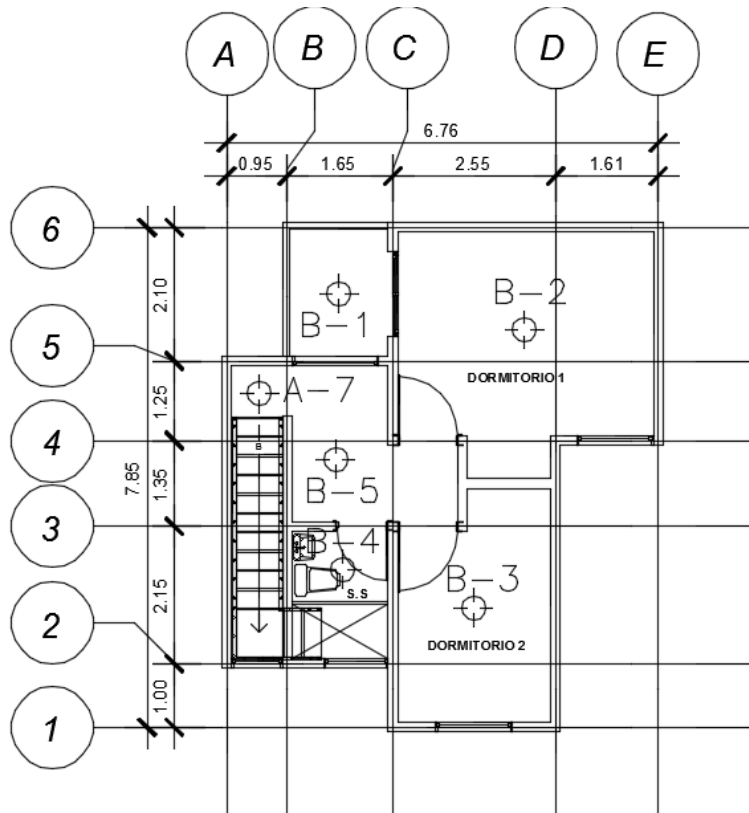
Lo que prosigue a ubicar será la iluminación, que por lo regular irá al centro del área del ambiente a diseñar. Si un ambiente fuera amplio, entonces se puede colocar una lámpara adicional o como en el ejemplo a realizar se puede colocar una lámpara en pared para iluminación de gradas. Se indican dos circuitos, A y B para un balanceo correcto en las líneas de alimentación para evitar así sobrecargas que afecten la capacidad del conductor a utilizar.

Figura 24. **Ubicación de iluminación primer nivel**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2017.

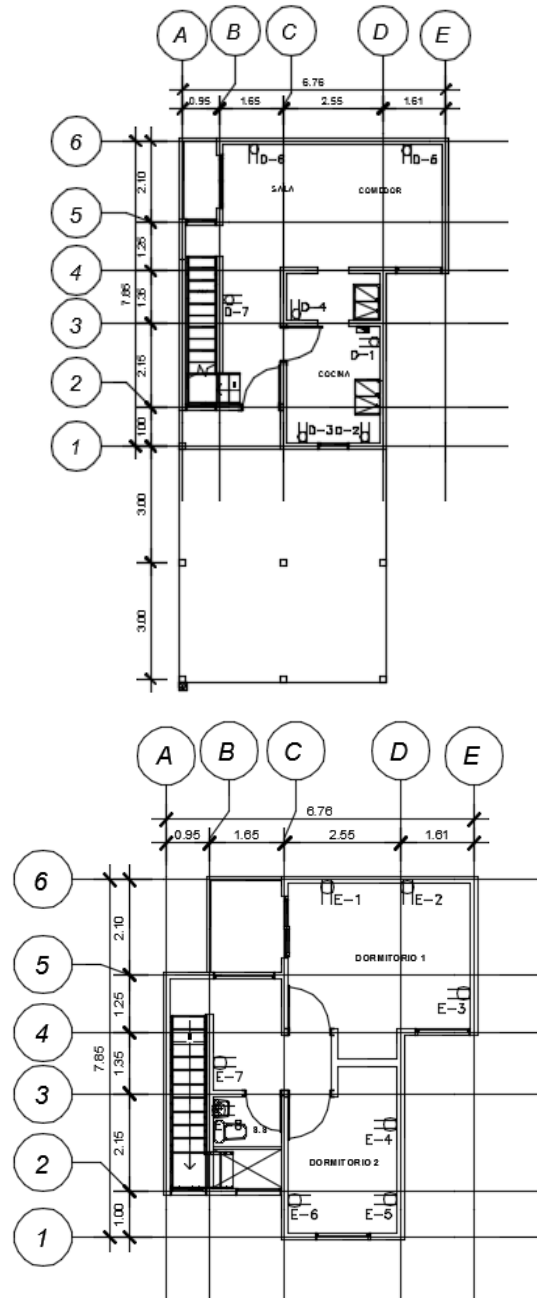
Figura 25. **Ubicación de iluminación segundo nivel**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2017.

A continuación, se procede a colocar los tomacorrientes en lugares definidos ya sea por ubicación de muebles o requerimientos especiales, como por ejemplo la ubicación electrodomésticos u otros elementos que necesiten energía eléctrica para su funcionamiento. Para entrelazar los tomacorrientes la mayoría de veces se lleva con tubería subterránea la cual se coloca antes de la fundición de piso de concreto o antes del mezlón para nivelar el suelo en un primer nivel.

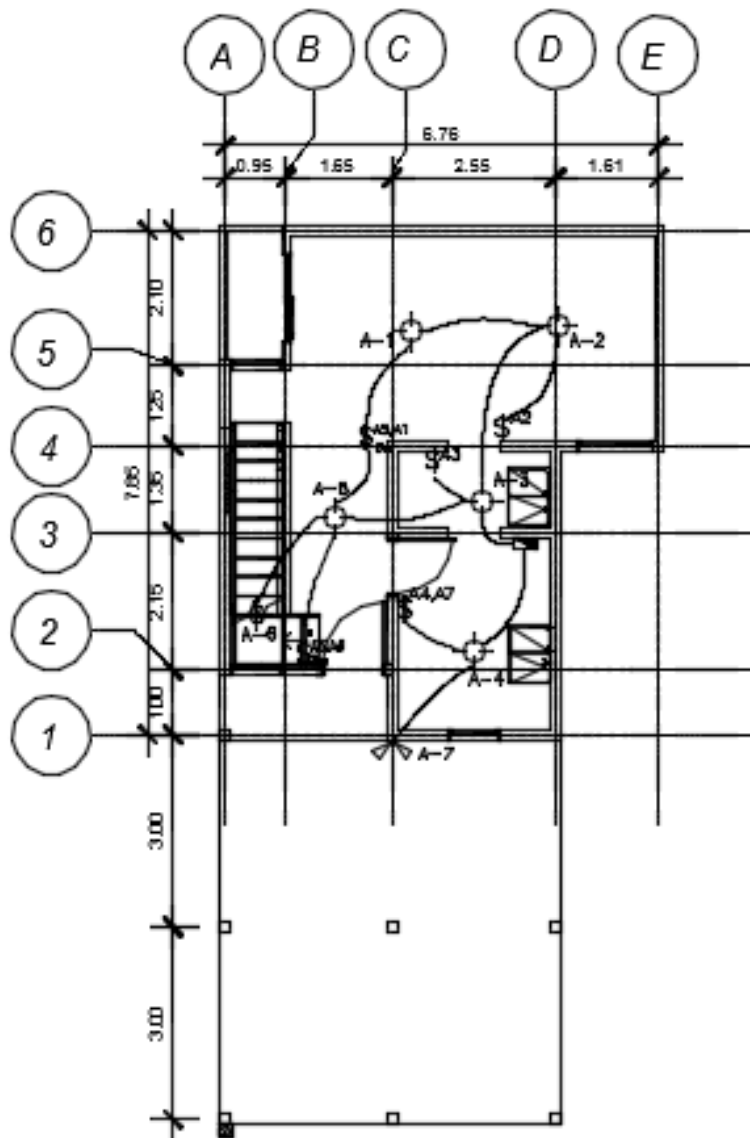
Figura 26. Ubicación de tomacorrientes primer y segundo nivel



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2017.

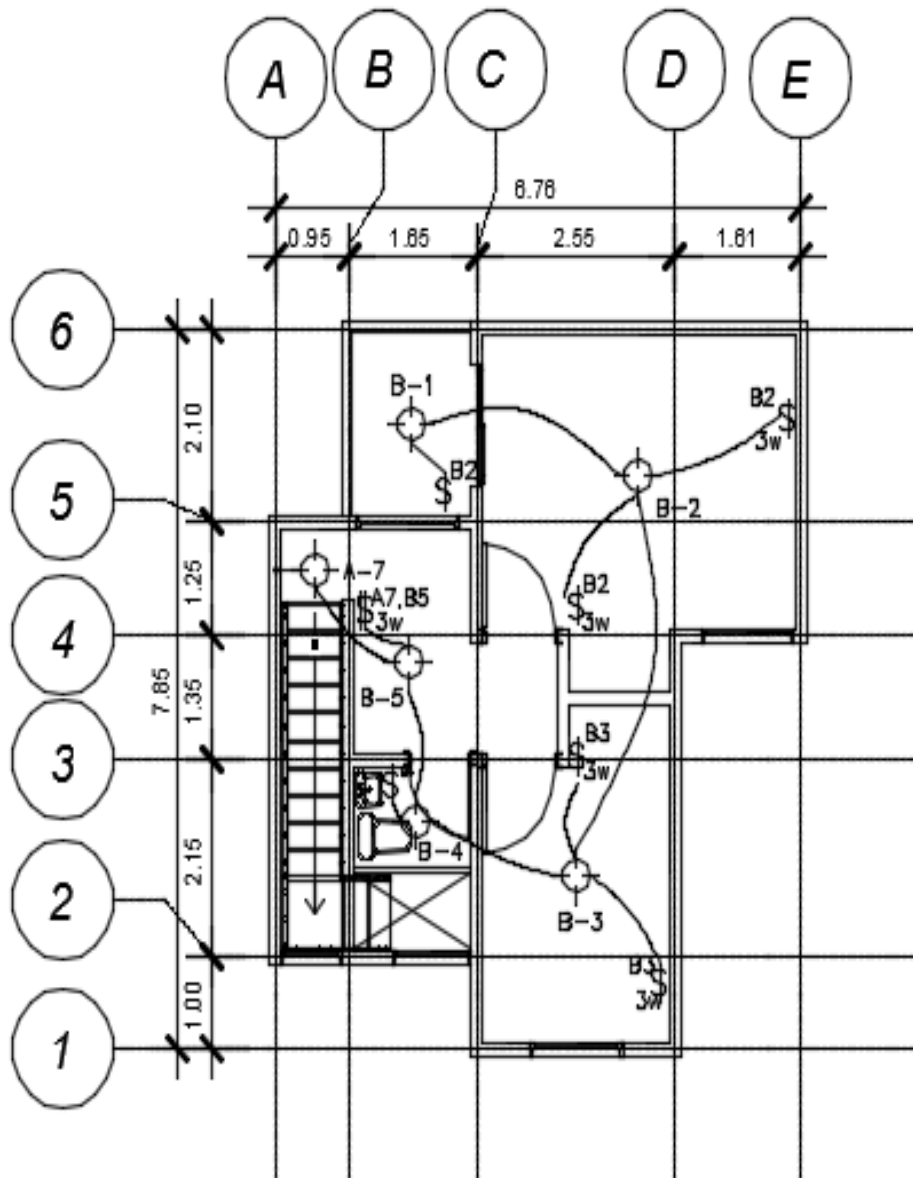
Luego debe realizarse la conexión entre cada uno de los puntos que necesitamos alimentar, tanto a circuitos de mando (interruptores) como al circuito de fuerza (tomacorrientes).

Figura 27. **Conexión de elementos de mando con tubería primer nivel**



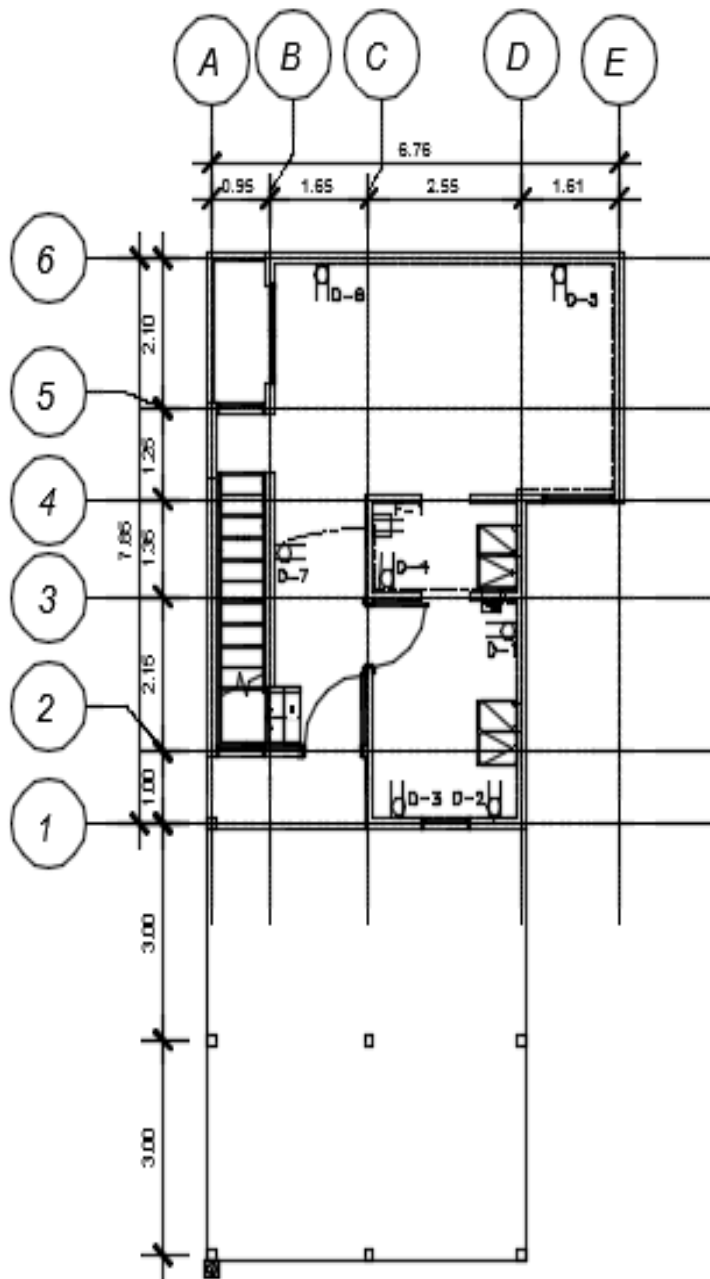
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2017.

Figura 28. Conexión de elementos de mando con tubería segundo nivel



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2017.

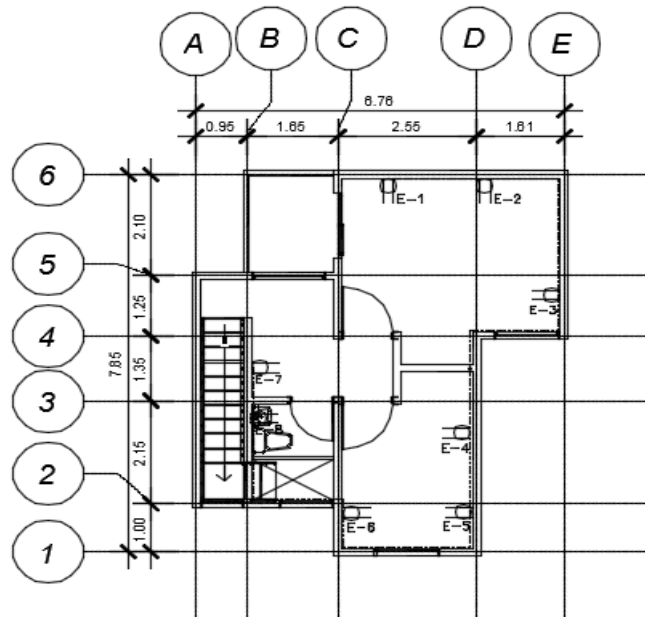
Figura 29. Conexión de elementos de fuerza con tubería primer nivel



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2017.



Figura 30. **Conexión de elementos de fuerza con tubería segundo nivel**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2017.

Por último, deberá indicarse la cantidad de cables que se introduce en la tubería de cada elemento a conectar, como referencia se puede tener la tabla VII de conductores necesarios para su funcionamiento:

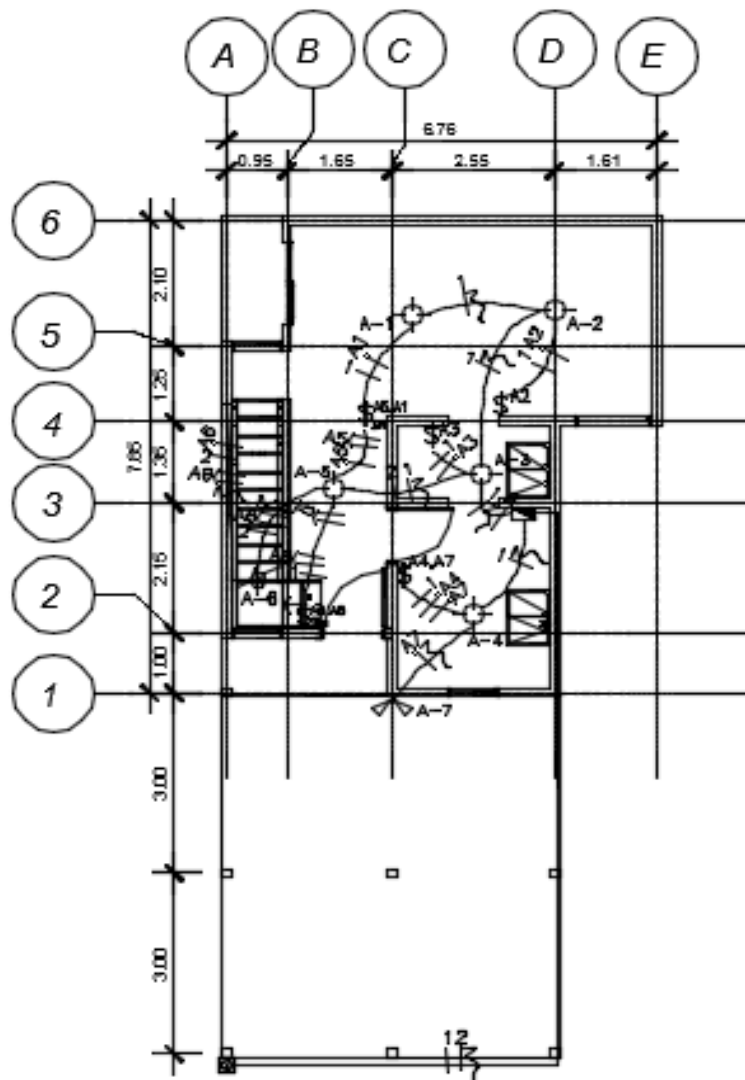
Tabla VII. **Número de conductores por elemento**

Elemento	No. de conductores	Descripción
Tomacorriente 110 V	2	Línea viva + línea neutra
Tomacorriente 220 V	3	2 líneas vivas + línea neutra
Lámpara	2	Retorno + línea neutra
Interruptor	2	Línea viva + retorno

Fuente: elaboración propia.

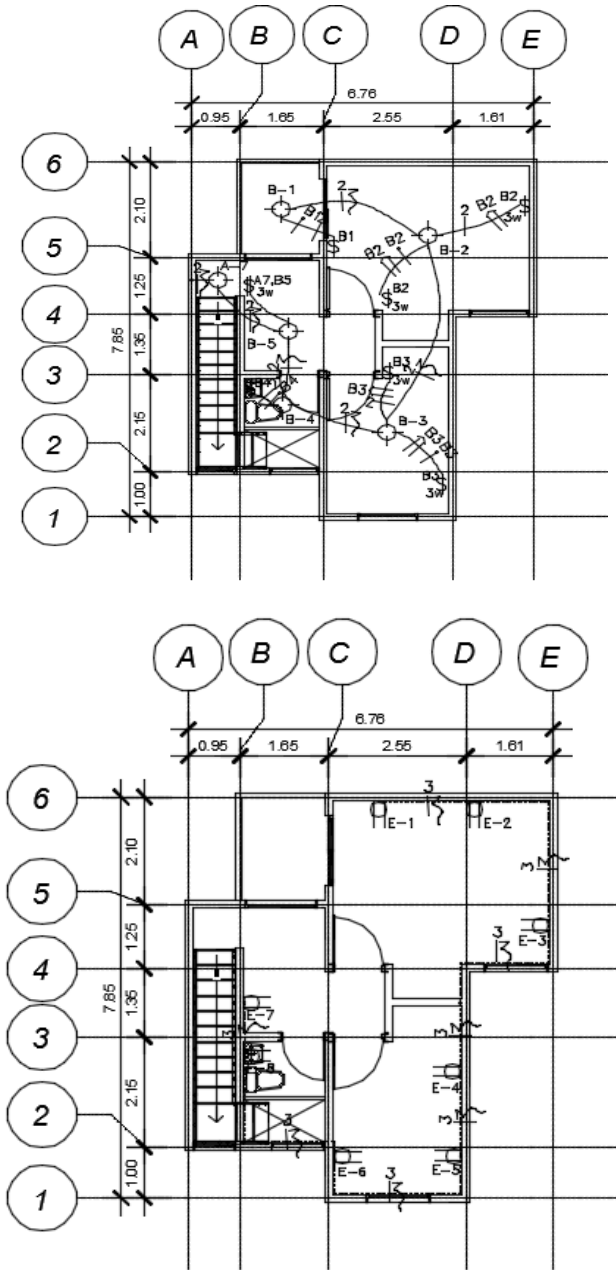
Con base en el cuadro anterior podemos simbolizar el total de cables que pasarán por ducto, para cuantificar la cantidad de material a utilizar posteriormente.

Figura 31. Colocación de conductores de mando en tubería primer nivel



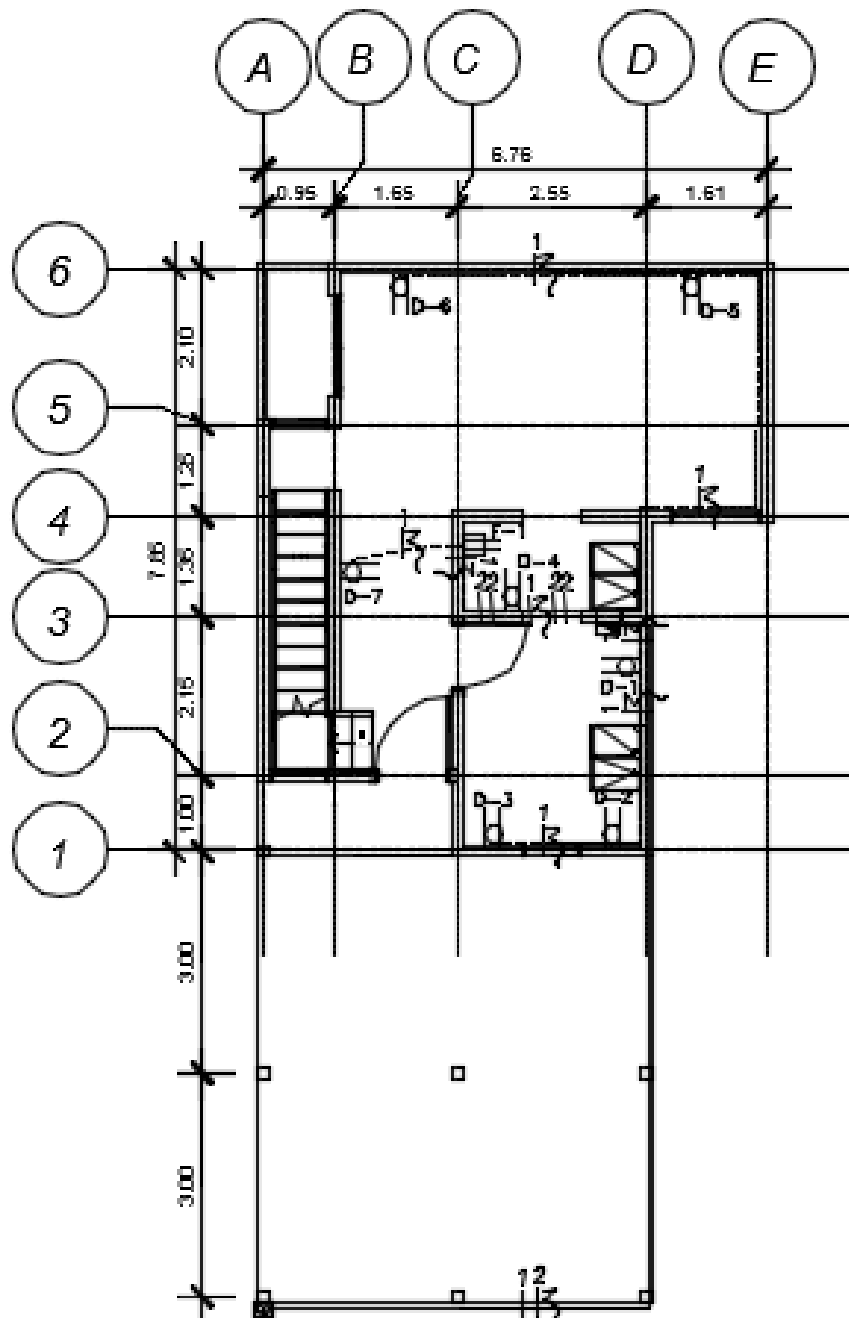
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2017.

Figura 32. Conductores de mando y fuerza en tubería segundo nivel



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2017.

Figura 33. Colocación de conductores circuito de fuerza segundo nivel



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2017.

### **3.4. Cuantificación de material a utilizar**

Al momento de presentar la oferta ante un cliente, deben considerarse los costos directos, específicamente en materiales. Razón por la cual debe tenerse una noción de la cantidad de los materiales a utilizar. El Ingeniero Civil muchas veces carece de conocimientos de conceptos eléctricos, pero resulta importante conocerlos y aplicarlos. El diagrama de planta nos brindará información necesaria para la cuantificación ya que se disponen de las dimensiones reales de la obra civil.

Para iniciar a cuantificar la cantidad más aproximada de materiales debemos considerar la longitud de tubería a colocar que la mayoría de veces en instalaciones civiles nuevas deberá ir empotrada dentro de paredes, losas o pisos, seguido se debe contar la cantidad de cajas octogonales en las cuales irá colocada la iluminación así como empalmes o uniones para la distribución del circuito, luego podemos cuantificar la cantidad cajas rectangulares en las cuales se colocan tomacorrientes e interruptores, o según sea el caso podemos ubicar tomas de red telefónica o señal de cable.

Se prosigue con la cuantificación de cable a utilizar según la cantidad de cables que irán introducidos en la tubería y por último se cuantifica el número de tomacorrientes, interruptores y lámparas, según la necesidad del ambiente que se diseña, así como accesorios necesarios.

En la tabla VIII se representa el resumen de los materiales a utilizar:

Tabla VIII. **Cuantificación de materiales**

No.	Descripción	Cantidad	Unidad medida	Precio	Subtotal
1	Poliducto $\Phi \frac{3}{4}$ "	98,5	ml	Q 2,42	Q 238,37
2	Poliducto $\Phi 1$ "	21	ml	Q 3,28	Q 68,88
3	Tomacorrientes dobles	15	Unidad	Q 10,75	Q 161,25
4	Tomacorriente 220V	1	Unidad	Q 34,58	Q 34,58
5	Interruptores simples	8	Unidad	Q 30,33	Q 242,64
6	Interruptores 3way	8	Unidad	Q 39,90	Q 319,20
7	Cable calibre #10	113	ml	Q 3,75	Q 423,75
8	Cable calibre #12	227,67	ml	Q 2,56	Q 582,84
9	Cable calibre #8	30	ml	Q 4,00	Q 120,00
10	Cable calibre #4	66	ml	Q 4,50	Q 297,00
11	Lámparas led 18W	12	Unidad	Q 23,27	Q 279,24
12	Plafoneras	13	Unidad	Q 11,16	Q 145,08
13	Base doble para reflector	1	Unidad	Q 94,91	Q 94,91
14	Reflector doble 110 v	2	Unidad	Q 29,28	Q 58,56
15	Cajas rectangulares	15	Unidad	Q 2,30	Q 34,50
16	Cajas octogonales	14	Unidad	Q 4,52	Q 63,28
17	Cinta de aislar	3	Unidad	Q 34,24	Q 102,72
18	Tablero de distribución	1	Unidad	Q 502,08	Q 502,08
19	Flipon 25 Amperios	5	Unidad	Q 28,75	Q 143,75
20	Accesorio de entrada acometida	1	Unidad	Q 21,72	Q 21,72
21	Tubo galvanizado 1-1/4"	1	Unidad	Q 61,58	Q 61,58
22	Caja tipo socket para contador	1	Unidad	Q 105,97	Q 105,97
23	Contador socket	1	Unidad	Q 266,81	Q 266,81
				TOTAL	Q 4 368,71

Fuente: elaboración propia.

Con los datos de la tabla VIII se estima el costo aproximado que conlleva la instalación eléctrica de una obra civil como la del ejemplo que se está trabajando, cabe mencionar que esto únicamente incluye los materiales a utilizar. La mano de obra se calcula posteriormente.

Sin duda cabe mencionar que al momento de presentar la cotización al cliente es vital presentar las especificaciones de cada material y accesorio a utilizar, ya que al dejar al azar las características podríamos no llenar las necesidades del cliente lo cual se deberá cubrir para satisfacción del mismo y afectar el presupuesto presentado.

### **3.5. Cuantificación de mano de obra**

Para cuantificar la mano de obra que se empleará para la instalación de energía eléctrica existen varios parámetros, siendo la más común el cobro por circuito instalado. El circuito incluye la instalación de la lámpara de iluminación, su respectivo interruptor y un tomacorriente. Entonces el precio por circuito varía del instalador, si se toma el ejemplo anterior se toma la cantidad de circuitos a instalar y se obtendría así el costo de precio total por mano de obra.

Otro método para el cobro de la instalación eléctrica será con base en área total de la obra asignándole un precio unitario por metro cuadrado de construcción.

Sumando el costo de materiales más la mano de obra se tendría el costo total de la instalación del sistema eléctrico, el cual se puede tomar como referencia al momento de integración de costos para presentar una oferta al cliente.

#### **3.5.1. Método por circuitos**

Este método consiste en cuantificar cada uno de los elementos que conforman cada circuito, o sea, contabilizar la cantidad de tomacorrientes y la cantidad de interruptores (incluyen la iluminación) para asignarles un valor

unitario. Localmente el precio unitario de cada elemento se encuentra entre Q50,00 y Q75,00, quedará a criterio de la persona que elabora el presupuesto para considerar el valor que mejor considere. Continuando con el ejemplo anterior tendríamos:

Tabla IX. **Integración de mano de obra método por circuitos**

MÉTODO POR CIRCUITOS						
AMBIENTE	CIRCUITOS			PRECIO	SUBTOTAL	
Sala-comedor	Iluminación/interruptor sencillo	2	Unidades	Q 50,00	Q	100,00
	Tomacorrientes 110 V	2	Unidades	Q 50,00	Q	100,00
Pasillo entrada	Iluminación/interruptor 3way	1	Unidad	Q 50,00	Q	50,00
	Tomacorrientes 110 V	1	Unidad	Q 50,00	Q	50,00
Lavandería	Iluminación/interruptor sencillo	1	Unidad	Q 50,00	Q	50,00
	Tomacorrientes 220 V	1	Unidad	Q 100,00	Q	100,00
Cocina	Iluminación/interruptor sencillo	1	Unidad	Q 50,00	Q	50,00
	Tomacorrientes 110 V	3	Unidades	Q 50,00	Q	150,00
Dormitorio 1	Iluminación/interruptor 3way	1	Unidades	Q 50,00	Q	50,00
	Tomacorrientes 110 V	3	Unidades	Q 50,00	Q	150,00
Dormitorio 2	Iluminación/interruptor 3way	1	Unidades	Q 50,00	Q	50,00
	Tomacorrientes 110 V	3	Unidades	Q 50,00	Q	150,00
Gradas	Iluminación/interruptor 3way	1	Unidades	Q 50,00	Q	50,00
Pasillo superior	Tomacorrientes 110 V	1	Unidad	Q 50,00	Q	50,00
Servicio sanitario	Iluminación/interruptor sencillo	1	Unidad	Q 50,00	Q	50,00
	Tomacorrientes 110 V	1	Unidad	Q 50,00	Q	50,00
Balcón	Iluminación/interruptor sencillo	1	Unidad	Q 50,00	Q	50,00
Exterior	Iluminación/interruptor sencillo	1	Unidades	Q 50,00	Q	50,00
Acometida	Cableado contador a tablero	1	global	Q 300,00	Q	300,00
Tablero principal	Instalación de tablero y cableado	1	global	Q 150,00	Q	150,00
				TOTAL M.O.		1 800,00

Fuente: elaboración propia.



### 3.5.2. Método por áreas

Básicamente el método consiste en sacar un área total del proyecto a cotizar para luego asignarle un valor de precio por unidad de área. El precio oscila en el mercado entre Q25,00 y Q30,00 por metro cuadrado de construcción.

Tabla X. Integración de mano de obra método por áreas

MÉTODO POR ÁREAS		
AMBIENTE	ÁREA	UNIDAD
Sala-comedor	18,35	m2
Pasillo entrada	4,98	m2
Lavandería	3,13	m2
Cocina	7,18	m2
Dormitorio 1	12,79	m2
Dormitorio 2	7,28	m2
Gradas	3,72	m2
Pasillo superior	3,68	m2
Servicio sanitario	3,04	m2
Balcón	3,46	m2
ÁREA TOTAL	67,61	m2
Precio/m2	Q 25,00	
PRECIO TOTAL	1 690,25	

Fuente: elaboración propia.

### 3.5.3. Método por porcentajes

Este método permite conocer el costo total con base en el costo que se requiere al integrar los materiales a utilizar, se cuantifica para tener un dato real. Localmente se puede utilizar un 35 % y 40 % de mano de obra por el dato obtenido de la integración total.

Tabla XI. Integración de mano de obra método por porcentaje

MÉTODO PORCENTAJE A MATERIALES					
No.	Descripción	Cantidad	Unidades	Precio	Subtotal
1	Poliducto $\Phi \frac{3}{4}$ "	98,5	ml	Q 2,42	Q 238,37
2	Poliducto $\Phi 1$ "	21	ml	Q 3,28	Q 68,88
3	Tomacorrientes dobles	15	Unidad	Q 10,75	Q 161,25
4	Tomacorriente 220V	1	Unidad	Q 34,58	Q 34,58
5	Interruptores simples	8	Unidad	Q 30,33	Q 242,64
6	Interruptores 3way	8	Unidad	Q 39,90	Q 319,20
7	Cable calibre #10	113	ml	Q 3,75	Q 423,75
8	Cable calibre #12	227,67	ml	Q 2,56	Q 582,84
9	Cable calibre #8	30	ml	Q 4,00	Q 120,00
10	Cable calibre #4	66	ml	Q 4,50	Q 297,00
11	Lámparas led	12	Unidad	Q 23,27	Q 279,24
12	Plafoneras	13	Unidad	Q 11,16	Q 145,08
13	Base doble para reflector	1	Unidad	Q 94,91	Q 94,91
14	Reflector doble 110 v	2	Unidad	Q 29,28	Q 58,56
15	Cajas rectangulares	15	Unidad	Q 2,30	Q 34,50
16	Cajas octogonales	14	Unidad	Q 4,52	Q 63,28
17	Cinta de aislar	3	Unidad	Q 34,24	Q 102,72
18	Tablero de distribución	1	Unidad	Q 502,08	Q 502,08
19	Flipon 25 Amperios	5	Unidad	Q 28,75	Q 143,75
20	Accesorio de entrada acometida	1	Unidad	Q 21,72	Q 21,72
21	Tubo galvanizado 1-1/4"	1	Unidad	Q 61,58	Q 61,58
22	Caja tipo socket para contador	1	Unidad	Q 105,97	Q 105,97
23	Contador socket	1	Unidad	Q 266,81	Q 266,81
			TOTAL MATERIALES		4 368,71
			TOTAL MANO DE OBRA (40%)		1 747,48

Fuente: elaboración propia.

Con base en los resultados obtenidos se observa que los precios de mano de obra son similares, por lo que cualquier método es aplicable para la planificación e integración de renglones para cotizaciones a presentar.

Cabe mencionar que los precios van en función de la dificultad de realizar cada actividad, ya que por ejemplo no será lo mismo realizar una instalación eléctrica en un domicilio cuya altura oscila entre los 2,50 metros en donde los trabajos se puedan realizar con una escalera en comparación de realizar una instalación eléctrica en una bodega cuya altura sea de 15 metros donde se deberán de agregar otro tipo de insumos como por ejemplo andamios, líneas de vida, arnés de anclaje, entre otros.



## 4. POTENCIA Y CONSUMO ELÉCTRICO

Al momento de participar en una licitación o presentar una oferta al cliente se deberá tener cierto cuidado con partes indispensables en un presupuesto, específicamente todo el sistema eléctrico. Para que la cotización se apegue lo más posible a la realidad y después evitar gastos no considerados deberá de conocerse la potencia consumida real del equipo, herramienta o maquinaria a instalar en el lugar, investigar si será un taller, oficina, centro comercial, maquila u otro inmueble que conlleve un consumo considerable.

### 4.1. Potencia eléctrica

Es la cantidad de energía eléctrica consumida por una vivienda o empresa la cual es suministrada por una central eléctrica en una unidad de tiempo. Una analogía podrá ser la cantidad de litros que sale de un depósito de agua en una unidad de tiempo, por ejemplo 1 segundo. Cada uno de los equipos que se encuentran en una vivienda, industria, comercio u oficina está diseñada para que funcione con una determinada potencia, la cual viene indicada en la placa de características del mismo.

La unidad de medida para la potencia eléctrica se expresa en watt (W) o en kilovatios (kW). En caso de motores eléctricos la potencia está medida en HP (*Horse power*).

Conociendo el valor de la potencia podremos identificar la cantidad de corriente que circula por el circuito. Este dato nos resulta de utilidad al momento de calcular la capacidad del conductor y del *flipon* a utilizar para

protección de la instalación eléctrica ante posibles cortocircuitos o sobrecargas del sistema eléctrico.

#### 4.1.1. Potencia promedio de elementos comunes

La tabla XII indica la potencia requerida de algunos de los elementos eléctricos más comunes que se encuentran en una vivienda o comercio, si fuera del área industrial deberá consultarse las especificaciones que presente el proveedor del equipo.

Tabla XII. **Valores promedios de consumo aparatos comunes**

Valores promedios de Potencia (W)					
Elemento	Potencia	Elemento	Potencia	Elemento	Potencia
Iluminación	Según tipo*	DVD	20	Lavadora	500
Microondas	1 100	Estufa eléctrica	7 000	Plancha	1 000
Televisor	100	Aspiradora	600	Calentador	5 000
Radio	20	Refrigerador	160	Bomba agua	714

Fuente: elaboración propia.

Si se tuvieran algún tipo de electrodoméstico considerable se deberá agregar a la suma total de carga. Entonces con base en los valores anteriores podemos estimar la potencia que se consumirá en el ejemplo:

Tabla XIII. **Potencia real consumida primer nivel**

POTENCIA REAL CONSUMIDA				
No.	Ambiente	Cantidad	Potencia Consumida(W)	Potencia Real Consumida (W)
1	PRIMER NIVEL			
1,1	Sala-comedor			
	Lámparas LED	2	18	36
	Televisor LED	1	236	236
	Equipo de audio y vídeo	1	60	60
	Oasis	1	890	890
1,2	Lavandería			
	Lámparas LED	1	18	18
	Plancha eléctrica	1	1 000	1 000
	Lavadora eléctrica	1	500	500
1,3	Cocina			
	Lámparas LED	1	18	18
	Licuadaora	1	250	250
	Microondas	1	1 000	1 000
	Refrigerador	1	160	160
	Cafetera	1	600	600
1,4	Pasillo			
	Lámparas LED	1	18	18
			TOTAL POTENCIA REAL	4 786

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIV. **Potencia real consumida segundo nivel**

POTENCIA REAL CONSUMIDA				
No.	Ambiente	Cantidad	Potencia Consumida(W)	Potencia Real Consumida (W)
2	SEGUNDO NIVEL			
2,1	Dormitorio 1			
	Lámparas LED	2	18	36
	Televisor LED	1	236	236
	Equipo de cómputo	1	600	600
	Lámpara de noche	1	15	15
2,2	Dormitorio 2			
	Lámparas LED	1	18	18
	Televisor LED	1	236	236
	Equipo de cómputo	1	600	600
	Lámpara de noche	1	15	15
2,3	Gradas-pasillo			
	Lámpara LED	3	18	54
2,4	Balcón			
	Lámpara LED	1	18	18
2,5	Sevicio sanitario			
	Lámpara LED	1	18	18
	Secadora cabello	1	1 875	1 875
			TOTAL POTENCIA REAL	3 721

Fuente: elaboración propia.

## 4.2. Cálculo de protección para circuitos eléctricos

De las tablas XIII y XIV se puede definir la capacidad de los elementos para protección siendo los más comunes los interruptores termomagnéticos (*flipon*). Dichos elementos deben ser de acuerdo a los consumos, ya que si se pone un *flipon* con un rango menor al consumo al momento de tener todos los elementos en uso se disparará causando apagones en todo el circuito y si la capacidad es elevada respecto al consumo al haber un cortocircuito o una sobrecarga no cumplirán el objetivo para el cual fueron diseñados, o sea, proteger la instalación eléctrica provocando un incendio.

Se dividirá el análisis por niveles iniciando por el primer nivel, para ello se utiliza el principio que define que la potencia eléctrica será la relación directamente proporcional entre el voltaje y la corriente:

$$P = V * I$$

Donde:

P = potencia consumida (W)

V = voltaje aplicado al circuito (voltios)

I = corriente que circula por el circuito (amperios)

Entonces se necesita conocer la cantidad de corriente que circulará por el circuito para establecer la capacidad del elemento de protección, se despeja de la ecuación la corriente dando como resultado que:

$$I = \frac{P}{V}$$



La empresa eléctrica que suministra el servicio tiene definido para una infraestructura domiciliar o comercial un servicio de 220 V, pero la mayoría, sino que todos los electrodomésticos vienen definidos a funcionar con 110 V, entonces, con la cantidad de potencia encontrada anteriormente es posible conocer la corriente, así:

Primer nivel

$$I = \frac{4\,786\text{ W}}{110\text{ V}} = 43,50\text{ Amperios}$$

Segundo nivel

$$I = \frac{3\,721\text{ W}}{110\text{ V}} = 33,82\text{ Amperios}$$

Entonces, al utilizar los valores anteriores significa que se tendría que utilizar un cable de mayor diámetro, lo cual haría cambiar el diámetro de la tubería y capacidad del equipo de protección. Por eso, para no variar lo presupuestado se dividirá por circuitos, según el consumo real.

Tabla XV. **Cantidad de circuitos según consumo real**

CIRCUITOS POR CONSUMO REAL					
	Elementos	Consumo (W)	Corriente (A)	Capacidad de elemento de protección	# Circuitos
Primer Nivel	Iluminación primer nivel	90	0,82	10 Amperios	1
	Cocina	2 010	18,27	20 Amperios	1
	Sala-comedor-pasillo	1 186	10,78	15 Amperios	1
	Lavandería	1 500	12,64	15 Amperios	1
Primer Nivel	Iluminación segundo nivel	144	1,31	10 Amperios	1
	Dormitorio 1, 2	1 702	15,47	15 Amperios	1
	Pasillo-balcón-SS	1 875	17,05	20 Amperios	1
	TOTALES	8 507	77,34		7

Fuente: elaboración propia.

Balanceando bien las cargas de consumo se observa que la mayor cantidad de corriente es de 20 amperios, lo cual permitiría inclusive utilizar un calibre #12 entonces ya con los valores obtenidos podemos seguir con el planteamiento inicial.

Al referirse a protección, significa la capacidad admisible que tendrá que soportar nuestra protección ante cortocircuitos o sobrecargas en el sistema eléctrico.

## **5. PARÁMETROS A SUPERVISAR EN OBRA CIVIL**

Teniendo la planificación de los trabajos eléctricos a realizar, presentada y aprobada la cotización respectiva, quedará una fase importante, que será la supervisión.

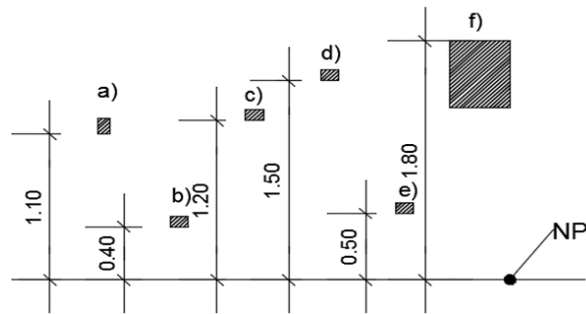
Dentro de la supervisión se pueden corregir actividades que pudieran afectar el sistema constructivo de un proyecto, la resistencia estructural y otros aspectos importantes. Otro aspecto que cobra mucha relevancia actualmente son temas de seguridad industrial, los cuales permiten realizar actividades de manera segura a los colaboradores y evitar así cualquier tipo de accidentes, por ello es parte importante de una supervisión.

### **5.1. Altura de cajas para interruptores, tomacorrientes y tablero principal**

Las cajas rectangulares donde se colocan interruptores y tomacorrientes deberá rectificarse las medidas de colocación, ya que la mayoría de veces la ubicación de tubería es colocada por los albañiles durante el levantado de una pared, por ello la altura tiene que ser en función de los elementos que en un futuro se van a colocar en un ambiente. Se presenta la altura a las cuales deberán colocarse las cajas rectangulares, ya que de acuerdo al mobiliario de cada ambiente se deberá considerar para evitar modificaciones posteriores.

Figura 34. **Alturas de cajas a supervisar**

### Alturas



Tipo	Elemento	Altura	Posición
a	Interruptor para iluminación	1,10 m	Vertical
b	Tomacorrientes general 110V	0,40 m	Horizontal
c	Tomacorriente en cocina 110V	1,20 m	Horizontal
d	Tomacorriente en baño 110 V	1,50 m	Horizontal
e	Tomacorriente lavandería 220V	0,50 m	No aplica
f	Tablero de distribución	1,80 m	Vertical

Fuente: elaboración propia.

## 5.2. Tuberías colocadas en losas de concreto reforzado

Estructuralmente no existen limitaciones desde el punto de vista técnico para la colocación de tubería en losas, lo que se recomienda es la fijación de la tubería a la armadura existente. Cabe mencionar que al momento de fundición de la losa corresponde supervisar que no exista aplastamiento de la tubería por el paso del personal al colocar el concreto para que posteriormente pueda haber limitantes al momento del cableado eléctrico y requiera demolición de algún tramo de losa para encontrar el problema. Lo único que debe tenerse cuidado es que la dimensión exterior del tubo no debe ser mayor que 1/3 del espesor de la losa.

### **5.3. Tubería colocada en muros tabiques y muros de carga**

Es común la mala práctica que consiste en realizar el levantado de muro y después hacer el corte de los mismos para colocación de tubería, como recomendación se debe evitar la colocación de tubería en posición horizontal y en diagonal, deberá buscarse la posición vertical. Lo ideal es utilizar las cavidades de la mampostería para introducción del tubo. Además, en pasos donde deberá atravesarse elementos estructurales deberá realizarse el relleno con material similar, en la mayoría de casos con concreto si el diámetro es mayor a 1", a lo cual se le denomina como una columna falsa. Aunque en domicilios es difícil que se coloquen tuberías de diámetros mayores, en comercio e industria para las instalaciones se utilizan ductos eléctricos que conectan todos los niveles desde la fuente de energía eléctrica.

### **5.4. Tubería en columnas y vigas estructurales**

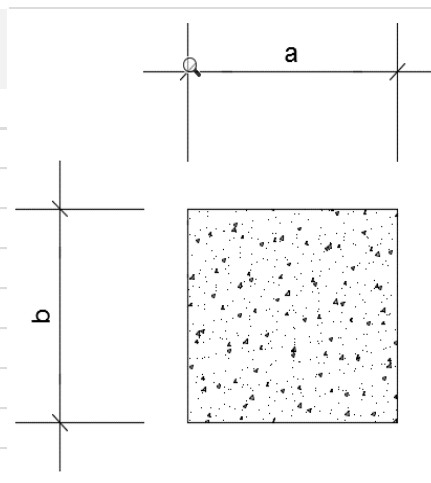
Si fuese la única opción se debe colocar la tubería de forma paralela o perpendicular a la estructura y en ningún caso se permitirá el corte diagonal de vigas o viguetas para pases de tubos. Según el código del ACI-318S/318SR capítulo 6, indica temas relativos a tuberías y ductos embebidos en el concreto. En el apartado 6,3 proporciona reglas empíricas para realizar instalaciones seguras en condiciones normales, las cuales deberán supervisarse durante el desarrollo del proyecto:

- No deben dejarse embebidos en el concreto estructural, tuberías y ductos de aluminio, a menos que se recubran o se pinten adecuadamente para evitar la reacción concreto-aluminio, o la acción electrolítica entre aluminio y el acero.

- Los ductos y tuberías, junto con sus conexiones embebidas en una columna, no deben ocupar más del 4 % del área de la sección transversal que se empleó para calcular su resistencia, o de la requerida para la protección contra el fuego. Esto significa limitar el diámetro del tubo o conducto que podría introducirse en la columna, como, por ejemplo:

Tabla XVI. **Tubería embebida permisible según área de columna**

Dimensión de columna		Diámetro máximo tubo (pulg)
a (m)	b (m)	
0,20	0,20	5/8
0,25	0,25	7/9
0,30	0,30	1
0,40	0,40	1 1/4
0,50	0,50	1 5/9
0,60	0,60	1 6/7
0,70	0,70	2 1/6
0,80	0,80	2 1/2
0,90	0,90	2 4/5
1,00	1,00	3 1/9



Fuente: elaboración propia.

- En el artículo 6.3.11 del ACI-318S/318SR capítulo 6, indica que en vigas puede realizarse un pase a través de ellas, pero especifica la colocación de un refuerzo normal a la tubería, con un área no menor de 0,002 veces el área de la sección de concreto. De igual manera se recomienda en el 6.3.12 que las tuberías y ductos deben fabricarse e instalarse de tal forma que no se requiera doblar, cortar o desplazar el refuerzo de su posición de diseño. A esto último se puede agregar que, si por alguna razón se necesita cortar, doblar o desplazar refuerzo de su posición original se deberá hacer algún diseño o detalle especial.

## **5.5. Salud y seguridad ocupacional (SSO)**

El equipo de protección personal permitirá proteger al trabajador frente a cualquier condición insegura al momento de realizar la actividad. Cabe mencionar que en algunos ámbitos de la industria la SSO se encuentra implementada, lo cual deberá considerarse al momento de integrar costos directos para presentación de una oferta. Un parámetro para cuantificar al momento de integrar los costos con respecto a SSO es tomar un 5 % de la oferta a presentar para compra de equipo.

### **5.5.1. Casco de seguridad**

Básicamente permite la protección de la cabeza ante riesgos mecánicos como, por ejemplo, caída de objetos o herramienta, ya que la mayoría de trabajos eléctricos se desarrolla en altura. Además, permite la protección ante posibles descargas eléctricas.

### **5.5.2. Gafas contra impacto**

Su función es la protección ocular ante el riesgo de impactos y golpes que sean directos o indirectos.

### **5.5.3. Guantes de seguridad**

Cuando se requiera realizar un trabajo y no se permita el corte total o parcial de la energía eléctrica se deberá utilizar guantes aislantes, mayormente si los trabajos son para actividades de alta tensión.

#### **5.5.4. Calzado de seguridad**

Se utiliza calzado con puntera metálica para lugares donde existan riesgos de aplastamiento, aprisionamiento y tropiezos con aristas agudas.

#### **5.6. Medidas preventivas para el trabajo en alturas**

Además de prevenir el riesgo de caídas a nivel, debe tenerse cuidado en los trabajos que se realicen en altura. La mayoría de trabajos deberá ser a alturas mayores a dos metros, por lo cual deberá utilizarse escaleras certificadas dieléctricas o andamios. Es necesario tomar en cuenta los siguientes aspectos al momento de trabajar en alturas:

- Antes de subir a una escalera o andamio deberá revisarse que se encuentra correctamente apoyado o montado comprobando su estabilidad.
- Si la altura es superior a los dos metros, el andamio deberá estar dotado de barandillas y otros elementos de protección.
- Cuando las condiciones lo requieran será conveniente el uso de arnés de seguridad y cuerda de amarre sujeta a un punto de anclaje adecuado y resistente que permita ante una caída quedar suspendido y no sufrir golpes debido a energías potenciales gravitacionales de altura.
- Las plataformas de trabajo deberán estar siempre ordenadas y libres de obstáculos para evitar tropiezos.

#### **5.7. Acciones de respuesta ante emergencias**

Como responsables del desarrollo del proyecto es necesario un plan de emergencia ante cualquier situación, mayormente con una energía peligrosa



como lo es la electricidad. En caso de una descarga eléctrica de bajo, medio o alto voltaje debe considerarse las siguientes recomendaciones:

- Realizar el corte de corriente eléctrica lo más rápido posible. Ubicar el tablero de distribución del proyecto y desconectar el interruptor general.
- En caso de no ubicar el tablero de distribución, se debe apartar al herido de la corriente eléctrica con la ayuda de un material aislante, como por ejemplo madera seca, hule, entre otros.
- La persona que va a prestar el auxilio debe subirse sobre algo aislante para rescatar al accidentado.
- Debe prestarse los primeros auxilios por una persona capacitada.
- Debe trasladarse al herido a un centro de atención médica lo más pronto posible



## CONCLUSIONES

1. Identificar los conceptos eléctricos permite un panorama amplio entre la relación de materiales y sus características.
2. En la ejecución de un proyecto, los planos deberán presentar sin ambigüedad la ubicación y funcionamiento de los elementos que conforman una instalación eléctrica de acuerdo al ambiente de diseño.
3. El presupuesto a presentar indica el coste del desarrollo de un proyecto, relacionando la cuantificación de materiales y en este caso el coste de mando de obra para su ejecución.
4. Una supervisión objetiva y constante permite contratiempos que se transforman en costo durante la ejecución de un proyecto afectando directamente un presupuesto presentado.
5. Se deben adoptar actividades o medidas para disminuir y garantizar el bienestar de los trabajadores que se encuentran bajo el cargo de un residente de obra.



## RECOMENDACIONES

1. Integrar cursos referentes a temas de electricidad en la red de estudios de ingeniería civil para criterios de diseño y ejecución de proyectos.
2. Una adecuada integración de materiales y mano de obra en un presupuesto permite ser competitivos en presentación de ofertas o licitaciones
3. Para proyectos de mayor magnitud, de índole comercial o industrial deberá realizarse una investigación minuciosa respecto a características y especificaciones de los equipos que alimentará el circuito, ya sean de voltaje, corriente y potencia para garantía del proyecto.



## BIBLIOGRAFÍA

1. American Concrete Institute. *Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318S-08) y Comentario*. Estados Unidos: ACI, 2008. 518 p.
2. Comisión Nacional de Energía Eléctrica. *Normas empresa eléctrica de Guatemala S.A.* Guatemala, 2004. 39 p.
3. RÁMIREZ VÁSQUEZ, José. *Instalaciones de baja tensión y cálculo de líneas eléctricas*. España: Ediciones CEAC, 1998. 1246 p.
4. RUIZ VASALLO, Francisco. *Esquemas eléctricos y electrónicos, lectura e interpretación*. México: Noriega Editores, 1995. 311 p.
5. SEBASTIÁN GUDEL, José María. GONZÁLEZ DOMINGUEZ, Pedro. *Instalaciones eléctricas interiores*. España: Altamar, Ediciones Técnicas, 2005. 302 p.
6. SCHURE, Alexander. *Electricidad básica*. México: Limusa, 1975. 385 p.

