



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

**DISEÑO DE CIRCUITOS DE ILUMINACIÓN DOMICILIAR Y CIRCUITOS DE  
TOMACORRIENTE PARA VIVIENDAS UNIFAMILIARES DE DOS  
NIVELES CON EJEMPLOS PRÁCTICOS**

**Laura Cristina Taracena Herrera**

Asesorado por la Inga. Lesbia Magalí Herrera López

Guatemala, noviembre de 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE CIRCUITOS DE ILUMINACIÓN DOMICILIAR Y CIRCUITOS DE  
TOMACORRIENTE PARA VIVIENDAS UNIFAMILIARES DE DOS  
NIVELES CON EJEMPLOS PRÁCTICOS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**LAURA CRISTINA TARACENA HERRERA**  
ASESORADO POR LA INGA. LESBIA MAGALÍ HERRERA LÓPEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERA CIVIL**

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2017

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Jurgen Andoni Ramírez Ramírez
VOCAL V	Br. Oscar Humberto Galicia Núñez
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Marco Antonio García Díaz
EXAMINADOR	Ing. Alejandro Castañón López
EXAMINADOR	Ing. Víctor Manuel López Juárez
SECRETARIA	Inga. 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:

### **DISEÑO DE CIRCUITOS DE ILUMINACIÓN DOMICILIAR Y CIRCUITOS DE TOMACORRIENTE PARA VIVIENDAS UNIFAMILIARES DE DOS NIVELES CON EJEMPLOS PRÁCTICOS**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha de 13 de octubre de 2014.



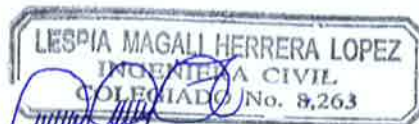
**Laura Cristina Taracena Herrera**

Guatemala, 15 de mayo de 2017

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

Por este medio de la presente, quiero hacer de su conocimiento que he asesorado y revisado el trabajo de graduación de la estudiante universitaria Laura Cristina Taracena Herrera, carnet No. 20100020661, con su tema "**DISEÑO DE CIRCUITOS DE ILUMINACIÓN DOMICILIAR Y CIRCUITOS DE TOMA CORRIENTE PARA VIVIENDAS UNIFAMILIARES DE DOS NIVELES CON EJEMPLOS PRÁCTICOS**". Por lo que determino que cumple con los requisitos establecidos y doy mi aprobación al encontrarlo satisfactorio.

Sin otro en Particular,



---

Ing. Lesbia Magali López Herrera  
Colegiado 8263  
Asesor



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

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

**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**



Guatemala,  
 08 de noviembre de 2017

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 **DISEÑO DE CIRCUITOS DE ILUMINACIÓN DOMICILIAR Y CIRCUITOS DE TOMACORRIENTE PARA VIVIENDAS UNIFAMILIARES DE DOS NIVELES CON EJEMPLOS PRÁCTICOS** desarrollado por la estudiante de Ingeniería Civil Laura Cristina Taracena Herrera , quien contó con la asesoría de la Inga. Lesbia Magali Herrera López.

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 ENSEÑAD A TODOS**

~~Ing. civil Guillermo Francisco Melini Salguero~~  
 Jefe Del Departamento de Planeamiento



**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**DEPARTAMENTO**  
**DE**  
**PLANEAMIENTO**  
**USAC**

/mrrm.



*Mas de 136 años de Trabajo y Mejora Continua*



**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 Inga. Lesbia Magalí Herrera López Coordinador del Departamento de Planeamiento Ing. Guillermo Francisco Melini Salguero, al trabajo de graduación de la estudiante Laura Cristina Taracena Herrera DISEÑO DE CIRCUITOS DE ILUMINACIÓN DOMICILIAR Y CIRCUITOS DE TOMACORRIENTE PARA VIVIENDAS UNIFAMILIARES DE DOS NIVELES CON EJEMPLOS PRÁCTICOS da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

  
Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco

Guatemala, noviembre 2017

/mrm.

---

*Mas de 136 años de Trabajo y Mejora Continua*





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: **DISEÑO DE CIRCUITOS DE ILUMINACIÓN DOMICILIAR Y CIRCUITOS DE TOMACORRIENTE PARA VIVIENDAS UNIFAMILIARES DE DOS NIVELES CON EJEMPLOS PRÁCTICOS**, presentado por la estudiante universitaria: **Laura Cristina Taracena Herrera**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Pedro Antonio Aguilar P.  
Decano



Guatemala, noviembre de 2017

/cc



## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Por ser la fuente de sabiduría, por iluminar el sendero de mi vida y por manifestarse a través de las personas que aquí menciono.
<b>Mis padres</b>	Hugo Taracena (q. e. p. d.) y Antonieta Herrera, gracias por su apoyo incondicional y esfuerzos que han realizado para lograr mis metas pero, sobre todo, su amor.
<b>Mi hermano</b>	Pablo Taracena por ser parte de mi fortaleza para lograr esta meta.
<b>Mi esposo</b>	Por ayudarme en cada día de mi vida, su paciencia, apoyo y amor.
<b>Mis tías</b>	Por su apoyo incondicional, consejos, y palabras de aliento.
<b>Mi familia</b>	Por su apoyo incondicional, consejos, y palabras de aliento.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

**Universidad de  
San Carlos de  
Guatemala**

Por ser la casa de estudios para mi formación.

**Facultad de Ingeniería**

En especial a la Escuela de Ingeniería Civil.

**Mis catedráticos**

Por realizar todos los esfuerzos para apoyar a la juventud guatemalteca a través de sus enseñanzas.

**Mi asesora**

Por su cariño, consejos, apoyo incondicional y ser parte vital en el desarrollo de mi vida estudiantil y profesional

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	V
LISTA DE SÍMBOLOS .....	XI
GLOSARIO .....	XIII
RESUMEN.....	XIX
OBJETIVOS.....	XXI
INTRODUCCIÓN .....	XXIII
1. ANTECEDENTES .....	1
1.1. Estudios realizados sobre circuitos eléctricos domiciliarios .....	1
1.1.1. En Latinoamérica y España.....	1
1.1.2. En el ámbito nacional .....	4
2. LEYES Y CONCEPTOS BÁSICOS DE ELECTRICIDAD APLICADOS A VIVIENDAS UNIFAMILIARES .....	11
2.1. Aplicación de la Ley de Ohm en circuitos eléctricos domiciliarios .....	11
2.2. Influencia de las Leyes de Kirchhoff en el diseño de circuitos eléctricos en viviendas unifamiliares .....	13
2.3. Atribución de la Ley de Watt para el cálculo de conductores en la distribución de circuitos para viviendas unifamiliares .....	15
2.4. Influencia de la Ley de Joule en el diseño de circuitos eléctricos en viviendas unifamiliares .....	17
2.5. Análisis del factor de potencia en viviendas unifamiliares.....	19
2.5.1. Definición del bajo factor de potencia en viviendas unifamiliares .....	20
2.5.1.1. Potencia aparente.....	21

2.5.1.2.	Potencia activa	22
2.5.1.3.	Potencia reactiva .....	22
2.5.1.4.	Elementos que producen un bajo factor de potencia dentro de la vivienda .....	24
2.5.2.	Definición del alto factor de potencia en viviendas unifamiliares .....	25
2.5.2.1.	Elementos que producen un alto factor de potencia dentro de la vivienda .....	26
3.	NOMENCLATURA UTILIZADA EN LOS PLANOS DE ILUMINACIÓN Y TOMACORRIENTES DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES .....	27
3.1.	Nomenclatura de accesorios empotrados utilizados dentro de una vivienda unifamiliar .....	27
3.2.	Nomenclatura de accesorios sobrepuestos utilizados en una vivienda unifamiliar .....	30
4.	DETERMINACIÓN DE CARGA ELÉCTRICA DENTRO DE LA VIVIENDA UNIFAMILIAR .....	39
4.1.	Calibres de conductores según norma AWG perteneciente a los Estados Unidos de América, aplicados a la vivienda unifamiliar	39
4.1.1.	Por diámetro.....	41
4.1.2.	Por color.....	43
4.2.	Carga instalada.....	46
4.3.	Demanda máxima.....	46
4.4.	Factor de demanda.....	47
5.	COMPONENTES DE LOS CIRCUITOS DE LA VIVIENDA UNIFAMILIAR.....	53

5.1.	Circuitos básicos.....	53
5.1.1.	Circuito básico elemental dentro del funcionamiento de la vivienda unifamiliar .....	53
5.1.2.	Circuito de tomacorrientes dentro de la vivienda unifamiliar .....	54
5.1.3.	Circuito de iluminación con un interruptor para dormitorios en la vivienda unifamiliar.....	60
5.2.	Circuito puente en el uso de la vivienda unifamiliar en la iluminación para el módulo de gradas.....	62
5.3.	Circuito de doble puente para iluminación de pasillo en la vivienda unifamiliar.....	65
5.4.	Circuitos especiales .....	66
5.4.1.	Timbre .....	66
5.4.2.	Bombas hidráulicas .....	69
5.4.3.	Lavadoras.....	72
5.4.4.	Secadoras .....	73
6.	CÁLCULO DE CONDUCTORES Y CONSIDERACIONES EN EL DISEÑO DE CIRCUITOS APLICADOS A LA VIVIENDA UNIFAMILIAR .....	75
6.1.	Cálculo de interruptores termomagnéticos.....	87
6.1.1.	Circuito de iluminación.....	87
6.2.	Cálculo de calibre de conductores .....	101
6.2.1.	Por caída de tensión según el tipo de forro .....	113
6.2.2.	Por corriente .....	116
6.2.2.1.	Calibre de conductor número 14 AWG	116
6.3.	Cálculo de calibre de conductores por fluctuaciones dentro de la vivienda .....	117
6.3.1.	Factor de corrección por temperatura: 0,91.....	122

6.3.2.	Corrección del factor de potencia.....	133
6.3.3.	Cálculo de conductores para puesta a tierra .....	135
6.4.	Tablero de distribución y centro de carga dentro de la vivienda	138
6.4.1.	Conductores para acometida eléctrica y tablero principal.....	141
6.4.2.	Conductores para tablero secundario, segundo nivel.....	142
7.	APLICACIÓN DE CIRCUITOS EN VIVIENDAS UNIFAMILIARES Y PLANOS ELÉCTRICOS .....	143
7.1.	Propuesta de guía de circuitos de iluminación y tomacorrientes dentro de la vivienda unifamiliar.....	143
7.1.1.	Circuitos de iluminación .....	143
7.1.2.	Circuitos de tomacorrientes.....	144
7.1.3.	Circuitos de tomacorrientes de uso general .....	144
7.1.4.	Circuitos en cocina .....	145
7.1.5.	Circuitos de lavadora.....	145
7.1.6.	Circuitos para secadora .....	146
7.1.7.	Circuitos de estufa eléctrica .....	146
7.1.8.	Circuitos de bomba de agua .....	146
7.1.9.	Circuitos de calentador central.....	147
7.2.	Planos eléctricos de vivienda unifamiliar .....	147
	CONCLUSIONES.....	149
	RECOMENDACIONES .....	151
	BIBLIOGRAFÍA.....	153
	APÉNDICE .....	157

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Triángulo de la Ley de Ohm.....	12
2.	Regla para despejar Ley de Ohm .....	13
3.	Ley de Kirchhoff circuito entre dos nudos .....	14
4.	Ley de Watt.....	16
5.	Triángulo de la Ley de Watt .....	16
6.	Representación gráfica de la Ley Joule .....	18
7.	Triángulo de potencia.....	21
8.	Factor de potencia .....	22
9.	Valores del factor de potencia.....	24
10.	Calibre de conductores eléctricos según norma AWG perteneiente a los Estados Unidos de América, .....	43
11.	Circuito eléctrico de tomacorriente.....	54
12.	Tomacorrientes uso general .....	55
13.	Tomacorriente no polarizado .....	56
14.	Tomacorriente polarizado .....	56
15.	Tomacorriente de piso .....	57
16.	Tomacorriente de uso industrial.....	58
17.	Tomacorriente de uso exterior .....	59
18.	Tomacorriente de uso especial .....	59
19.	Circuito de iluminación.....	62
20.	Diagrama esquemático del funcionamiento de la conexión de una lámpara controlada por dos interruptores de 3 vías ( <i>three-way</i> ) .....	63

21.	Circuito de doble puente para iluminación de pasillo.....	65
22.	Circuito timbre.....	67
23.	Circuito de bomba hidráulica .....	70
24.	Diagrama bomba hidráulica .....	71
25.	Circuitos de iluminación por nivel .....	87
26.	Distancias entre tomacorrientes del primer nivel .....	97
27.	Distancias entre tomacorrientes del segundo nivel.....	98
28.	Circuito de iluminación 1 .....	102
29.	Circuito de iluminación 2.....	103
30.	Circuito de iluminación 3.....	104
31.	Circuito de tomacorriente 1.....	106
32.	Circuito de tomacorriente 2.....	107
33.	Circuito de tomacorriente 3.....	108
34.	Circuito de tomacorriente 4.....	109
35.	Circuito de tomacorriente 5.....	110
36.	Circuito de tomacorriente 6.....	112
37.	Circuito de tomacorriente 7.....	113
38.	Ubicación de interruptor luz de garaje .....	119
39.	Ubicación de interruptor luz pasillo, segundo nivel. ....	120
40.	Ubicación de tomacorriente, garaje. ....	120



## TABLAS

I.	Leyes básicas de electricidad .....	19
II.	Tipos de potencias para redes con voltaje alterno .....	20
III.	División de la Norma españolas UNE-EN 60617 .....	27
IV.	Accesorios empotrados.....	28
V.	Accesorios sobrepuestos .....	31
VI.	Simbología eléctrica de iluminación .....	35
VII.	Simbología eléctrica de fuerza .....	37
VIII.	Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012 .....	44
IX.	Identificación de cables por colores .....	45
X.	Factor de demanda (Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012).....	48
XI.	Factores de demanda de cargas de alumbrado (Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012).....	51
XII.	Factores de demanda para secadoras lavadora de ropa, 60 Hz, (Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012) .....	51
XIII.	Factores de demanda y cargas para diversos aparatos domésticos (Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012)...	52
XIV.	Tipos de bombas hidráulicas .....	70
XV.	Demanda de energía eléctrica para secadoras domésticas (Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012).....	73
XVI.	Factores de corrección basados en una temperatura ambiente de 30 °C.....	77
XVII.	Factores de ajuste para más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o cable.....	78
XVIII.	Artículo 344 – tubo <i>conduit</i> rígido de (PVC), cédula 80 .....	79

XIX.	Dimensiones de los conductores aislados y cables para artefactos.....	80
XX.	Carga máxima conectada a un contacto por medio de un cordón y clavija.....	80
XXI.	Tipos y tamaño o designación de conductores para alimentadores monofásicos, de 3 hilos de 120/240 volts para viviendas .....	85
XXII.	Ampacidad a 30°C.....	86
XXIII.	Distribución de cargas eléctricas para cocina.....	90
XXIV.	Distribución de cargas eléctricas para sala .....	90
XXV.	Distribución de cargas eléctricas para comedor .....	91
XXVI.	Distribución de cargas eléctricas para lavandería .....	91
XXVII.	Distribución de cargas eléctricas para Dormitorios .....	91
XXVIII.	Distribución de cargas eléctricas para baños .....	92
XXIX.	Distribución de cargas eléctricas para cisterna.....	92
XXX.	Distribución de cargas eléctricas para estudio .....	92
XXXI.	Circuitos de tomacorrientes especiales, bifásicos 240VAC .....	93
XXXII.	Circuito iluminación 1 .....	102
XXXIII.	Circuito iluminación 2 .....	103
XXXIV.	Circuito iluminación 3 .....	104
XXXV.	Comprobación de consumo.....	105
XXXVI.	Circuito cocina 1 .....	105
XXXVII.	Circuito cocina 2.....	106
XXXVIII.	Circuito cocina 3.....	107
XXXIX.	Circuito 4 .....	108
XL.	Circuito 5 .....	109
XLI.	Circuito 6 .....	111
XLII.	Circuito 7 .....	112

XLIII.	Determinación de conductores para circuito de iluminación por el método según tipo de forro .....	115
XLIV.	Determinación de los conductores para circuitos de fuerza por el método según tipo de forro .....	115
XLV.	Determinación del calibre de conductor por el método de corriente máxima de operación para conductores .....	117
XLVI.	Corrección de ampacidad máxima de operación para conductores por temperatura Ambiente de 40°C.....	122
XLVII.	Corrección de ampacidad nominal con factor de demanda del 75 %.....	124
XLVIII.	Cálculos finales conductores .....	125
XLIX.	Cálculo final interruptores termomagnéticos .....	126
L.	Determinación de área del conductor para circuitos de fuerza e iluminación.....	126
LI.	Tubería aérea Núm. 1 para circuitos de iluminación y ducha de cuarto de servicio, primer nivel .....	127
LII.	Tubería aérea Núm. 2 para circuitos de iluminación 2, primer nivel .....	128
LIII.	Tubería aérea Núm. 3 para circuitos de fuerza y lavadora, primer nivel .....	128
LIV.	Tubería aérea Núm. 4 para circuitos de fuerza y estufa eléctrica, primer nivel.....	129
LV.	Tubería aérea Núm. 5 para circuitos de fuerza y bomba de agua, primer nivel .....	129
LVI.	Tubería aérea Núm. 6 para circuitos de fuerza, primer nivel ...	130
LVII.	Tubería aérea Núm. 7 para circuitos de iluminación, primer nivel .....	131
LVIII.	Tubería aérea Núm. 8 para circuitos de fuerza cuarto máster, segundo nivel.....	131

LIX.	Tubería aérea Núm. 9 para circuitos de fuerza cuarto master, segundo nivel .....	132
LX.	Tubería aérea Núm. 10 para circuitos de fuerza cuarto master, segundo nivel .....	132
LXI.	Tubería aérea Núm. 11 para circuitos de fuerza cuarto master, segundo nivel .....	133
LXII.	Tamaño mínimo de los conductores de puesta a tierra para canalizaciones y equipos .....	137
LXIII.	Cálculo final conductores para puesta a tierra.....	137
LXIV.	Número de interruptores en tablero secundario, segundo nivel .....	138
LXV.	Número de interruptores en tablero principal, primer nivel .....	139
LXVI.	Factor de demanda para viviendas unifamiliares en circuitos de iluminación y fuerza.....	140
LXVII.	Conductores para acometida eléctrica y tablero principal .....	141
LXVIII.	Conductores para tablero secundario .....	142

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
$\Sigma$	Conductividad eléctrica
<b>B</b>	Densidad de flujo magnético
<b>DAC</b>	Doméstico de altos consumos
<b>eV</b>	Electrón voltio
<b>K</b>	Energía cinética
<b>Kwh</b>	kilowatt hora
<b>KW</b>	Kilowatts
<b>M</b>	Metro
<b>m<sup>2</sup></b>	Metro cuadrado
<b>%</b>	Porcentaje
<b>S</b>	Potencia aparente
<b>Q</b>	Potencia reactiva
<b>P</b>	Potencia real
$\Omega$	Resistencia eléctrica
<b>U</b>	Unidad
<b>I</b>	Unidad de corriente eléctrica
<b>Volt</b>	Unidad de diferencia de potencial
<b>VA</b>	Unidad de voltamperios
<b>VAR</b>	Unidad de voltamperios reactivos
<b>Watt</b>	Unidad de potencia
<b>W</b>	Watts



## GLOSARIO

<b>Acometida</b>	Cables de alimentación que van desde el poste y rematan en el medidor en específico.
<b>Alimentadores principales</b>	Conductores que abastecen a toda la instalación eléctrica. Generalmente van colocados al centro y a lo largo de toda la casa, evitando en lo posible las curvas o vueltas de los mismos. Esto último es para evitar que suceda la denominada caída de tensión.
<b>AWG</b>	Calibre de alambre perteneciente a los Estados Unidos de América ( <i>cae, en inglés AWG - american wire gauge</i> ) es una referencia de clasificación de diámetros. En muchos sitios de internet, libros y manuales, es común encontrar la medida de conductores eléctricos (cables o alambres) indicados con la referencia AWG.
<b>Caída de tensión</b>	Cuando más largo es un conductor eléctrico mayor será la caída de tensión. Por este motivo deben evitarse curvas o vueltas en todos los conductores eléctricos, pero primordialmente en los alimentadores generales.
<b>Caja de</b>	Lugar en donde se realizan los amarres, empalmes o

<b>conexiones</b>	conexiones entre los conductores eléctricos.
<b>Calidad de materiales</b>	Factor indispensable que debe tomarse en cuenta al diseñar o realizar una instalación eléctrica y debe hacerse cuidando los factores, precio, material apropiado, el material de elaboración de la metería prima como cable, tomacorrientes entre otros.
<b>Carga eléctrica</b>	Propiedad de la materia que permite medir la pérdida o ganancia de determinado número electrones. La carga eléctrica puede clasificarse carga eléctrica negativa (electrones) y como carga eléctrica positiva (protones).
<b>Circuito</b>	Lazo cerrado o camino por el que fluye una corriente eléctrica o un flujo magnético.
<b>Circuitos eléctricos</b>	Red eléctrica o circuito eléctrico, es una interconexión de varios elementos eléctricos unidos entre sí en una trayectoria cerrada de forma que pueda fluir continuamente una corriente eléctrica.
<b>Circuitos de iluminaciones</b>	Dispositivo por medio del cual se hace posible conectar o desconectar lámparas u otro tipo de dispositivos a voluntad e independiente una de otra y consta de interruptor.
<b>Circular mil</b>	Sección de un círculo que posee un diámetro de un milésimo de pulgada (0.001plg).



<b>Contacto</b>	Punto de unión que establece conexión eléctrica para la toma de corriente, receptáculo llamado también enchufe.
<b>Electricidad</b>	Conjunto de factores físicos relacionados con los flujos de cargas eléctricas. Se presenta en una gran diversidad de fenómenos como el flujo de corriente eléctrica, los rayos, la electricidad estática o la inducción electromagnética. La electricidad se origina por el movimiento o separación de los electrones que forman los átomos.
<b>Factor de potencia FDP</b>	Circuito de corriente alterna, como la relación entre la potencia activa, $P$ , y la potencia aparente. Da una medida de la capacidad de una carga de absorber potencia activa.
<b>Interruptor termomagnético</b>	Pastilla Termomagnética, es un dispositivo eléctrico capaz de permitir o interrumpir el flujo de corriente eléctrica, según su capacidad de conducción.
<b>Ley de Joule</b>	Fenómeno que surge cuando circula una corriente eléctrica por medio de un conductor de movimiento y los electrones dentro producen choques con los átomos del conductor lo que hace que parte de la energía cinética de los electrones se transforme en calor, con un consiguiente aumento de la temperatura.

<b>Ley de Ohm</b>	La resistencia en un circuito se mantiene invariable y aumenta el voltaje de la fuente, y por ende se produce un aumento correspondiente en dicha corriente. Esto significa que si en un circuito eléctrico se mantiene una magnitud constante: se aumenta el voltaje y aumentará la corriente, pero si se reduce el voltaje, disminuirá la corriente, se aumenta la resistencia, disminuirá la corriente, si se reduce la resistencia, aumentará la corriente.
<b>Ley de voltajes de Kirchhoff</b>	LVK. Lazo cerrado, el conjunto de todas las caídas de tensión es similar a la tensión total suministrada.
<b>Ley de Watt</b>	Los aparatos y circuitos eléctricos consumen cierta cantidad de energía mientras reciben un suministro de electricidad, la cual utilizan para realizar un trabajo.
<b>Medidor de energía Eléctrica</b>	Aparato que se encarga de medir el consumo de electricidad.
<b>Tablero de distribución</b>	Dispositivos aptos para su utilización en las Sub-estaciones principales, secundarias y en lugares donde se puede tener un grupo de interruptores con relés de sobrecargas, termomagnéticos y cortocircuitos; destinados a proteger y alimentar a las cargas eléctricas.
<b>Tomacorrientes</b>	Dispositivo que alberga las ranuras, aberturas o agujeros y de esta manera se logra establecer la conexión eléctrica.

**Vivienda  
unifamiliar**

Lugar protegido o construcción acondicionada para que vivan personas.



## RESUMEN

Debido a la falta de información que se tiene en el programa de ingeniería civil sobre el diseño de circuitos de iluminación residencial y circuitos de tomacorrientes para viviendas unifamiliares, se evidencia la necesidad de esta investigación.

Tomando en cuenta que, al momento de diseñar, es una necesidad que deben suplir los ingenieros civiles para aplicar dentro de la construcción un sistema eléctrico eficiente, seguro, confiable y que satisfaga las necesidades eléctricas de los habitantes de la vivienda, es de suma importancia que exista una guía que ayude a los estudiantes a calcular, diseñar y esquematizar los circuitos de iluminación residencial y los circuitos de tomacorrientes de uso general para viviendas unifamiliares.

La presente investigación está enfocada en los temas de circuitos de iluminación residencial y tomacorrientes para viviendas unifamiliares. Su objetivo es crear una guía básica dirigida a los estudiantes y profesionales del área civil que deseen comprender el diseño de los planos de circuitos básicos de iluminación residencial y tomacorrientes para viviendas unifamiliares para que cuenten con la referencia necesaria para estudiar y aprender los temas de electricidad domiciliaria. Con ello, se logrará, al mismo tiempo cubrir la demanda energética de los habitantes de la vivienda con un sistema confiable y seguro, elevando así el nivel de confort y la calidad en las construcciones en viviendas unifamiliares.

La energía eléctrica, actualmente, es indispensable en la mayoría de las actividades que realizan diariamente las personas, sean en el ámbito laboral, doméstico, industrial o comercial. Uno de los objetivos prioritarios en la construcción es el diseño eléctrico adecuado adaptado a estas actividades. Sin embargo, cuando el proyecto se trata de una vivienda unifamiliar, las personas carecen de los recursos necesarios para que al ejecutar la obra, el ingeniero electricista o mecánico electricista, sea parte del equipo de supervisión. Por ello, es pertinente que los ingenieros civiles conozcan de este tema.

Uno de los grandes problemas que afrontan los ingenieros civiles se debe a que poseen poco conocimiento sobre el diseño eléctrico aplicado a viviendas unifamiliares y la falta de guías sobre el tema. Por ello, al contar con planos de circuitos de iluminación domiciliar y circuitos de tomacorrientes, diseñados por el ingeniero electricista o mecánico electricista, los conceptos básicos imprescindibles para evitar accidentes que podrían poner en riesgo la vida y la inversión no están del todo claros. Ante este escenario, se propone una guía para que el ingeniero civil adquiera los conocimientos necesarios para comprender el diseño de circuitos de iluminación domiciliar y circuitos de tomacorrientes en viviendas unifamiliares.

# OBJETIVOS

## General

Desarrollar una guía básica sobre diseño de circuitos de iluminación domiciliar y circuitos de tomacorriente para viviendas unifamiliares de dos niveles con ejemplos prácticos dirigida a estudiantes y profesionales del área de Ingeniería Civil.

## Específicos

- Determinar los tipos y características de conductores, materiales eléctricos que existen en el mercado para su utilización en el diseño de sistemas eléctricos de viviendas unifamiliares.
- Conocer la nomenclatura básica utilizada por los técnicos y profesionales del área eléctrica en los planos de iluminación residencial y tomacorrientes en viviendas unifamiliares.
- Diseñar y desarrollar los planos de iluminación residencial y circuitos de tomacorrientes para viviendas unifamiliares.





## INTRODUCCIÓN

Es indispensable que un circuito eléctrico residencial esté diseñado correctamente y que emplee materiales de alta calidad con especificaciones eléctricas, térmicas y mecánicas, también adaptándose a la demanda de electricidad que hay en cada vivienda.

Existe una distribución específica de los circuitos eléctricos domiciliarios que aumenta la confiabilidad del sistema eléctrico en viviendas unifamiliares a la vez que facilita, ahorra tiempo, trabajo y energía. De la misma forma cada circuito eléctrico debe estar esquematizado en planos y poseer una nomenclatura acorde a las normas eléctricas adoptadas en Guatemala.

Esta nomenclatura basada en las normas de la Comisión Electrotécnica Internacional IEC, que se creó el 26-27 de junio de 1906 en Londres, Reino Unido, cuya sede se encuentra en Ginebra, Suiza y adoptada por los técnicos y profesionales en el área eléctrica, facilita la interpretación de cada sistema eléctrico domiciliario ya sea de tomacorrientes en viviendas unifamiliares e iluminación residencial.

Este trabajo es la realización de una guía básica diseñada para que los estudiantes y profesionales del área civil comprendan fácilmente los sistemas de iluminación domiciliarios y circuitos de tomacorrientes de uso general en viviendas unifamiliares.

Esta investigación se desarrolla en siete capítulos los cuales describen de una forma sencilla los conceptos eléctricos que se necesitan para comprender

la ciencia la electricidad aplicada a sistemas eléctricos domiciliarios, los tipos y características de materiales eléctricos usados para fines domésticos y que se manejan en el mercado guatemalteco, proponiendo al mismo tiempo los esquemas de circuitos básicos de iluminación en viviendas y de cálculos de conductores que satisfagan la demanda eléctrica de los habitantes de las viviendas.

Así mismo proporciona una memoria para los circuitos cuyo objetivo principal es proporcionar un refuerzo que va desde los fundamentos hasta la presentación del proyecto terminado, teniendo en cuenta la seguridad, confiabilidad y selectividad necesaria que debe poseer cualquier circuito eléctrico residencial.

# 1. ANTECEDENTES

## 1.1. Estudios realizados sobre circuitos eléctricos domiciliarios

A continuación, se encuentra un estudio sobre los antecedentes de la temática central del presente estudio de ingeniería civil denominado: Diseño de circuitos de iluminación domiciliar y circuitos de tomacorriente para viviendas unifamiliares de dos niveles con ejemplos prácticos. Tomando como base la perspectiva de la metodología deductiva se analizarán, en primer lugar, los estudios realizados en Latinoamérica y España, por estudiantes de diferentes ramas de la ingeniería y luego se analizarán algunos de los estudios realizados en Guatemala, específicamente, se investigarán los trabajos de graduación de ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

### 1.1.1. En Latinoamérica y España

Diego Cortes Ramírez y Luis Torres realizó en el Instituto Politécnico Nacional de México, una investigación académica denominada *Distribución de cargas en una casa habitación y administración de la energía para un ahorro económico*. El objetivo de este estudio de ingeniería consistió en realizar un análisis de distribución de cargas de una casa habitación, para demostrar un aprovechamiento sustentable y eficiente de la energía eléctrica y así obtener costos mínimos por la utilización de esta. La problemática identificada fue el cobro elevado del suministro eléctrico que le hace la Compañía Suministradora de Energía Eléctrica.

Dicha investigación plantea que una instalación eléctrica, segura y confiable reduce al mínimo la probabilidad de ocurrencia de accidentes que pongan en riesgo la vida y la salud de los usuarios, reduce la posibilidad de fallas en los equipos eléctricos y evita la consiguiente inversión de dinero para su reparación o reposición. La confiabilidad de una instalación eléctrica está dada por tres parámetros: un buen diseño, el uso de mano de obra calificada y certificada al momento de realizar la instalación, y el uso de materiales adecuados y de calidad garantizada en la instalación.

Hijano Badillo en su investigación titulada *Proyecto de instalación eléctrica y domótica en una vivienda unifamiliar*, plantea como objetivo general, el diseño de la instalación eléctrica y domótica de una vivienda unifamiliar de tres plantas con jardín, todo enfocado en España. La investigación muestra los conocimientos aprendidos durante todos los años de carrera, como conclusión de la titulación de Ingeniería Técnica Industrial Eléctrica. El proyecto está pensado en afianzar la parte eléctrica, ya que es la rama de la ingeniería estudiada.

Dicha investigación desarrolla los siguientes temas: instalación eléctrica, previsión de cargas, acometida, instalación interior, circuitos de iluminación, circuitos de tomacorrientes, circuitos de enchufes, de lavadora, de secadora, de climatización, entre otros. La importancia de este estudio consiste en que realiza el diseño de la instalación eléctrica con suministro a un único usuario. Dimensionar la instalación de enlace. Previsión de cargas y elección de la potencia a contratar para el suministro. Creación de la puesta a tierra de la instalación. Cableado y conexión de la instalación interior. La presente investigación académica corresponde a la universidad Politécnica de Cataluña, España.

De La Rosa realizó una investigación académica con el título *Diseño de instalaciones eléctricas, desde el enfoque de la carrera de mecánica y eléctrica*. Como objetivo específico planea la protección brindada por medio del Bonding y la continuidad eléctrica de la canalización para evitar diferencias de potencial, así como minimizar las descargas electrostáticas. Como problemática de la investigación señala que, si se tienen electrodos aislados en una misma vivienda, pueden aparecer diferencias de potencial grandes y ocasionar daños catastróficos. Los electrodos del sistema están aislados, mientras que las cargas están unidas por medio de cables de comunicación.

Una descarga atmosférica ocasionaría que los gabinetes se elevaran miles de volts con respecto al gabinete determinado, esta diferencia de potencial pondría en peligro la vida humana y el equipo. Como conclusión señala que los transitorios eléctricos más severos son los ocasionados por las descargas atmosféricas. Éstas pueden dañar el aislamiento de transformadores, motores, capacitores, cables y ocasionar fallas en líneas de transmisión por la ionización del aire. La protección del aislamiento del equipo eléctrico se ha llevado a cabo tradicionalmente con partarrayos y capacitores.

Domínguez Pérez, en su investigación de maestría en administración de la construcción, establece como objetivo académico, los beneficios que obtendrán las empresa de construcción de instalaciones eléctricas residenciales de la presente investigación, es que sus áreas técnicas contaran con un manual actualizado, que contiene la metodología adecuada para hacer el presupuesto y la programación de las obras de manera óptima, que permitirá obtener una rentabilidad aceptable.

La investigación plantea la idea que, en los tiempos actuales, de la era de la informática no es suficiente tener conocimientos metodológicos, sino que se

hace indispensable y necesario trasladar la aplicación del conocimiento a las herramientas de computo existen en el mercado. Asimismo, recomienda que en toda obra en general lo importante es que cuente con un buen diseño de sistema de circuitos de iluminación en general, con la más alta calidad, en el menor tiempo posible y al mínimo costo.

### **1.1.2. En el ámbito nacional**

Meléndez Godínez, realizó un estudio de ingeniería civil denominado *Viviendas unifamiliares construidas con concreto mezclado en obra, como método de reducción de costo*. El objetivo del estudio se centró en determinar el proceso constructivo de viviendas unifamiliares utilizando formaletas metálicas, mezclando y colocando el concreto en la obra, como método de reducción de costos.

En la investigación se resalta la premisa que, utilizar un sistema en serie para la construcción de viviendas ayudará a mantener controlados los costos de mano de obra, materiales, herramienta y equipo. Las actividades se dividirán de tal forma que cada grupo de trabajadores se especialice en realizarlas con calidad y rapidez.

Entre los temas desarrollados están, los tipos de vivienda, áreas mínimas de terreno, requisitos arquitectónicos que, entre otros, incluye: tipos de iluminación eléctrica básica, así como las unidades de iluminación, circuitos, cajas de distribución, ubicación de las instalaciones, tomacorrientes, conductores y tuberías, entre otros. En síntesis, el trabajo de graduación recomienda que antes de implementar un sistema de mezclado y colocado en obra será necesario evaluar las facilidades de instalaciones tales como agua

potable constante, energía eléctrica, suministro de cemento y agregados, y la factibilidad de inversión en los equipos necesarios.

Gómez Rivera en su trabajo de graduación titulado *Estudio eléctrico de las instalaciones del edificio S-7 del campus central de la Universidad de San Carlos de Guatemala*, aborda temas como: instalaciones, caracterización de cargas, tableros, condición actual, estado actual y dimensionamiento de conductores, resistencia de aislamiento, capacidad, calibre y secciones de conductores eléctricos tuberías eléctricas, protecciones, corrientes, voltajes, factor de potencia, potencias, potencia activa, potencia reactiva, potencia aparente, análisis de armónicos, iluminación, revisión visual, características de las luminarias, iluminación en áreas de parqueo medición del nivel de iluminación, instalaciones especiales.

Asimismo, plantea como objetivos de investigación: evaluar la condición actual de las instalaciones eléctricas del edificio S-7 y; proponer las mejoras correspondientes, mediante su rediseño. Determinar la condición actual de los diferentes elementos que conforman la red eléctrica del edificio. Determinar mediante un análisis de redes la calidad de energía eléctrica que se tiene en el edificio y la influencia de la carga sobre esta. Rediseñar el sistema eléctrico de acuerdo con las condiciones actuales de la carga instalada y la función del edificio. Como propuesta plantea rediseñar y renovar las instalaciones eléctricas del Edificio S-7 del Campus Central de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Sandoval Palma realizó un estudio de ingeniería eléctrica denominado; *Estudio eléctrico de las instalaciones del edificio de recursos educativos del campus central, de la Universidad de San Carlos de Guatemala*. Identificó como problemática sistemas eléctricos deteriorados y mala iluminación en el Edificio.

En el marco teórico desarrolló los siguientes temas: diagnóstico y evaluación de las instalaciones, eléctricas actuales, instalaciones, caracterización de cargas, estado actual y dimensionamiento de conductores, revisión visual, resistencia de aislamiento, cálculo de calibre de conductores, cálculo de diámetro de tuberías, protección (flipones y fusibles, revisión visual, prueba de disparo, sobrecarga, capacidad de cortocircuito, corriente nominal, transformadores, tomar datos nominales, determinar tiempo de vida útil, mantenimiento, corrientes, voltajes, factor de potencia verdadero, potencia activa, reactiva y aparente.

La investigación tiene como objetivo, proponer las mejoras de las instalaciones eléctricas del Edificio de Recursos Educativos de la Universidad de San Carlos de Guatemala, dar a conocer qué elementos se utilizarán para el diseño. Generar un estudio de iluminación para tener una mejor calidad de luz. Establecer las posibles fallas que puedan ocurrir en la instalación eléctrica actual. Evitar el deterioro de los elementos instalados por medio de un plan de mantenimiento. Dar una propuesta donde se dará a conocer cuál es la óptima instalación eléctrica para cada edificio.

Laj Hun elaboró una investigación de ingeniería mecánica eléctrica denominada *Análisis y diagnóstico de las instalaciones eléctricas del antiguo Hospital de Emergencias del IGSS Zona 13*. En dicha investigación abordó los siguientes temas: generalidades sobre las instalaciones eléctricas, instalación eléctrica I, acometida eléctrica I, carga, demanda, factores que caracterizan la demanda, cálculo de la demanda máxima, instalación eléctrica por tipo de consumidor, instalación eléctrica domiciliar, instalación eléctrica comercial, instalación eléctrica industrial, elementos y materiales que constituyen una instalación eléctrica.



El objetivo del trabajo de graduación consiste en realizar un estudio eléctrico de las instalaciones del Antiguo Hospital de Emergencias del IGSS, para identificar las deficiencias y proponer las mejoras mediante acciones correctivas y preventivas. Para evaluar las instalaciones eléctricas a fin de determinar las áreas en mal estado permitiendo dar soluciones a los problemas encontrados. Desarrollar cálculos teóricos de los diferentes elementos que conforman las instalaciones eléctricas para tener parámetros de comparación con las cargas instaladas actualmente. Para poder determinar si la red de tierra actual es óptima y realizar cálculos para mejorar la misma si fuese necesario.

Como propuesta plantea elaborar y llevar a cabo un plan de mantenimiento correctivo, estableciendo prioridad a los circuitos y dispositivos dañados lo antes posible para evitar posibles accidentes. Elaborar un plan de mantenimiento preventivo para evitar el deterioro y colapso de los circuitos que aún se encuentra en óptimo estado, de manera de prolongar su vida útil y evitar posibles accidentes.

Jiménez Salacán elaboró su trabajo de graduación de ingeniería mecánica eléctrica, denominado *Propuesta de mejora, evaluación de equipos y análisis de calidad de energía de UNAERC, Salas A, B y C de Hemodiálisis*, en dicha investigación desarrolló los siguientes temas: Generalidades de las instalaciones eléctricas, conceptos básicos de una instalación eléctrica, simbología eléctrica, principales tipos de materiales eléctricos y mecánicos, identificación de tableros, tableros principales, tableros de distribución, identificación y medición de parámetros eléctricos de los circuitos de las salas de hemodiálisis, medición de calidad de energía, elaboración de planos de la red eléctrica actual, recomendaciones para correcciones básicas del sistema eléctrico.

Como objetivos la investigación planteó realizar una propuesta de mejora, evaluar equipos y análisis de calidad de energía en la red eléctrica de UNAERC, de tal manera conocer las instalaciones eléctricas en óptimas condiciones y las instalaciones eléctricas deficientes, con el fin de formular mejoras para poder tener una mejor calidad en la red eléctrica. Estudiar, evaluar y analizar las instalaciones eléctricas de UNAERC, especialmente las de las salas de hemodiálisis, con el fin de conocer el estado actual de las instalaciones eléctricas adecuadas e instalaciones eléctricas deficientes, con el fin de formular mejoras para poder brindar una mejor calidad de servicio.

La problemática identificada fue el cableado de las salas se encuentra expuesto y supone riesgos de choque eléctrico. Finalmente, planteó como propuesta el diseño de los elementos que se encuentran en condiciones deficientes y no cumplen con los requerimientos básicos de una instalación eléctrica correcta.

Marco Antonio Reyna, como trabajo de graduación, hizo una investigación de conceptos básicos de instalaciones eléctricas en obra civil. El estudio tiene como finalidad el ser una guía de trabajo eléctrico en obras civiles, ya que esta área, por ser muy especializada, requiere de un estudio especial para su ejecución.

En la investigación se resalta que se debe tomar en cuenta el factor económico en las instalaciones eléctricas, el no escatimar en gastos en los materiales, la seguridad de las personas y el mantenimiento de la red eléctrica domiciliar, así mismo indica que debe cumplirse con las normas de acometida de la Empresa Eléctrica de Guatemala y el Instituto Nacional de Electrificación (INDE.)

Entre los temas desarrollados están, los tipos de vivienda, áreas mínimas de terreno, requisitos arquitectónicos que, entre otros, incluye: tipos de iluminación eléctrica básica, así como las unidades de iluminación, circuitos, cajas de distribución, ubicación de las instalaciones, tomacorrientes, conductores y tuberías, entre otros. En síntesis, el trabajo de graduación recomienda que antes de implementar un sistema de mezclado y colocado en obra será necesario evaluar las facilidades de instalaciones tales como agua potable constante, energía eléctrica, suministro de cemento y agregados, y la factibilidad de inversión en los equipos necesarios.



## 2. LEYES Y CONCEPTOS BÁSICOS DE ELECTRICIDAD APLICADOS A VIVIENDAS UNIFAMILIARES

### 2.1. Aplicación de la Ley de Ohm en circuitos eléctricos domiciliarios

Georg Simón Ohm un físico alemán (1787–1854), demostró experimentalmente que, al aplicar a un circuito eléctrico determinado una diferencia de potencial doble o triple se consigue una intensidad de corriente doble o triple también.

En la Ley de Ohm se entiende con facilidad al analizar un circuito donde están en serie, como una fuente de voltaje, una batería de 12 voltios y una resistencia de 6 ohms (ohmios). Se establece una relación entre el voltaje de la batería, el valor de la resistencia y la corriente da la batería y que también circula a través de la mencionada resistencia.

Esta relación es:  $I = V / R$  y se conoce como la Ley de Ohm.

Donde:

I = Intensidad en Amperios

V = Tensión en voltios

R = Resistencia en Ohm

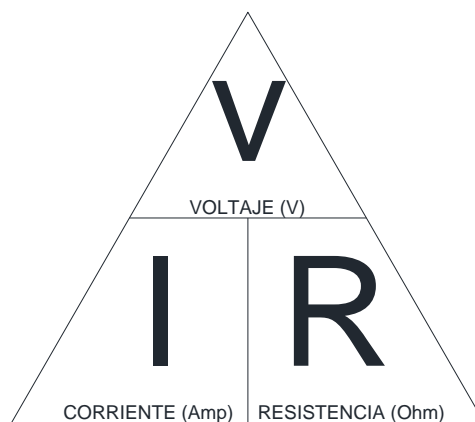
Por lo tanto, la corriente que circula por el circuito (por la resistencia o resistor) es:  $I = 12 \text{ Voltios} / 6 \text{ ohms} = 2 \text{ Amperios}$ .

De igual forma, de la fórmula se despeja la tensión en función de la corriente y la resistencia, entonces la Ley de Ohm queda:  $V = I * R$ . Así se conoce la corriente y la resistencia, obteniendo la tensión entre las terminales de la resistencia, así:  $V = 2 \text{ Amperios} * 6 \text{ ohms} = 12 \text{ V}$ .

Igual que en el caso anterior, al despejarse la resistencia en función del voltaje y la corriente, se logra la Ley de Ohm de la forma:  $R = V / I$ . Por lo mismo, si se conoce la tensión en la resistencia y la corriente que pasa por ella se logra que:  $R = 12 \text{ Voltios} / 2 \text{ Amperios} = 6 \text{ ohms}$ .

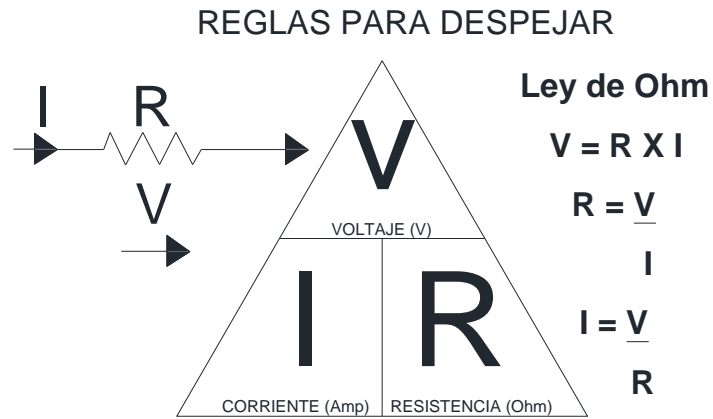
Es importante observar que la relación entre la corriente y la tensión en una resistencia siempre será lineal y la pendiente de esta línea está directamente vinculada con el valor de la resistencia. Asimismo, a mayor resistencia mayor pendiente. Para despejar fácilmente, el físico estadounidense Paul Hewitt autor del libro Física Conceptual, creó el triángulo, donde solo hay que tapar la incógnita y surge como solucionar el problema.

Figura 1. **Triángulo de la Ley de Ohm**



Fuente: elaboración propia.

Figura 2. **Regla para despejar Ley de Ohm**

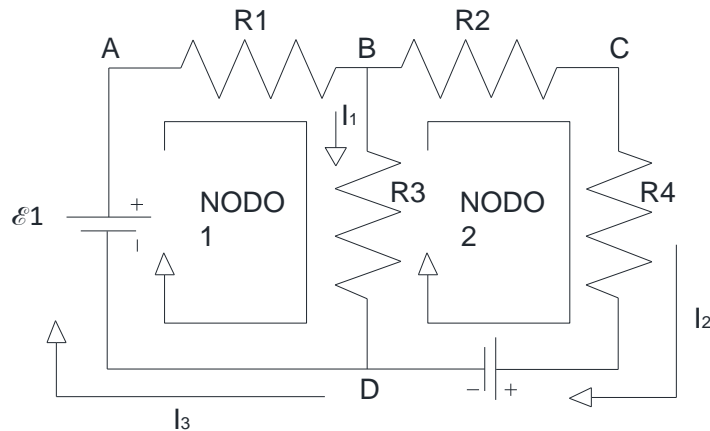


Fuente: elaboración propia.

## 2.2. **Influencia de las Leyes de Kirchhoff en el diseño de circuitos eléctricos en viviendas unifamiliares**

Para el cálculo en circuitos de corriente continua, junto a la ley de Ohm es imprescindible conocer las leyes establecidas por Gustav R. Kirchhoff (1824-1887). Estas leyes hacen referencia a los puntos de unión o de derivación, conocidos también como nudos y mallas. Estas denominaciones permiten relacionar entre sí las dos magnitudes variables que intervienen en el flujo de dicha corriente a través del circuito, la intensidad y la tensión, teniendo como magnitud constante la o las resistencias dispuestas en diferentes puntos del mismo.

Figura 3. **Ley de Kirchhoff circuito entre dos nudos**



Fuente: elaboración propia.

Las leyes de Kirchhoff son una consecuencia directa de las leyes básicas del electromagnetismo (Leyes de Maxwell) para circuitos de baja frecuencia. Aunque no tienen validez universal, forman la base de la teoría de circuitos y de gran parte de la electrónica. Pueden enunciarse en la forma siguiente:

- Ley de Kirchhoff para los nudos o de las corrientes (un nudo en un circuito es un punto en el que confluyen varias corrientes). La suma algebraica de las corrientes que inciden en un nudo, consideradas todas ellas entrantes o todas ellas salientes, es cero (Ley de conservación de la carga). La consideración de que una corriente es entrante o saliente se hace en principio de una forma totalmente arbitraria ya que, si una corriente  $I$  es entrante, se puede sustituir por una corriente  $I$  saliente y viceversa. El sentido real de la corriente dependerá de cuál de los dos signos sea numéricamente el correcto.



- Ley de Kirchhoff para las mallas o de las tensiones. En un circuito cerrado o malla, la suma algebraica de las diferencias de potencial entre los extremos de los diferentes elementos, tomadas todas en el mismo sentido, es cero (Ley de Conservación de la Energía).

### **2.3. Atribución de la Ley de Watt para el cálculo de conductores en la distribución de circuitos para viviendas unifamiliares**

La potencia eléctrica se mide en vatios, en homenaje a James Watt, quien realizó los trabajos que llevaron al establecimiento de los conceptos de potencia, y dictó la llamada Ley de Watt. La potencia eléctrica suministrada por un receptor es directamente proporcional a la tensión de la alimentación (v) del circuito y a la intensidad (I) que circule por él.

La Ley de Watt se representa de en la siguiente forma:

$$P = V \times I$$

Donde:

P = Potencia en Vatios

V = Tensión en voltios

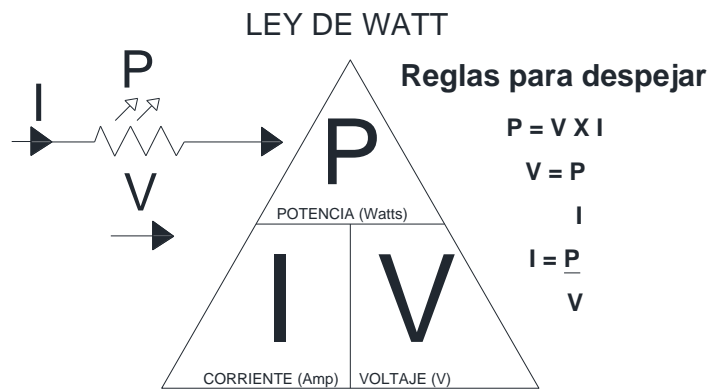
I = Intensidad en Amperios

La unidad de medida de la potencia es el vatio y se representa por la letra W, siendo su equivalente mecánico el julio / segundo.

$$1 \text{ julio/ segundo} = 1 \text{ vatio}$$

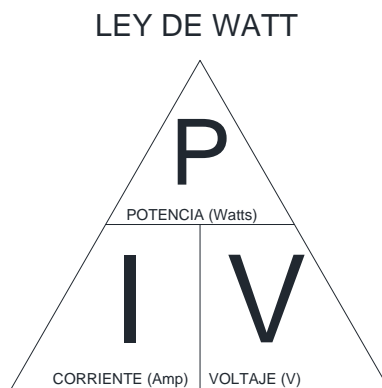
Un vatio es la potencia de un receptor que consume 1 amperio, cuando se le aplica una tensión de 1 voltio.

Figura 4. **Ley de Watt**



Fuente: elaboración propia.

Figura 5. **Triángulo de la Ley de Watt**



Fuente: elaboración propia.

## **2.4. Influencia de la Ley de Joule en el diseño de circuitos eléctricos en viviendas unifamiliares**

Es mejor conocido como efecto Joule al fenómeno por el cual si en un conductor circula corriente eléctrica, parte de la energía cinética de los electrones se transforma en calor debido a los choques que sufren con los átomos del material conductor por el que circulan, elevando la temperatura del mismo. El nombre es en honor a su descubridor, el físico británico James Prescott Joule.

La Ley de la Conservación de la Energía afirma que la energía no se puede ni crearse, tampoco destruirse, únicamente se puede cambiar de forma. El movimiento de los electrones en un cable es desordenado, esto provoca continuos choques entre ellos y, como consecuencia, un aumento de la temperatura en el propio cable.

Al circularse una corriente eléctrica a través de un cable los movimientos de electrones producen choques con los átomos internos cuando toman velocidad constante. Esto provoca que parte de la energía cinética de los electrones se convierta en calor, por lo mismo aumenta la temperatura del conductor. Por lo consiguiente mientras más corriente fluya mayor será el aumento de la energía térmica.

Por lo tanto, la cantidad de calor que genera una corriente eléctrica al pasar por un conductor es directamente proporcional a la resistencia de la corriente. La fórmula es la siguiente.

$$W= I \times R \times T$$

Donde:

W = cantidad de calor en Watts

I =intensidad de la corriente en Amperios

R =resistencia eléctrica en Ohms

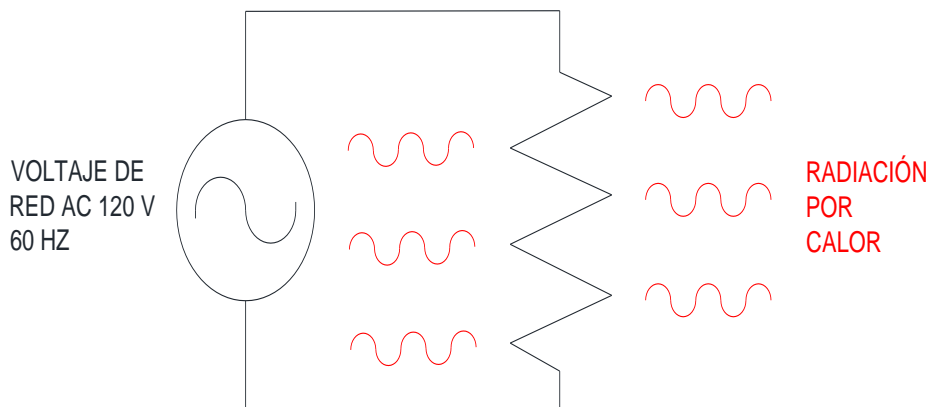
T =tiempo de duración de la corriente en Segundos

Generalmente, cuando el trabajo eléctrico se presenta en forma de calor se suele usar la caloría como unidad es decir aplicándolo como:

1 joule = 0,24 calorías

1 caloría = 4,18 joules

Figura 6. **Representación gráfica de la Ley Joule**



Fuente: elaboración propia.

Tabla I. **Leyes básicas de electricidad**

	Leyes Físicas	Definición
1	Ley de Ohm	En una resistencia al paso de la corriente eléctrica, sometida a una diferencia de potencial, la intensidad de la corriente eléctrica es directamente proporcional a la tensión e inversamente al valor de la resistencia.
2	Ley de Kirchhoff	Es una consecuencia directa de las leyes básicas del electromagnetismo (Leyes de Maxwell) para circuitos de baja frecuencia.
3	Ley de Watt	La potencia eléctrica es el trabajo producido por una resistencia debida a la circulación por ella de una corriente eléctrica, esta potencia es directamente proporcional a la tensión y a la intensidad de la corriente.
4	Ley de Joule	Cuando la corriente eléctrica atraviesa un conductor, éste se calienta emitiendo energía calorífica (genera un aumento de temperatura), de forma que el calor desprendido es directamente proporcional a la resistencia del conductor, al tiempo durante el cual circula la corriente y al cuadrado de la intensidad que lo atraviesa.

Fuente: elaboración propia.

## 2.5. **Análisis del factor de potencia en viviendas unifamiliares**

En el siguiente apartado se realizará un análisis sobre el factor de potencia para viviendas unifamiliares, para determinar los elementos que producen un bajo factor de potencia, así como los elementos que producen un alto factor de potencia, conocido en el ámbito eléctrico como corrección del factor de potencia. Para mayor comprensión del tema es importante indicar que el factor de potencia se refiere básicamente a un indicador cualitativo y cuantitativo del correcto aprovechamiento de la energía eléctrica. También el factor de potencia

es un término que se emplea para describir la cantidad de energía eléctrica que se ha convertido en trabajo.

Las compañías encargadas de la distribución eléctrica en Guatemala son la Empresa Eléctrica de Guatemala (EEGSA) y Energuate. Efectúan periódicamente una visita de campo, para realizar la medición del factor de potencia. Para ello, utilizan equipo de medición especial, como multímetros o analizadores de calidad de energía.

### **2.5.1. Definición del bajo factor de potencia en viviendas unifamiliares**

Tomando en cuenta la información del apartado anterior se puede sintetizar que el factor de potencia se refiere a la descripción de la cantidad de energía eléctrica que se ha convertido en trabajo. El valor ideal del factor de potencia es 1, esto indica que toda la energía consumida por los aparatos ha sido transformada en trabajo. Por el contrario, un factor de potencia menor a la unidad significa un mayor consumo de energía necesaria para producir un trabajo útil.

Tabla II. **Tipos de potencias para redes con voltaje alterno**

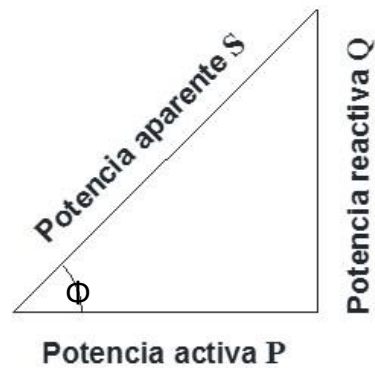
1	Potencia activa	La potencia efectiva o real es la que en el proceso de transformación de la energía eléctrica se aprovecha como trabajo. Unidades: Watts (W) Símbolo: P
---	-----------------	---

Continuación tabla II.

2	Potencia reactiva	La potencia reactiva genera el campo magnético que requieren para su funcionamiento los equipos inductivos como los motores y transformadores. Unidades: VAR Símbolo: Q
3	Potencia aparente	La potencia aparente es la suma geométrica de las potencias efectiva y reactiva; es decir: Unidades: VA Símbolo: S

Fuente: elaboración propia.

Figura 7. **Triángulo de potencia**



Fuente: elaboración propia.

#### 2.5.1.1. **Potencia aparente**

Es importante resaltar que la potencia aparente de un circuito eléctrico de corriente alterna, es la suma de la energía que disipa dicho circuito en cierto tiempo en forma de calor, trabajo y la energía empleada para la formación de los campos eléctricos y magnéticos de sus componentes.

Sin embargo, esta potencia no es la consumida realmente, únicamente cuando el factor de potencia es la unidad ( $\cos \varphi=1$ ), y señala que la red de alimentación de un circuito no solo ha de satisfacer la energía consumida por los elementos resistivos, sino que también ha de contarse con la que van a "entretener" bobinas y condensadores. Se la designa con la letra S y se mide en voltamperios (VA).

#### **2.5.1.2. Potencia activa**

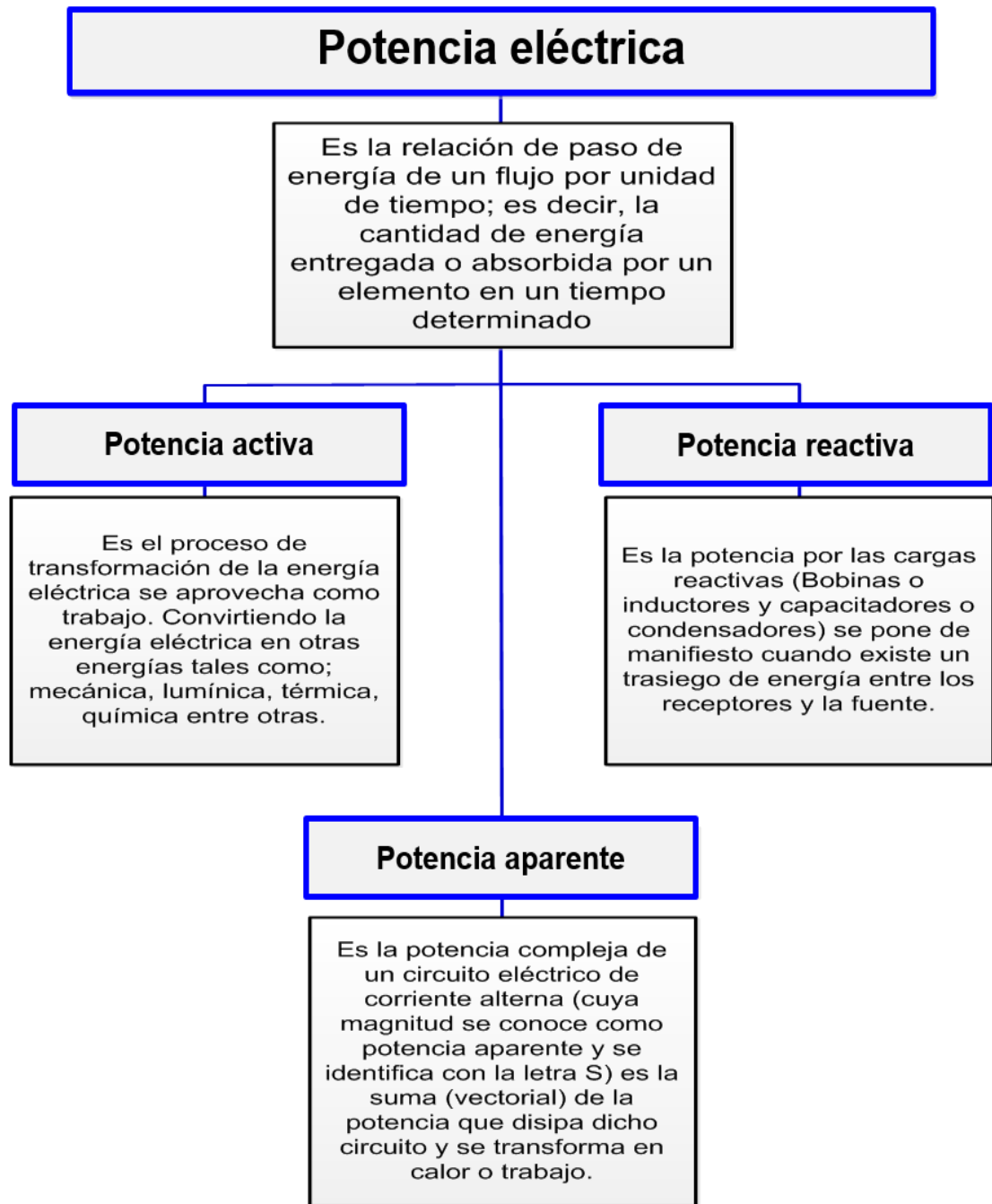
Esta potencia se caracteriza porque en el proceso de transformación de la energía eléctrica se aprovecha como trabajo. Los diferentes dispositivos eléctricos existentes convierten la energía eléctrica en otras formas de energía, como mecánica, lumínica, térmica, química, entre otras. Esta potencia es, por lo tanto, la realmente consumida por los circuitos. Cuando se habla de demanda eléctrica, es esta potencia la que se utiliza para determinar dicha demanda. Se designa con la letra P y se mide en vatios (W).

#### **2.5.1.3. Potencia reactiva**

Esta potencia tiene también la característica de no ser la realmente consumida y solo aparece cuando existen motores o condensadores en los circuitos. La potencia reactiva tiene un valor medio nulo, por lo que no produce trabajo útil. Por ello, se dice que es una potencia desvatada (no produce vatios), se mide en voltamperios reactivos (VAR) y se designa con la letra Q.

Figura 8. **Factor de potencia**





Fuente: elaboración propia.

#### 2.5.1.4. Elementos que producen un bajo factor de potencia dentro de la vivienda

Existen varios elementos que producen un bajo factor de potencia en una vivienda, por lo mismo es importante resaltar que para producir un trabajo, las cargas eléctricas requieren de un cierto consumo de energía. Cuando este consumo es, en su mayoría energía reactiva, el valor del ángulo se incrementa y disminuye el factor de potencia.

La causa del bajo factor de potencia se debe a las cargas inductivas como motores, balastos, transformadores, entre otros, esto sucede porque son cargas no lineales que contaminan la red eléctrica. En este tipo de equipos el consumo de corriente se desfasa con relación al voltaje lo que provoca un bajo factor de potencia.

Figura 9. Valores del factor de potencia



Fuente: elaboración propia.

En la figura anterior se muestra el valor del factor de potencia, que puede ser entre 0 y 1. El valor ideal del factor de potencia es 1, esto indica que toda la energía consumida por los aparatos ha sido transformada en trabajo. Por el contrario, un factor de potencia menor a la unidad significa mayor consumo de energía necesaria para producir un trabajo útil.

A continuación, se describen los problemas técnicos por bajo factor de potencia:

- Mayor consumo de corriente
- Aumento de las pérdidas en conductores
- Sobrecarga de transformadores, generadores y líneas de distribución
- Incremento de las caídas de voltaje

Desde la perspectiva económica, los problemas pueden ser el incremento de la facturación eléctrica por mayor consumo de corriente, entre otros. En síntesis, se puede señalar que la mayoría de los equipos eléctricos utilizan potencia activa o real, que es la que hace el trabajo real y utilizan también la potencia reactiva, la cual no produce un trabajo físico directo en los equipos.

### **2.5.2. Definición del alto factor de potencia en viviendas unifamiliares**

De acuerdo con lo anterior, se comprende que en una instalación eléctrica, los elementos que la componen pueden actuar como consumidores, que utilizan la potencia eléctrica (activa) de la red como fuente de energía de alimentación, como ordenadores, impresoras, aparatos de diagnóstico, entre otros, o como convertidor en otra forma de energía, como lámparas o estufas eléctricas, también en trabajo útil como los motores eléctricos. Para que esto ocurra, generalmente es necesario que el elemento de la instalación intercambie con la red (con un consumo neto nulo) energía reactiva principalmente de tipo inductivo.

Esta energía, incluso si no se convierte inmediatamente en otras formas, contribuye a incrementar la potencia total que transita la red eléctrica, desde los

generadores, a lo largo de todas las líneas eléctricas, hasta los elementos que la utilizan. Para atenuar este efecto negativo es necesaria la corrección del factor de potencia en las instalaciones eléctricas.

### **2.5.2.1. Elementos que producen un alto factor de potencia dentro de la vivienda**

Eléctricamente se refiere a la corrección del factor de potencia, se realiza conectando a la red una serie de elementos reactivos que atenúan cuantitativamente el valor de la potencia reactiva, de esta manera, disminuyen sus efectos adversos en la red eléctrica de la vivienda unifamiliar.

Debido a las características de las cargas instaladas en una vivienda común es sumamente raro que este efecto “negativo” sea considerado con niveles perjudiciales, pero ningún hogar se libra de sufrir este efecto y por ello comprende la solución a dicho problema con los denominados capacitores para la corrección del factor de potencia. A continuación, se describen los beneficios técnicos por la corrección del factor de potencia:

- Disminución de las pérdidas de potencia en conductores de la red
- Incremento en la vida útil de la red domiciliar
- Reducción en la caída de tensión de la red
- Reducción de los costos por facturación de energía eléctrica

En el mercado se pueden encontrar potencias reactivas para voltajes 120 o 240 VAC, en unidades de mil Voltamperios reactivos (KVAR): 1,0 KVAR, 1,5 KVAR, 2,0 KVAR, 2,5 KVAR, 3,0 KVAR, 4,0 KVAR, 5,0 KVAR, 7,5 KVAR, 10 KVAR, 12,5 KVAR, 15 KVAR, 20 KVAR, 30 KVAR, 35 KVAR y 40 KVAR.

### **3. NOMENCLATURA UTILIZADA EN LOS PLANOS DE ILUMINACIÓN Y TOMACORRIENTES DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES**

#### **3.1. Nomenclatura de accesorios empotrados utilizados dentro de una vivienda unifamiliar**

En el presente capítulo se describirá la nomenclatura de accesorios utilizados en una vivienda unifamiliar. Es importante resaltar que se muestran las nomenclaturas de la Norma IEC 60617-3, adoptada en Europa en la norma EN 60617 y que, finalmente, se ha publicado en España como la norma UNE-EN 60617 y Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012 Artículo 40, que incluye los símbolos gráficos para esquemas. (Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012, 2015.)

Tabla III. **División de la Norma españolas UNE-EN 60617**

UNE-EN 60617-2	Elementos de símbolos, símbolos distintivos y otros símbolos de aplicación general
UNE-EN 60617-3	Conductores y dispositivos de conexión
UNE-EN 60617-7	Aparamenta y dispositivos de control y protección
UNE-EN 60617-11	Esquemas y planos de instalación, arquitectónicos y topográficos.


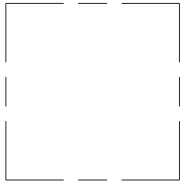
Fuente: elaboración propia.

En la tabla anterior, se presentaron las Normas de Electricidad IEC 60617, en general, a continuación, se describirá la nomenclatura de accesorios empotrados que se utilizan en los planos de viviendas unifamiliares.


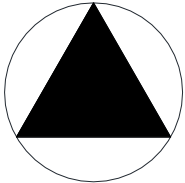

Tabla IV. **Accesorios empotrados**

Descripción	Imágenes reales del equipo	Simbología basada en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012 Artículo 40	Simbología basada en la IEC 60617 unifilar O UNE-EN 60617
Tablero distribución eléctrico domiciliar para interiores			
Base para contador de energía eléctrica para interiores			
Ducto eléctrico común (poliducto)		 <p>1"POLIDUCTO 3/4"POLIDUCTO 1/2"POLIDUCTO</p>	 <p>1"POLIDUCTO 3/4"POLIDUCTO 1/2"POLIDUCTO</p>

Continuación tabla IV.

<p>Ducto eléctrico especializado</p>		 <p>1"DUCTOELECTRICO 3/4"DUCTOELECTRICO 1/2"DUCTOELECTRICO</p>	 <p>1"DUCTOELECTRICO 3/4"DUCTOELECTRICO 1/2"DUCTOELECTRICO</p>
<p>Caja conexiones eléctricas (derivaciones)</p>			
<p>Caja conexiones eléctricas (derivaciones)</p>			
<p>Caja conexiones eléctricas (derivaciones)</p>			

Continuación tabla IV.

<p>Tomacorriente para circuitos de 240vac (con puesta a tierra, simples)</p>			
--	--	---	---





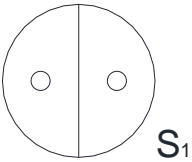


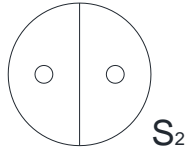
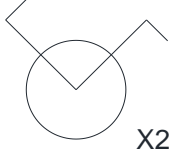
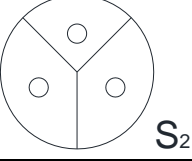
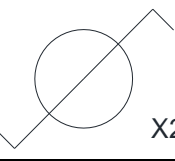
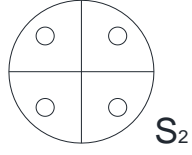
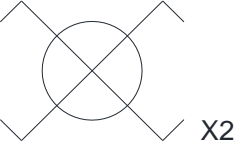
Fuente: elaboración propia.

### 3.2. Nomenclatura de accesorios sobrepuestos utilizados en una vivienda unifamiliar


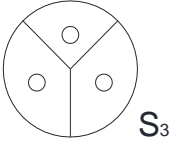
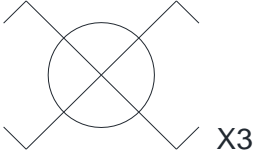

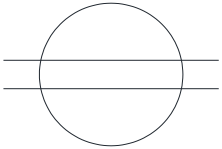
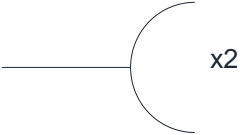

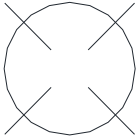

A continuación, se presenta de forma descriptiva la siguiente tabla donde se muestra la nomenclatura de accesorios sobrepuestos que son los utilizados generalmente en las viviendas unifamiliares que se basan en las Normas IEC 60617-3 y Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012




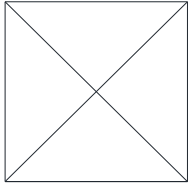
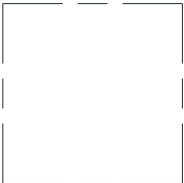





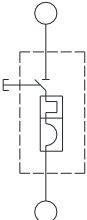


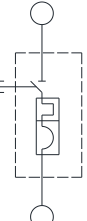


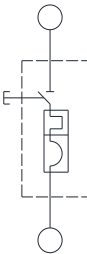
Tabla V. **Accesorios sobrepuestos**

Descripción	Imágenes reales del equipo	Simbología basada en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012 Artículo 40	Simbología basada en la IEC 60617 unifilar O UNE-EN 60617
Interruptor simple (circuito timbre)			
Interruptor sostenido 1 polo			
Interruptor sostenido 2 polos			
Interruptor sostenido 2 polos 3way			
Interruptor sostenido 2 polos 4 way			



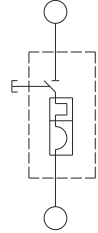


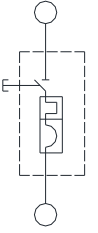


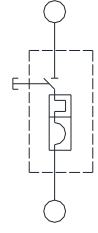


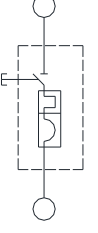


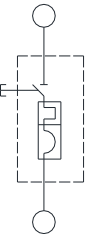
Continuación tabla V.

<p>Interruptor sostenido 3 polos (conexiones 3way)</p>			
<p>Tomacorriente doble (interiores, exteriores, especiales)</p>			
<p>Salida para iluminación (flaponera)</p>			



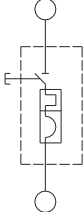
Continuación tabla V.

<p>Tablero monofásico 2 polos para exteriores</p>			
<p>Entrada principal acometida eléctrica</p>			
<p>Interruptor termomagnético de 50a. Norma IEC (blanco) Norma NEMA (negro)</p>		 <p>2P, 120VAC, 50A, 10KA, C</p>	 <p>2P, 120VAC, 50A, 10KA, C</p>
<p>Interruptor termomagnético de 40a. Norma IEC (blanco) Norma NEMA (negro)</p>		 <p>2P, 120VAC, 40A, 10KA, C</p>	 <p>2P, 120VAC, 40A, 10KA, C</p>
<p>Interruptor termomagnético de 32a Norma IEC (blanco); interruptor termomagnético de 30a Norma NEMA (negro)</p>		 <p>2P, 120VAC, 30A o 32A, 10KA, C</p>	 <p>2P, 120VAC, 30A o 32A, 10KA, C</p>

Continuación tabla V.

<p>Interruptor termomagnético de 20a.          Norma IEC (blanco)          Norma NEMA (negro)</p>		 <p>2P, 120VAC, 20A, 10KA, C</p>	 <p>2P, 120VAC, 20A, 10KA, C</p>
<p>Interruptor termomagnético de 50a.          Norma IEC (blanco)          Norma NEMA (negro)</p>		 <p>1P, 120VAC, 50A, 10KA, C</p>	 <p>1P, 120VAC, 50A, 10KA, C</p>
<p>Interruptor termomagnético de 40a.          Norma IEC (blanco)          Norma NEMA (negro)</p>		 <p>1P, 120VAC, 40A, 10KA, C</p>	 <p>1P, 120VAC, 40A, 10KA, C</p>
<p>Interruptor termomagnético de 30a.          Norma IEC (blanco)          Norma NEMA (negro)</p>		 <p>1P, 120VAC, 30A, 10KA, C</p>	 <p>1P, 120VAC, 30A, 10KA, C</p>
<p>Interruptor termomagnético de 20a.          Norma IEC (blanco)          Norma NEMA (negro)</p>		 <p>1P, 120VAC, 20A, 10KA, C</p>	 <p>1P, 120VAC, 20A, 10KA, C</p>





Continuación tabla V.

<p>Interruptor termomagnético de 15a. Norma NEMA (negro)</p>		 <p>1P, 120VAC, 15A, 10KA, C</p>	<p>T</p>  <p>1P, 120VAC, 15A, 10KA, C</p>
--	---	---	--



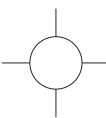











Fuente: elaboración propia.

Debido a la falta de una norma nacional para el diseño de instalaciones eléctricas y de nomenclatura, se optó realizar un resumen indicando la nomenclatura eléctrica según el manual del INTECAP para instalaciones eléctricas, cuya autoría corresponde al Arquitecto William García. Así mismo es importante enfatizar que por el hecho de no contar con una norma nacional, hay profesionales que utilizan diferente nomenclatura, por eso, es indispensable que cuando se trate de la instalación eléctrica, el ingeniero electricista o mecánico electricista se encuentre siempre presente.




Tabla VI. **Simbología Eléctrica de Iluminación**

Simbología eléctrica de iluminación			
Símbolo	Definición	Símbolo	Definición
	<p>Caja <i>socket</i> para redonda para medidor / Contador eléctrico.</p>		<p>Caja octagonal de lámina galvanizada para colocar interruptor simple.</p>
<p>RH</p> 	<p>Caja <i>socket</i> clase 100 con interruptor.</p>		<p>Caja octagonal de lámina galvanizada para colocar interruptor doble.</p>

Continuación tabla VI.









	Tablero de distribución de circuitos / Tablero de flipones.		Caja octagonal de lámina galvanizada para colocar interruptor tripe.
	Caja octagonal de lámina galvanizada para colocar unidad de iluminación en cielo.		Caja octagonal de lámina galvanizada para colocar interruptor simple <i>three way</i> .
	Caja octagonal de lámina galvanizada para colocar lámpara en cielo fluorescente de 2 tubos.		Caja octagonal de lámina galvanizada para colocar interruptor simple <i>four way</i> .
	Caja octagonal de lámina galvanizada para colocar unidad de iluminación en pared.		Conductor positivo.
	Caja octagonal de lámina galvanizada para colocar unidad de iluminación – tipo reflector simple.		Conductor neutro.
	Caja octagonal de lámina galvanizada para colocar unidad de iluminación – tipo reflector doble.		Conductor retorno.
	Caja octagonal de lámina galvanizada para colocar unidad de iluminación – tipo ojo de buey.		Conducto tierra física.

Continuación tabla VI.

	Caja cuadrada de lámina galvanizada para registro.		Conductores puentes para tres vías, sistema <i>three way</i> .
	Ducto eléctrico dentro de estructura de losa.		

Fuente: GARCIA, William. *Instalaciones eléctricas*. p. 9, 25, 29, 32.

Tabla VII. **Simbología eléctrica de fuerza**

Simbología eléctrica de fuerza			
Símbolo		Símbolo	
	Tomacorriente de piso.		Tomacorriente con interruptor simple.
	Tomacorriente simple.		Tomacorriente de intemperie.
	Tomacorriente doble.		Tomacorriente 240V.
	Tomacorriente doble polarizado.		Ducto eléctrico dentro de muro o bajo el piso.

Fuente: GARCIA, William. *Instalaciones eléctricas*. p. 9, 25, 29, 32.





## **4. DETERMINACIÓN DE CARGA ELÉCTRICA DENTRO DE LA VIVIENDA UNIFAMILIAR**

### **4.1. Calibres de conductores según norma AWG perteneciente a los Estados Unidos de América, aplicados a la vivienda unifamiliar**

En primer lugar, es importante definir los conductores eléctricos, para luego determinar los calibres basados en la norma AWG de Estados Unidos de América, aplicados a la vivienda unifamiliar.

Un conductor eléctrico es un material que da poca resistencia al flujo de corriente eléctrica. Un buen conductor de electricidad, como el cobre o la plata, podría tener una conductividad mil millones de veces superior a la de un buen aislante, como la mica o el vidrio. Puede ser alambre, en otras palabras, una sola hebra o un cable formado por distintas hebras o alambres retorcidos entre ellos mismos. Los materiales más usados en la elaboración de conductores eléctricos son el aluminio y el cobre.

No obstante, ambos metales poseen una conductividad eléctrica apropiada. El cobre constituye el elemento primordial en la elaboración de conductores por sus relevantes ventajas eléctricas y mecánicas. La utilización de uno y otro material como conductor, dependerá de las características eléctricas, la capacidad para trasladar la electricidad, mecánicas, la resistencia al desgaste, maleabilidad, del uso específico que se le desee dar y del costo que tengan los mismos.

Dichas características inducen la preferencia del cobre en la fabricación de conductores eléctricos. El tipo de cobre que se usa en la elaboración de conductores es el cobre electrolítico de alta pureza, 99,99%. Según el uso que se le dé, este tipo de cobre se muestra en los siguientes: blando, recocido grados de dureza o temple semi o duro.

El Cobre de temple duro, conductividad del 97% el del cobre puro. Por este motivo se utiliza en la elaboración de conductores desnudos, para líneas aéreas de transporte de energía eléctrica, ya que se exige una exigente resistencia mecánica.

El cobre recocido o de temple blando, conductividad del 100%. Al ser dúctil y flexible es utilizado en la elaboración de conductores aislados. Entonces, las partes que componen los conductores eléctricos son tres muy diferenciadas entre sí:

- El elemento o alma conductor
- Las cubiertas protectoras
- El aislamiento

El elemento o alma conductor se elabora en cobre y su objetivo es servir de camino a la energía eléctrica a partir las centrales generadoras a los centros de distribución, como las subestaciones, redes y empalmes, para alimentar a los distintos centros de consumo como industriales, grupos habitacionales, entre otros. De la manera como esté constituida dicha alma depende la clasificación de los conductores eléctricos, como los siguientes:

Por su constitución:

- Alambre: el conductor eléctrico cuya alma conductora se forma por un único elemento o hilo conductor. Se utiliza en líneas aéreas, como conductor aislado o desnudo, en instalaciones eléctricas al exterior, en ductos o directamente sobre aisladores.
- Cable: conductor eléctrico el alma conductora está compuesta por un grupo de hilos conductores o alambres de baja sección, lo que otorga una gran flexibilidad.

Por el número de conductores:

- Monoconductor: conductor eléctrico de una sola alma conductora, con aislación y con o sin cubierta protectora.
- Multiconductor: conductor de dos o más almas conductoras aisladas entre ellas, envueltas cada una con su respectiva capa de aislación y de una o más cubiertas protectoras comunes.

#### **4.1.1. Por diámetro**

Dicho conductor está identificado por un calibre, que podría ser milimétrico y expresarse en  $\text{mm}^2$ , también americano y expresarse en AWG o MCM con cierta equivalencia en  $\text{mm}^2$ .

Un conductor de tamaño estándar inglés 12 con área medida en cmil de 6 530; concierne a un área métrica de  $3,31 \text{ mm}^2$ .

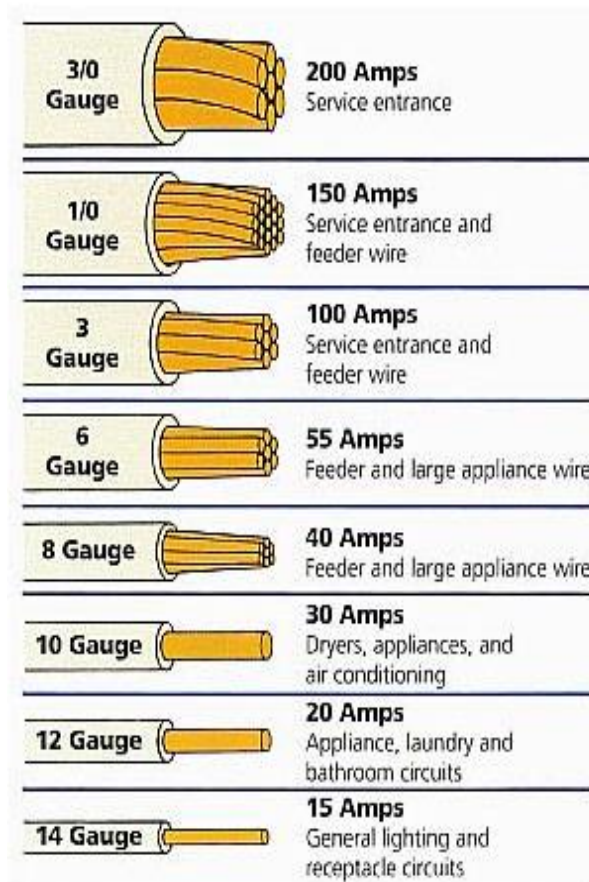
La capacidad conductora que poseen los tipos y calibres de alambres pueden conducir sin riesgo al sobrecalentamiento del aislamiento.

Se sabe que el calor no daña el cobre, pero si daña el aislamiento, al calentarse más allá de lo normal, el daño depende del grado de calentamiento y el tipo de aislamiento. Ciertos aislamientos se derriten, unos se endurecen y otros se queman. Cual sea el efecto, una vez dañado, pierde sus propiedades aisladoras y, por consiguiente, podría ocasionar un corto circuito y ciertamente, incendios.

La intensidad máxima de corriente consiste en la capacidad en amperes del conductor. El amperaje del conductor debe incluir, además del tamaño del conductor el material del cual está hecho, la temperatura del aire el cual lo rodea y si está en tubería o al aire libre.

El conductor presenta la temperatura máxima del mismo alambre al llevar toda la corriente nominal. La temperatura base del aire con la naturaleza es de 86 °F (30° C), para un calibre 12 se tiene una capacidad de 20 amperios para cada uno de los tres conductores en la instalación con tubo.

Figura 10. **Calibre de conductores eléctricos según norma AWG perteneciente a los Estados Unidos de América**



Fuente: Gary Mayo. Romex Cable.

#### 4.1.2. Por color

El forro del aislante puede tener diferentes colores, los cuales se basan en Normas Internacionales, para facilitar su identificación y utilización en una instalación eléctrica. La presente investigación se basa en la clasificación de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012, sobre instalaciones eléctricas; la cual señala lo siguiente:

Tabla VIII. Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012

Alambrado Y Protección, Artículo 200 de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012 Uso de Identificación de los conductores puestos a tierra	
200-6. Medios de identificación de conductores puestos a tierra	
<b>A)</b>	Tamaño 13,3 mm <sup>2</sup> (6 AWG) o menor. Un conductor aislado puesto a tierra de tamaño 13,3 mm <sup>2</sup> (6 AWG) o menor, debe identificarse por uno de los siguientes medios:
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Cubierta aislamiento color blanco en toda su longitud.</li> <li>2) Cubierta o aislamiento de color gris claro en toda su longitud.</li> <li>3) Tres franjas blancas a lo largo de toda la longitud del conductor, en conductores que tengan aislamiento de color diferente al verde.</li> <li>4) Los alambres que tienen su cubierta exterior blanca o gris pero que lleven hilos de referencia de colores en la trenza conductora identificando el origen de fabricación, se debe considerar que cumplen las disposiciones de esta sección</li> <li>5) El conductor puesto a tierra de un cable con forro metálico y aislamiento mineral debe identificarse en el momento de la instalación mediante marcas claras en sus terminaciones.</li> <li>6) Un cable con un solo conductor con aislamiento resistente a la luz solar y con clasificación de intemperie, que se utilice como conductor puesto a tierra en los sistemas solares fotovoltaicos, tal como se permite en 690-31, debe identificarse en el momento de la instalación mediante una marca blanca distintiva en todas sus terminaciones.</li> <li>7) Los alambres para artefactos deben cumplir con los requisitos para la identificación de conductores puestos a tierra, como se especifica en 402-8.</li> <li>8) Para cables aéreos, la identificación debe hacerse como se indica anteriormente o por medio de una marca en el exterior del cable de tal manera que se pueda identificar.</li> </ol>
<b>B)</b>	Tamaño 21,2 mm <sup>2</sup> (4 AWG) o mayores. Un conductor aislado puesto a tierra de tamaño 21,2 mm <sup>2</sup> (4 AWG), o mayor debe identificarse por medio de uno de los siguientes medios:
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Cubierta o aislamiento de color blanco en toda su longitud.</li> <li>2) Cubierta o aislamiento de color gris claro en toda su longitud.</li> <li>3) Tres franjas blancas a lo largo de toda la longitud del conductor, en conductores que tengan aislamiento de color diferente al verde.</li> <li>4) En el momento de la instalación, por una marca distintiva blanca o gris en sus extremos. Esta marca debe rodear el conductor o el aislamiento.</li> </ol>

Fuente: Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012. Artículo 200. Inciso 200-6. p. 43.

Tabla IX. **Identificación de cables por colores**

<b>Circuito monofásico a dos hilos</b>		
	Color negro	Fase
	Color blanco	Neutro
<b>Circuitos monofásicos a tres hilos</b>		
	Color negro	Fase
	Color blanco	Neutro
	Color verde	Tierra física
<b>Circuito bifásico a dos hilos</b>		
	Color negro	Fase A
	Color rojo	Fase B
<b>Circuitos bifásicos a tres hilos</b>		
	Color negro	Fase A
	Color rojo	Fase B
	Color blanco	Neutro
<b>Circuitos bifásicos a cuatro hilos</b>		
	Color negro	Fase A
	Color rojo	Fase B
	Color verde	Tierra física
	Color blanco	Neutro

Fuente: elaboración propia.

## **4.2. Carga instalada**

Se refiere al número y tipo de los circuitos alimentadores y derivados que se necesitan para la iluminación, calefacción, fuerza motriz, control, señalización, telecomunicaciones, entre otros, asimismo, deben ser determinados por los siguientes aspectos:

- Puntos de consumo de la demanda de energía eléctrica
- Cargas esperadas en los diferentes circuitos
- Variación diaria y anual de la demanda
- Condiciones especiales, tales como las armónicas
- Requisitos para las instalaciones de control, de señalización, de telecomunicaciones, entre otros.
- Si es necesario, previsiones para futuras ampliaciones

## **4.3. Demanda máxima**

Se define como la máxima coincidencia de cargas en un intervalo de tiempo. El medidor de energía almacena la lectura correspondiente al máximo valor registrado de demanda (kW) en intervalos de 15 minutos del periodo de facturación. La demanda máxima representa para un instante dado, la máxima coincidencia de cargas eléctricas operando simultáneamente. La demanda máxima corresponde a un valor instantáneo en el tiempo. En otras palabras, si se encienden en una planta todas sus máquinas simultáneamente, el pico de corriente de arranque será muy grande, pudiéndose hacer de forma escalonada y reducir costos en el consumo eléctrico.

Los medidores de energía almacenan únicamente, la lectura correspondiente al máximo valor registrado de demanda, en cualquier intervalo



de 15 minutos de cualquier día del ciclo de lectura. Por lo mismo, los picos por demanda máxima se pueden controlar evitando el arranque y la operación simultánea de cargas eléctricas.

Es oportuno resaltar que las tarifas eléctricas de uso general de baja y media tensión de más de 25 kW contratados incluyen, a parte del cargo por consumo (kWh) un cargo por demanda máxima (kW), que es un factor muy importante, por lo que se requiere un debido control del proceso.

#### **4.4. Factor de demanda**

Es la relación entre la demanda máxima de un sistema o parte del mismo y la carga total conectada al sistema o la parte del sistema considerado. El factor de demanda se regula en la Norma internacional de electricidad Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012. A continuación se presenta una tabla con los aspectos más relevantes sobre el factor de demanda, basados en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012.

Tabla X. **Factor de demanda (Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012)**

Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012	
Inciso 220-40 Generalidades	La carga calculada de un alimentador o de una acometida no debe ser menor a la suma de las cargas en los circuitos derivados alimentados, después de aplicar cualquier factor de demanda aplicable y permitido por las partes D o C o exigidos por la parte
Inciso 220-18 (b)	Es la carga máxima en amperes, permitida para unidades de alumbrado que operan a menos de 100 % del factor potencia.
Inciso 220-42 Alumbrado general	El alumbrado general, los factores de demanda especificados en la siguiente tabla se deben aplicar para calcular el número de circuitos para iluminación general.

Continuación tabla X.

<p>Inciso 220-52</p> <p>Cargas de aparatos pequeños y lavadoras en unidades de vivienda</p>	<p>Excepción: esta sección no es aplicable a unidades de vivienda de 60 m<sup>2</sup> o menos</p> <p>Cargas del circuito de aparatos pequeños. En cada unidad de vivienda, la carga del alimentador debe calcularse a 1500 voltamperios por cada circuito derivado de 2 hilos para aparatos pequeños como se especifica en 210-11(c) (1). Cuando la carga se divida entre dos o más alimentadores, la carga calculada para cada uno debe incluir no menos de 1 500 voltamperios por cada circuito de 2 hilos para aparatos pequeños. Se permite que estas cargas se incluyan con la carga de alumbrado general y se apliquen los factores de demanda permitidos.</p> <p>Excepción: se permite excluir de los cálculos exigidos en esta sección, a los circuitos derivados individuales permitidos por 210-52(b) (1), Excepción 2.</p> <p>Carga del circuito de lavadora Una carga de cuando menos 1 500 voltamperios se debe incluir por cada circuito derivado de 2 hilos para lavadora instalado de tal forma como se establece en 210-11(c) (2). Se permite que esta carga se incluya con la carga de alumbrado general y se le apliquen los factores de demanda permitidos en la Tabla 220-42.</p> <p>Excepción: esta sección no es aplicable a unidades de vivienda popular de hasta 60 m<sup>2</sup></p>
<p>Inciso 220-53</p> <p>Carga para aparatos en unidades de vivienda</p>	<p>En viviendas unifamiliares, bifamiliares y multifamiliares se permite aplicar un factor de demanda del 75 por ciento a la capacidad nominal indicada en la placa de datos, de cuatro o más aparatos fijos conectados al mismo alimentador, que no sean estufas eléctricas, secadoras de ropa, equipo de calefacción eléctrica o de aire acondicionado.</p>

Continuación tabla X.

<p>Inciso 220-54 Secadoras eléctricas de ropa en unidades de vivienda.</p>	<p>La carga para secadoras eléctricas de ropa en unidades de vivienda debe ser de 5000 voltamperios o la potencia nominal indicada en la placa de datos, la que sea mayor, para cada secadora conectada. Se permite aplicar factores de demanda indicados en la Tabla, siguiente Cuando dos o más secadoras monofásicas sean alimentadas por un alimentador de 3 fases, 4 hilos, la carga total se debe calcular con base en el doble del número máximo de secadoras conectadas entre dos fases cualesquiera. Para las cargas calculadas en esta sección, los kilovoltamperios se deben considerar equivalentes a los kilowatts.</p>
<p>Inciso 220-55 Estufas eléctricas y otros aparatos de cocción en unidades de vivienda</p>	<p>Se permite aplicar los factores de demanda de acuerdo con la Tabla 220-55, para calcular la carga de estufas eléctricas domésticas, hornos de pared y otros aparatos de cocción con capacidad individual mayor que 1,75 kilowatts.</p> <p>Para las cargas calculadas en esta sección, los kilovoltamperios (KVA) equivalen a kilowatts (KW). Cuando haya dos o más estufas monofásicas alimentadas por un alimentador o una acometida de 3 fases, 4 hilos, la carga total se debe calcular sobre la base del doble del número máximo de estufas conectadas entre dos fases cualesquiera.</p>

Fuente: elaboración propia, con datos de Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012.  
Instalaciones eléctricas.

Tabla XI. **Factores de demanda de cargas de alumbrado (Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012)**

Tipo de inmueble	Parte de la carga de alumbrado a la que se aplica el factor de demanda (voltamperios)	Factor de demanda (%)
inquilinos*	A partir de 100000	30
Unidades de vivienda	Primeros 3000 o menos	100
	De 3001 a 120 000	35
	A partir de 120 000	25
Todos los demás	voltamperios totales	100

Fuente: Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012. Artículo 220. Inciso 220-42. p. 69.

Tabla XII. **Factores de demanda para lavadora domésticas de ropa, 60 Hz, (Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012)**

Número de lavadoras	Factor de demanda (%)
1-4	100
5	85
6	75
7	65
8	60
9	55
10	50
11	47
12-23 24-42 De 43 en adelante	47 % menos 1 % por cada lavadora que exceda el número de 11, 35 % menos 0,5 % por cada secadora que exceda el número de 23 a 25

Fuente: Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012. Artículo 220. Inciso 220-54. p. 70.

Es importante aclarar que este cálculo puede variar dependiendo de las marcas, estilos, capacidad y tecnología de los modelos de las lavadoras.

La siguiente tabla muestra los factores de demanda y cargas para estufas eléctricas domésticas, hornos de pared, parrillas eléctricas montadas en la superficie del mueble de cocina y otros aparatos de cocción de más de 1,75 kilowatts (kW). (La columna C debe aplicarse en todos los casos, excepto lo permitido de otra forma en la Nota 3). A continuación, se presentará la siguiente tabla para equipos de cocción comerciales.

**Tabla XIII. Factores de demanda y cargas para diversos aparatos domésticos (Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012)**

Factor de demanda (%)			
Número de Aparatos	Columna A (menos de 3 ½ kW)	Columna B (de 3 ½ kW hasta 8 ¾ kW)	Columna C Demanda máxima (kW) no más de 12 kW)
1	80	80	8
2	75	65	11
3	70	55	14
4	66	50	17
5	62	45	20

Fuente: Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012. Artículo 220. Inciso 220-55. p. 70.

## **5. COMPONENTES DE LOS CIRCUITOS DE LA VIVIENDA UNIFAMILIAR**

### **5.1. Circuitos básicos**

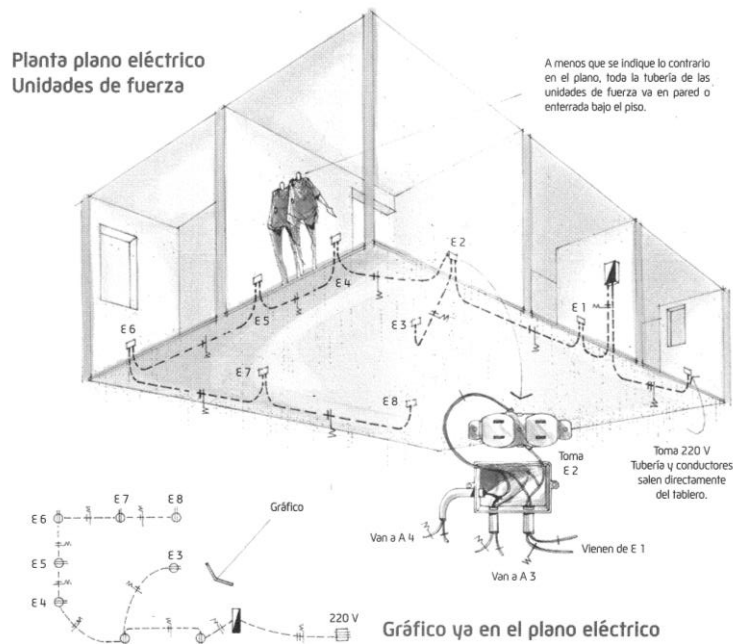
En el siguiente capítulo se describirán y analizarán los componentes de los circuitos básicos de una vivienda unifamiliar, como los circuitos de tomacorrientes, de iluminación, circuito de puente para el módulo de gradas, de doble puente para iluminación de pasillos, circuitos de timbres, bombas hidráulicas, lavadoras y secadoras.

#### **5.1.1. Circuito básico elemental dentro del funcionamiento de la vivienda unifamiliar**

Se le nombra a un circuito sencillo que consta de tres factores: una fuente de electricidad o red eléctrica, un conductor en el cual fluya la electricidad y un resistor eléctrico o carga que podría ser cualquier dispositivo que necesite electricidad para funcionar.

A continuación, se ilustra un circuito sencillo que consta de una pila, dos alambres y una bombilla de bajo voltaje. Entonces el flujo de electricidad es provocado por el exceso de electrones en el extremo negativo de la pila que fluye hacia el extremo positivo, o terminal, de la batería. Al completarse el circuito sencillo, los electrones fluyen a partir del terminal negativo por medio del alambre conductor y luego por la bombilla, encendiéndola y finalmente de regreso al terminal positivo en un flujo secuenciado.

Figura 11. **Circuito eléctrico de tomacorriente**



Fuente: GARCIA, William. *Instalaciones eléctricas*. p. 25.

### 5.1.2. **Circuito de tomacorrientes dentro de la vivienda unifamiliar**

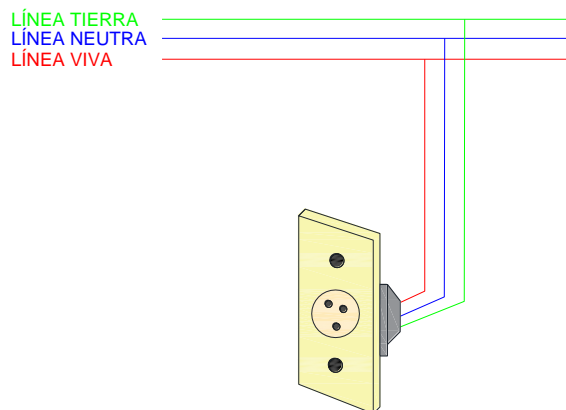
Este es el punto de un sistema eléctrico donde se alimenta un aparato eléctrico. Un enchufe es un dispositivo formado por la clavija y la toma de corriente (tomacorriente), ambos se interconectan para establecer una conexión eléctrica que ceda el paso de la corriente a aparatos portátiles, como taladros portátiles, lámparas, radios, tostadoras, televisores, batidoras, licuadoras, lavadoras, rasuradoras eléctricas, secadoras de pelo, entre otros.



Los conductores tendrían que ser de calibre mínimo AWG10. Existen varios tipos de tomacorrientes como los que se muestran a continuación:

- Tipos de tomacorriente
  - Tomacorriente de uso general: en la mayoría de los casos son los más sencillos, por lo mismo se pueden instalar en cajas combinados con interruptores. Estos tomacorrientes deberían ser para la capacidad nominal no menor de 15 amperios para 125 voltios y no menor de 10 amperios para 250 voltios y los tomacorrientes deberían ser de manera que no puedan ser utilizados como portalámparas. Dichos tomacorrientes están localizados aproximadamente de 30 cm, respecto al nivel de piso terminado. En las cocinas de viviendas, con regularidad se instalan los tomacorrientes a una altura de 1,20 metros (SNP).

Figura 12. **Tomacorrientes uso general**

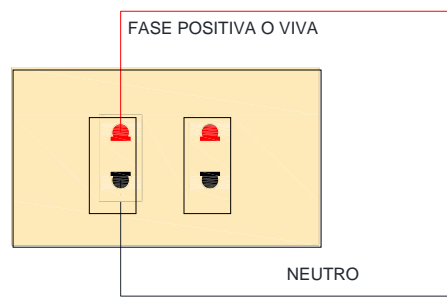


Fuente: elaboración propia.

- Tomacorriente no polarizado: este tomacorriente se compone de 2

puntos de conexión, positivo o el vivo y el negativo o neutro; esta clase de tomacorriente no son recomendables para aparatos que necesiten una protección contra las descargas atmosféricas.

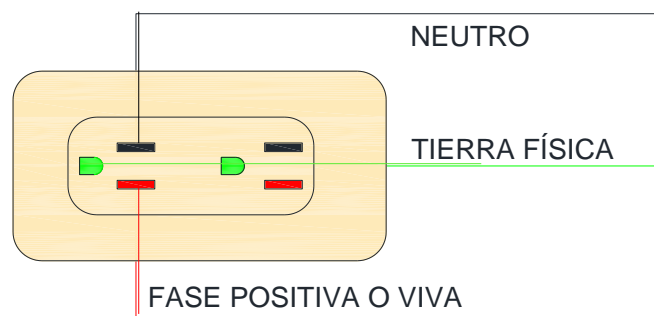
Figura 13. **Tomacorriente no polarizado**



Fuente: elaboración propia.

- Tomacorriente polarizado: tiene tres puntos de conexión, el vivo o positivo, el negativo y así como el de tierra física.

Figura 14. **Tomacorriente polarizado**



Fuente: elaboración propia.

- Tomacorriente de piso: se usa para proteger la instalación eléctrica

en partes no tradicionales o instalados en materiales especiales, como alfombras, loza, madera entre otros. Son de caja metálica con tapadera de bronce.

Figura 15. **Tomacorriente de piso**



Fuente: elaboración propia.

- Tomacorriente de uso industrial: es un dispositivo creado para que cumpla la función de distribuidor de potencia, el cual puede ser trifásico y monofásico.

Figura 16. **Tomacorriente de uso industrial**



Fuente: Catalogo de equipos Marca PK. Schneider Electric.

- Tomacorriente de uso exterior: regularmente se usa a la intemperie. Sus clavijas y tomacorrientes deben tener un grado de protección que le brindarán protección contra la penetración de cuerpos sólidos y líquidos, en relación en condiciones ambientales que se esperan. Los tomacorrientes colocados en lugares sujetos a la lluvia o salpicadura de agua necesitan de una cubierta protectora o encerramiento a prueba del exterior.

Figura 17. **Tomacorriente de uso exterior**



Fuente: elaboración propia.

- Tomacorriente de uso especial: se usa en corrientes mayores o iguales a 20 Amperios o para suministrar tensiones regularmente superiores a 120 voltios.

Figura 18. **Tomacorriente de uso especial**



Fuente: elaboración propia.

### **5.1.3. Circuito de iluminación con un interruptor para dormitorios en la vivienda unifamiliar**

Se le llama interruptor al dispositivo electromecánico destinado a cerrar o abrir un circuito eléctrico.

Un interruptor está conformado por un contacto fijo y un móvil, ubicados en el interior de una envolvente aislante y dos bornes, una entrada y salida, para la conexión de los conductores del circuito. El interruptor tiene dos posiciones: abierto y cerrado.

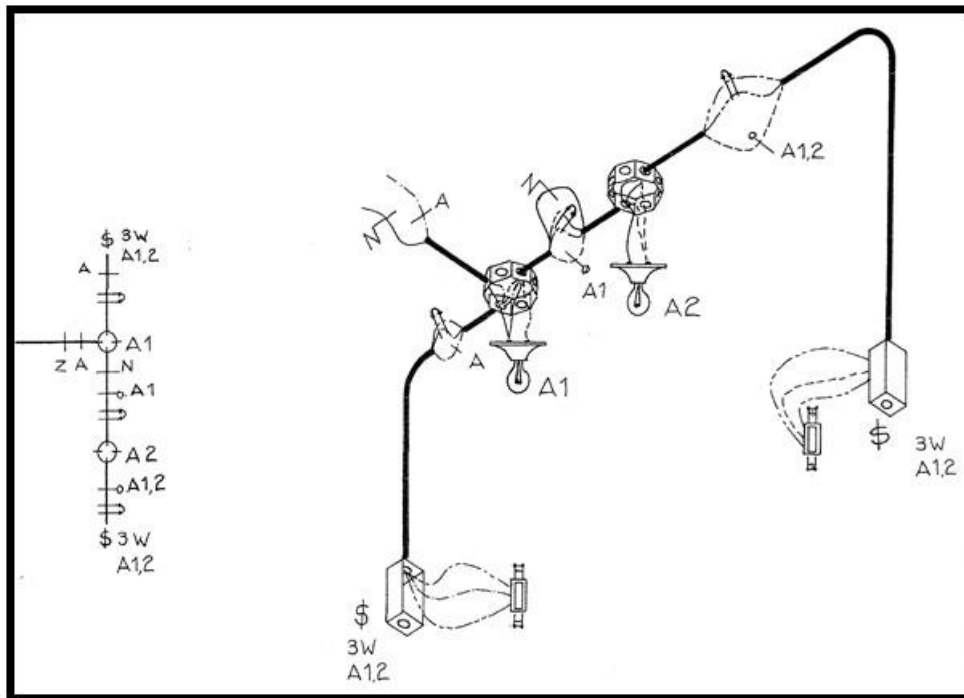
- Cerrado. se da cuando los contactos internos están unidos permitiendo el paso de corriente por su interior sin dificultad alguna y en consecuencia, el receptor al que alimenta funciona, como una bombilla encendida.
- Abierto. Este se da cuando se separan los contactos internos y no cede el paso de corriente en su interior, en consecuencia, el receptor al que alimenta se encuentra parado, es decir, una bombilla apagada.

Un interruptor permite el paso a la energía en los circuitos eléctricos. Si la vivienda es de material noble, se recomienda utilizar interruptores empotrados. Si se construyó de material rústico, se deberán utilizar interruptores visibles. En la actualidad, el mercado brinda una gran diversidad de modelos, colores y formas, los interruptores se clasifican según los aspectos siguientes:

- Por el número de polos pueden ser
  - Unipolares. Al cortar el paso de corriente por un conductor
  - Bipolares. Al cortar el paso de corriente por dos conductores

- Tripolares. Al cortar el paso de corriente por tres conductores
- Por la intensidad de trabajo se pueden distinguir entre
  - Interruptores de hasta 6 A
  - Interruptores de hasta 10 A
  - Interruptores de hasta 16 A
- Por la forma de montaje, se encuentran
  - Interruptores de superficie o panelables. Los que cuya envolvente aislante está preparada para la fijación directa a través de tornillos a una superficie plana como paredes, paneles y tabiques.
  - Interruptores empotrables en caja. Han sido elaborados para ser colocados en una caja de mecanismos especial para alojar en un muro, tabique, pared maestra, entre otros, de una construcción.
  - Interruptores móviles. Son pequeños interruptores adaptados para la instalación sobre los conductores de una instalación móvil. Por ejemplo las lámparas de sobremesa o ciertos electrodomésticos de potencia escasa.

Figura 19. **Circuito de iluminación**



Fuente: CAMPOS Vela, Julio Roberto. *Manual práctico del dibujo en ingeniería*. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Arquitectura. p. 172.

## 5.2. **Circuito puente en el uso de la vivienda unifamiliar en la iluminación para el módulo de gradas**

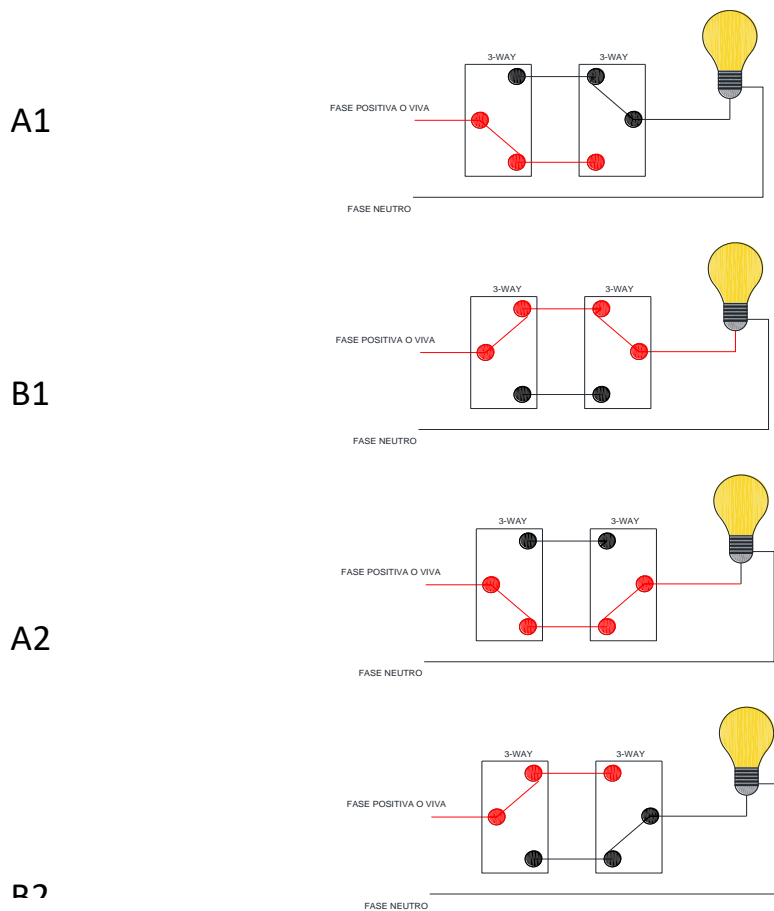
Los circuitos básicos de iluminación se clasifican en circuito simple, circuito doble, circuito de 3 vías, y circuito de 4 vías. El circuito puente corresponde al circuito de 3 vías, también se le llama circuito 3-way. Se utiliza para iluminar una escalera que conduce a otro piso o para apagar y encender la luz de una habitación con un interruptor situado en la puerta de entrada y otro junto a la cama, por ejemplo, se emplea un tipo de interruptor denominado de tres vías o *three way*. Uno de los bornes es siempre común a los otros



dos que se seleccionan, indistintamente, por medio de un sistema de conmutación.

La figura siguiente muestra el esquema de una instalación eléctrica, provista con dos interruptores de tres vías, alejados uno del otro para encender o apagar una misma lámpara o bombilla.

Figura 20. **Diagrama esquemático del funcionamiento de la conexión de una lámpara controlada por dos interruptores de 3 vías (*three-way*)**



Fuente: elaboración propia.

Para controlar la lámpara desde dos lugares, el circuito eléctrico se compone de dos interruptores o conmutadores de tres vías (*three way*), con tres bornes cada uno para conectar los cables. Cada interruptor funciona asumiendo dos posiciones indistintas, una abierta-cerrada y otra cerrada-abierta a partir de un conmutador conectado a un punto común.

En A1 de la ilustración la posición que asume el interruptor L1 (izquierda) permite que la corriente eléctrica (señalada en color rojo) comience a circular a partir de la fase viva de línea "L", pero al llegar al interruptor L2 (derecha), la posición del contacto de conmutación impide que continúe su recorrido.

Esa posición del conmutador del interruptor L1 es una de las dos posibles que se pueden encontrar, por ejemplo, cuando la luz de una escalera se encuentra apagada. Si se quiere encender la luz para subir la escalera, se acciona manualmente la palanca de ese interruptor para que el conmutador se mueva y adopte otra posición, como se puede ver en A2.

Así, la corriente eléctrica podrá comenzar a circular por el circuito (señalado igualmente en rojo), atravesar el otro interruptor L2 y a continuación atravesar también el filamento de la lámpara para completar el circuito y que se encienda. Si al subir la escalera se quiere apagar la luz, se acciona el interruptor L2, cuyo conmutador adopta otra posición que se puede ver en A2 y la luz se apaga.

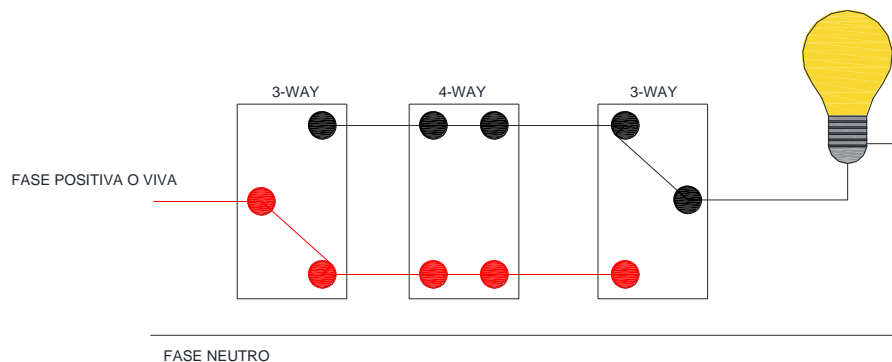
Si se acciona de nuevo ese mismo interruptor, la luz se vuelve a encender o apagar según se desee. Sin embargo, si otra persona desea subir la escalera, podrá encender de nuevo la luz accionando el interruptor L1,

como se puede ver en B2. Un circuito similar al de esta ilustración también resulta válido para encender y apagar la luz dentro de una habitación empleando dos interruptores de tres vías colocados en diferentes sitios.

### 5.3. Circuito de doble puente para iluminación de pasillo en la vivienda unifamiliar

Generalmente se le llama circuito 4-way o de 4 vías, permite conectar y desconectar una lámpara desde tres o más puntos distintos. Consta de una fuente de energía, dos interruptores de 3 vías, uno o más de 4 vías, conductores para la conexión y una lámpara.

Figura 21. Circuito de doble puente para iluminación de pasillo



Fuente: elaboración propia.

El conmutador de cuatro vías se considera un conmutador de cruce o inversor. Este elemento del circuito nunca se instala aislado, sino que se emplea entre dos conmutadores de tres vías o alternativos para controlar una instalación lumínica desde tres puntos diferentes o más. El aspecto de un conmutador de cuatro vías se parece al de un simple interruptor bipolar, solo

que sin las marcas de encendido y apagado pues sus funciones son totalmente diferentes, como se ha explicado antes.

Las cuatro terminales de un conmutador de cuatro vías son bronceadas. Su cableado no es similar al del conmutador de tres vías, pues su faena se reduce a conmutar los cables procedentes de los conmutadores aledaños de tres vías entre los que se coloca. En caso de que el número de puntos de control sobre una instalación eléctrica sea mayor de tres, se instalarán tantos conmutadores de cuatro vías como puntos de control se necesiten, siempre entre dos conmutadores de tres vías o alternativos.

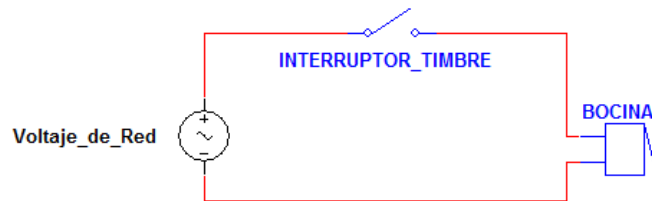
#### **5.4. Circuitos especiales**

En una vivienda unifamiliar, los circuitos especiales corresponden a los circuitos de timbre, bombas hidráulicas, lavadoras y secadoras, en el siguiente apartado se describen las características de dichos circuitos.

##### **5.4.1. Timbre**

Estos circuitos timbres se muestran como dos botones interruptores que se pueden utilizar indistintamente para activar un timbre. Un ejemplo puede ser que, alguno de los botones se puede accionar el timbre. Al presionar cualquiera de los botones, el circuito es completado y el flujo de electricidad se mueve de la fuente de energía hacia el timbre, sin importar cuál de los botones interruptores esté activado. En la siguiente figura se muestra cómo funcionaría el circuito de un timbre.

Figura 22. **Circuito timbre**



Fuente: elaboración propia.

Entre las partes básicas del circuito del timbre se encuentra: una batería, un electroimán y una palanca móvil. Asimismo, para que se pueda emitir el sonido, se sitúa una campana de sonido en el centro. Sin importar el modelo de que se dispone, dicha campana no es parte del circuito eléctrico. Para que se produzca, cerrar el circuito conectando el cable marcado en el conector que se encuentra en la parte del timbre.

En su posición de estable la palanca móvil se sitúa de tal forma que el circuito eléctrico está cerrado (la pestaña de cobre toca el tornillo. La corriente fluye, entonces, a través del electroimán, de forma que éste atrae al vibrador y golpea la campana que emite sonido. En ese momento la pestaña de cobre deja de hacer contacto con el tornillo y el circuito se abre. Al dejar de fluir la corriente el imán se desconecta y la palanca vuelve a su posición de reposo, alejada del timbre.

En esa posición la pestaña de cobre vuelve a cerrar el circuito, con lo que el electroimán se pone de nuevo en marcha y comienza el ciclo una vez más. La elección de un timbre está determinada por la fuente de energía eléctrica de que se disponga. Su alimentación se hace con una batería (por ejemplo, en los buses), o por medio de la red de alimentación.

Si se emplea una batería, su tensión debe estar en relación con la longitud de la línea y la resistencia interna del timbre. Para esto, se debe tomar en cuenta que la fuerza de atracción de la armadura de un timbre alcanza su valor máximo cuando su resistencia interna es igual a la resistencia de la línea.

En términos generales, se puede afirmar que:

- Para 50 metros de conductor se emplea una instalación de timbres de 5 a 10  $\Omega$  de resistencia.
- Para 50 a 100 metros de conductor se emplean timbres de 25  $\Omega$  de resistencia.
- Para 100 o 250 metros de conductor se emplean timbres con resistencia de 50 $\Omega$ .
- Para 250 o 500 metros de conductor se emplean timbres con resistencia de 100 $\Omega$ .

Cuando se utiliza la corriente de la red (120-240VCA o CC) los timbres utilizados son de gran resistencia (1000 $\Omega$  a 2000  $\Omega$ ). En estos casos no se tiene en cuenta la resistencia de la línea. Si la red es alterna, es posible instalar un pequeño transformador para reducir la tensión (de 120 a 6 o 12V) en cuyo caso se pueden emplear timbres de pequeña resistencia.

Las clases de timbre se clasifican de acuerdo con el tipo de corriente con que funcionan. Y pueden ser:

- Timbres para CC: el timbre propiamente dicho y el timbre polarizado
- Timbres para CA: el llamado timbre sincrónico y el zumbador o chicharra

Este último, posee campana, tiene igual sonido que el sincrónico.

### 5.4.2. Bombas hidráulicas

Las bombas hidráulicas también conocidas como bomba de agua es uno de los principales aparatos actuales que se componen de un motor eléctrico y un impulsor, cuya eficiencia está relacionada entre la carga hidráulica y eléctrica. Se utiliza para elevar un caudal de la cisterna a una altura determinada.

Anteriormente, en los hogares bastaba abrir la llave del agua para obtenerla con suficiente presión, pero en la actualidad, su abastecimiento por la red de agua potable carece de presión suficiente para alcanzar las partes altas de una construcción. Por ello, es necesario colocar primero una cisterna que la almacene directamente, luego un tinaco y subirla a él por medio de una bomba de agua.

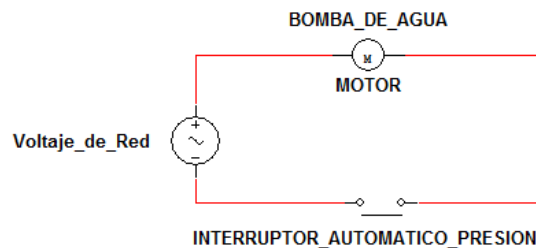
Existen bombas de agua de marcas y capacidades diversas. Por ejemplo, las más comunes para instalaciones eléctricas residenciales de interés social son de  $\frac{1}{4}$  de H.P. (1 H.P. equivale aproximadamente a 746 watts, por lo tanto  $\frac{1}{4}$  H.P. son 186,5 watts. (HP significa *Horse Power*, caballos de fuerza.)

Por lo general las bombas de agua se conectan independientemente del resto de la instalación, esto es, se pone una línea especial que las alimente de energía. De esta manera se evita que al conectarlas provoquen caídas de tensión por la excesiva energía eléctrica que absorben (aun así a veces se nota en la iluminación cuando encienden).

Cabe mencionar que la energía que absorbe el motor a la hora de arrancar es mayor (de tres a cinco veces, dependiendo de sus características) que la energía que ocupa para estar trabajando normalmente. Esto debe contemplarse

en la capacidad del interruptor que las controle. La conexión en la caja de interruptores se muestra en el diagrama. N-Neutro; F-Fase; C-Circuito interior de la casa; M-Bomba de agua.

Figura 23. **Circuito de bomba hidráulica**



Fuente: elaboración propia.

Tabla XIV. **Tipos de bombas hidráulicas**

	Nombre	Características
1	Bomba de agua de ¼ H.P. Monofásica 2 hilos (Fase y neutro). 186,5 watts.	Son las más comunes. Utiliza alambre o cable AWG calibre Núm. 12. Tubería <i>conduit</i> de ¼ pulgada, interruptor termomagnético de 15 Amperes. Para el control del encendido o apagado puede utilizarse un sistema por flotador mecánico o eléctrico.
2	Bomba de agua de ½ H.P. Monofásica 2 hilos (Fase y neutro). 373 watts.	Utiliza alambre o cable AWG calibre Núm. 12 (si la bomba está muy lejos del punto desde donde se alimentará -unos 35 o 40 metros-, utiliza calibre Núm. 10). Tubería <i>conduit</i> de ¼ pulgada, interruptor termomagnético de 20 Amperes.

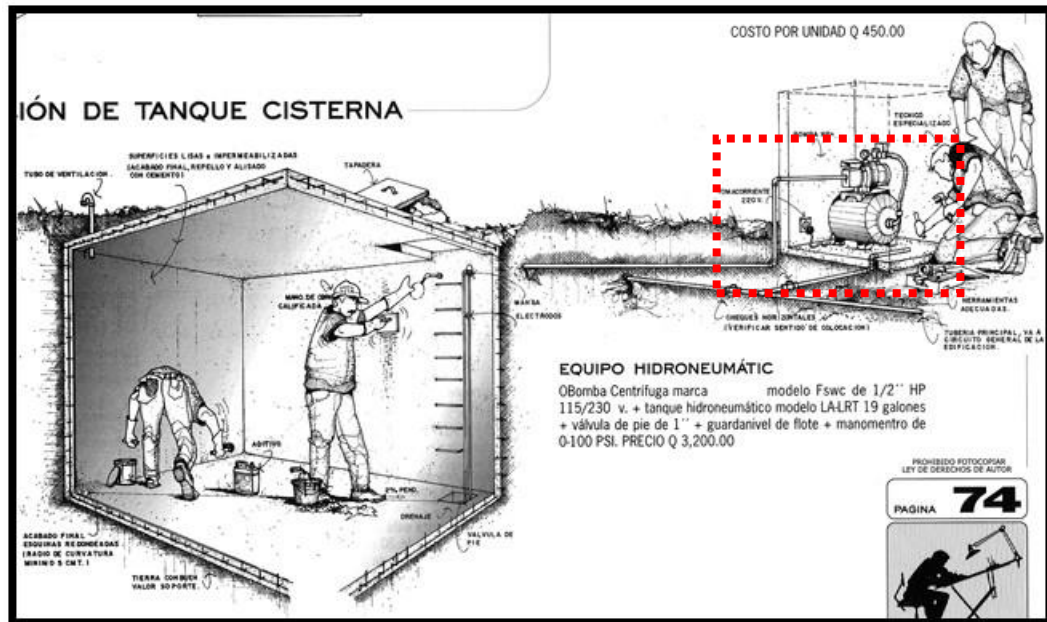


Continuación tabla XIV.

3	Bomba de agua de $\frac{3}{4}$ H.P. Monofásica 2 hilos (Fase y neutro). 560 watts.	Utiliza alambre o cable AWG calibre Núm. 12 (Tubería <i>conduit</i> de $\frac{1}{4}$ pulgada, interruptor termomagnético de 30 Amperes.
4	Bomba de agua de 1 H.P. Monofásica 2 hilos (Fase y neutro). 746 watts.	Utiliza alambre o cable AWG calibre Núm. 10. Tubería <i>conduit</i> de $\frac{1}{4}$ pulgada, interruptor termomagnético de 30 Amperes.

Fuente: elaboración propia.

Figura 24. Diagrama bomba hidráulica



Fuente: GARCIA, William. *Edición actualizada método practico para la elaboración de presupuestos de construcción*. p. 74.

### 5.4.3. Lavadoras

Los circuitos de las lavadoras también están regulados por las normas internacionales Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012 en el Artículo 220-52, denominado: cargas de aparatos pequeños y lavadoras en unidades de vivienda, que señala lo siguiente:

- Excepción: esta sección no es aplicable a unidades de vivienda de 60 m<sup>2</sup> o menos
  - Cargas del circuito de aparatos pequeños. En cada unidad de vivienda, la carga del alimentador debe calcularse a 1500 voltamperios por cada circuito derivado de 2 hilos para aparatos pequeños como se especifica en 210-11(c) (1). Cuando la carga se divida entre dos o más alimentadores, la carga calculada para cada uno debe incluir no menos de 1 500 voltamperios por cada circuito de 2 hilos para aparatos pequeños. Se permite que estas cargas se incluyan con la carga de alumbrado general y se apliquen los factores de demanda permitidos.
- Excepción: se permite excluir de los cálculos exigidos en esta sección, a los circuitos derivados individuales permitidos por el Artículo 210, inciso 210-52(b) (1), Excepción 2.
  - Carga del circuito de lavadora una carga de cuando menos 1500 voltamperios se debe incluir por cada circuito derivado de 2 hilos para lavadora instalado de tal forma como se establece en 210-11(c) (2). Se permite que esta carga se incluya con la carga de alumbrado general y se le apliquen los factores de demanda.
- Excepción: esta sección no es aplicable a unidades de vivienda popular de hasta 60 m<sup>2</sup>.

#### 5.4.4. Secadoras

Los circuitos de las secadoras también están regulados por las normas internacionales Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012 en el apartado: 220-54, denominado: secadoras eléctricas de ropa en unidades de vivienda, que señala lo siguiente.

La carga para secadoras eléctricas de ropa en unidades de vivienda debe ser de 5 000 voltamperios o la potencia nominal indicada en la placa de datos, la que sea mayor, para cada secadora conectada. Se permite aplicar factores de demanda indicados en la Tabla, siguiente cuando dos o más secadoras monofásicas sean alimentadas por un alimentador de 3 fases, 4 hilos, la carga total se debe calcular con base en el doble del número máximo de secadoras conectadas entre dos fases cualesquiera. Para las cargas calculadas en esta sección, los kilos voltamperios se deben considerar equivalentes a los kilowatts.

Tabla XV. **Demanda de energía eléctrica para secadoras domésticas (Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012)**

Potencia considerada para una secadora domestica	Número de conductores de alimentación para secadora	Voltaje de alimentación
5000VA	2 alimentadores de fase	240VAC
	1 alimentador de neutro	

Fuente: elaboración propia.



## **6. CÁLCULO DE CONDUCTORES Y CONSIDERACIONES EN EL DISEÑO DE CIRCUITOS APLICADOS A LA VIVIENDA UNIFAMILIAR**

La consideración de la Norma Técnica del Servicio de Distribución de Guatemala –NTSD- capítulo 2, regulación de tensión Artículo 24, tolerancias para la regulación de tensión, inicio 1 tolerancias de los índices individuales, las tolerancias aceptadas en la desviación porcentual, en relación con las tensiones nominales en los puntos de entrega de energía eléctrica, serán las apropiadas en cada una de las etapas de régimen y transición. En el caso de baja tensión en servicio urbano, establece un 8 %, por el valor real del voltaje mínimo que llega a una vivienda unifamiliar es de 110 V. (Normas Técnicas del Servicio de Distribución –NTSD- Comisión Nacional de Energía Eléctrica 2015)

- Factor de corrección por distancia: en el Artículo 100, los conductores de circuitos se derivan en dimensionados para impedir alguna caída de tensión mayor que el 3 % en la salida más retirada que alimente a cargas de calefacción, de alumbrado, de fuerza u otra combinación de ellas y en los que la caída máxima de tensión combinada con los circuitos alimentadores y de los circuitos procedidos hasta el contacto más lejano no supere el 5 %, facilitarán una razonable eficacia de funcionamiento. Esto detiene la caída de tensión de los conductores de los circuitos alimentadores.
- Factor de corrección por temperatura: los límites de temperatura de conductores. El conductor debe ser utilizado de manera que su temperatura de operación no supere la temperatura del aislamiento para

la cual fue diseñado el tipo de conductor aislado al que este pertenezca.

Los conductores no deben unirse en ningún caso de manera que, en relación al tipo de circuito, al método de alambrado aplicado o al número de conductores, se supere el límite de temperatura de alguno de estos conductores.

Asimismo, el valor nominal de temperatura de un conductor es la temperatura máxima, en cualquier punto de longitud, que soporta el aislamiento del conductor en un prolongado tiempo sin que este produzca daños. Por lo tanto, las tablas de ampacidad permisible, del Artículo 310 y las ampacidades del Apéndice B, los elementos de corrección de temperatura ambiente en 310-15(b) (2) y las notas a las mismas, orientan para coordinar el tamaño, tipo de ampacidad permisible, temperatura ambiente y número de conductores enlazados.

Los determinantes primordiales de la temperatura de operación son los siguientes:

- Temperatura ambiente: esta podría modificarse a lo largo del conductor y con el tiempo.
- El calor generado en la parte interior del conductor por el flujo de la corriente, en ellas las corrientes fundamentales y sus armónicos.

Tabla XVI. **Factores de corrección basados en una temperatura ambiente de 30 °C**

Para temperaturas ambiente distintas de 30 °C, multiplique las anteriores ampacidades permisibles por el factor correspondiente de los que se indican a continuación:			
Temperatura ambiente (°C)	Rango de temperatura del conductor		
	60 °C	75 °C	90 °C
10 o menos	1,29	1,20	1,15
10-15	1,22	1,15	1,12
16-20	1,15	1,11	1,08
21-25	1,08	1,05	1,04
26-30	1,00	1,00	1,00
31-35	0,91	0,94	0,96
36-40	0,82	0,88	0,91
41-45	0,71	0,82	0,87
46-50	0,58	0,75	0,82
51-55	0,41	0,67	0,76
56-60	-	0,58	0,71
61-65	-	0,47	0,65
66-70	-	0,33	0,58
91-75	-	-	0,50
76-80	-	-	0,41
81-85	-	-	0,29
111-120	0,52	0,71	0,79
121-130	0,43	0,66	0,76
131-140	0,30	0,61	0,72
141-160	-	0,50	0,65
161-180	-	0,35	0,58
181-200	-	-	0,49
201-225	-	-	0,35

Fuente: Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012. Artículo: 310. Inciso: 310-15. p. 186.

- Factores de ajuste: esto corresponde a más de tres conductores portadores de corriente en un cable o canalización. En el momento en que el número de conductores portadores de corriente en una canalización o cable es mayor de tres, o en el momento en que los

conductores individuales o cables multiconductores se instalan sin almacenar su separación en una longitud continua mayor de 60 centímetros y no se instalan en canalizaciones, la ampacidad permisible de cada conductor habrá que reducirse. Cada conductor es portador de corriente de un conjunto de conductores en paralelo regularmente se cuenta como un conductor portador de corriente.

Cuando los conductores de sistemas distintos están instalados en cable común o una canalización, los factores de ajuste se aplicarán solo a los conductores de fuerza y alumbrado (Artículos 210, 215, 220 y 230). A continuación, se presenta la siguiente tabla de factor por número de conductores en tubo los cuales muestran los ajustes de temperaturas del ambiente.

Tabla XVII. **Factores de ajuste para más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o cable**

Número de conductores <sup>1</sup>	Porcentaje de los valores en las tablas Artículo: 310-15(b)(16) al 310-15(b)(19), ajustadas para temperatura ambiente, si es necesario
4-6	80
7-9	70
10-20	50
21-30	45
31-40	40
41 y más	35

Fuente: Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012. Artículo 310. Inciso: 310-15. p. 186.

- Los factores de ajuste no deben ser aplicados a los conductores en canalizaciones y la longitud no supere los 60 centímetros.



- Los factores de ajuste no deben ser aplicadas a conductores subterráneos que entran o salgan de una zanja externa, si están protegidos exteriormente por tubo *conduit* metálico pesado, tubo *conduit* metálico semipesado, tubo *conduit* rígido de policloruro de vinilo tipo PVC o tubo *conduit* de resina termofija reforzada RTRC en una longitud no mayor a 3,00 metros, y si el número de conductores no excede de cuatro.

Tabla XVIII. **Artículo 344 – tubo *conduit* rígido de (PVC), cédula 80**

Artículo 344 –tubo <i>conduit</i> metálico pesado (RMC)							
Designación métrica	Tamaño Comercial	Diámetro interno mm	100% del área total mm <sup>2</sup>	60% del área total mm <sup>2</sup>	Un conductor fr = 53% mm <sup>2</sup>	Dos conductores fr = 31% mm <sup>2</sup>	Más de 2 conductores fr = 40% mm <sup>2</sup>
12	$\frac{3}{8}$	—	—	—	—	—	—
16	$\frac{1}{2}$	13,40	141	85	75	44	56
21	$\frac{3}{4}$	18,30	263	158	139	82	105
27	1	23,80	445	267	236	138	178
35	1 $\frac{1}{4}$	31,90	799	480	424	248	320
41	1 $\frac{1}{2}$	37,50	1104	663	585	342	442
53	2	48,60	1 855	1 113	983	575	742
63	2 $\frac{1}{2}$	58,20	2 660	1 596	1 410	825	1 064
78	3	72,70	4151	2 491	2 200	1 287	1 660
91	3 $\frac{1}{2}$	84,50	5 608	3 365	2 972	1 738	2 243
103	4	96,20	7 268	4 361	3 852	2 253	2 907
129	5	121,10	11 518	6 911	6 105	3 571	4 607
155	6	145,00	16 513	9 908	8 752	5 119	6 605

Fuente: Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012. Artículo: 344. p. 1004.

Tabla XIX. **Dimensiones de los conductores aislados y cables para artefactos**

Tipo	Tamaño		Diámetro aproximado	Área aproximada
	mm <sup>2</sup>	AWG O kcmil	Mm	mm <sup>2</sup>
TW, XF,XFF ,THHW ,THW, THW-2	2,08	14	3,378	8,968
TW, THHW, THW, THW-2	3,31 5,26 6,63	12 10 8	3,861 4,470 5,994	11,68 25,68 28,19

Fuente: Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012. Artículo: 352. Tabla 5. p. 1006

- Las corrientes máximas en tomacorrientes: carga total conectada con clavija y cordón. Cuando dos o más contactos o salidas que están conectadas a un circuito derivado, un contacto no debe alimentar una carga total conectada con cordón y clavija que exceda al máximo.

Tabla XX. **Carga máxima conectada a un contacto por medio de un cordón y clavija**

Capacidad nominal del Circuito	Capacidad nominal del contacto	Carga máxima
Amperes		
15 o 20	15	12
20	20	16
30	30	24

Fuente: Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012. Artículo 210. Inciso 210-21. p. 54.

- Valor nominal del contacto: al conectarse dos o más contactos o salidas a un circuito derivado, si la capacidad de los contactos es de más de 50 amperes, la capacidad nominal del contacto no debe ser menor a la capacidad nominal del circuito derivado.

El factor de demanda en viviendas unifamiliares: considerar la Norma del Artículo 220, inciso 220-53.

- 220-53. Carga para aparatos en unidades de vivienda. En tipos de viviendas unifamiliares, bifamiliares y multifamiliares es permitido aplicar un factor de demanda del 75 % a la capacidad nominal señalada en la placa de datos, de cuatro o más aparatos fijos enchufados al mismo alimentador, es importante mencionar que no sean estufas eléctricas, equipo de calefacción eléctrica, secadoras de ropa, o de aire acondicionado.

Los calibres en circuitos derivados Artículo: 240, inciso: 4, les dan protección a los conductores de energía que pasan por allí, de los cuales, se derivan los siguientes:

- Fusibles con valor nominal para circuito derivado y marcados para usarse con alambre de cobre  $0,824 \text{ mm}^2$  (18 AWG).
- Interruptores automáticos con valor nominal para circuito derivado y marcados para usarse con alambre de cobre  $0,824 \text{ mm}^2$  (18 AWG).
- $1,31 \text{ mm}^2$  (16 AWG) de cobre. 10 amperes, siempre que se cumplan todas las siguientes condiciones:
  - Fusibles clase CC, J o T
  - Las cargas continuas no excedan 8 amperes

Asimismo, la protección contra sobrecorriente la brinda los siguientes elementos:

- Fusibles con valor nominal para circuito derivado y marcados para usarse con alambre de cobre 1,31 mm<sup>2</sup> (16 AWG).
- Interruptores automáticos con valor nominal para circuito derivado y marcados para usarse con alambre de cobre 1.31 mm<sup>2</sup> (16 AWG).
- Fusibles clase CC, J o T
  - 2,08 mm<sup>2</sup> (14 AWG) de cobre. 15 amperes
  - 3,31 mm<sup>2</sup> (12 AWG) de cobre. 20 amperes
  - 5,26 mm<sup>2</sup> (10 AWG) de cobre. 30 amperes
- Conductores en derivación. Se permitirá que los conductores de derivación estén protegidos contra sobrecorriente, de acuerdo con:
  - 210-19(a) (3) y (a) (4), estufas y aparatos de cocción domésticos y otras cargas.
  - 240-5(b)(2), cables de artefacto
  - 240-21, ubicación en el circuito
  - 368-17(b), reducción en la ampacidad de electroductos
  - 368-17(c), alimentador o circuitos derivados (derivaciones de electroductos).
  - 430-53(d), derivaciones de un motor

En las cargas permisibles; en cualquiera de los casos, la carga no debe exceder a la capacidad indicada del circuito derivado. Se permite nada más que un circuito derivado individualmente alimente una carga en su valor nominal. Un circuito derivado que suministre energía a dos o más contactos o salidas, únicamente debe alimentar las cargas de acuerdo con su tamaño.

- Circuitos derivados de 15 y 20 amperes. Es permitido que los circuitos

derivados de 15 o 20 amperes alimenten a unidades de alumbrado, distintos equipos de utilización o una mezcla de ambos y deberá cumplirse con lo que se establece a continuación:

- Excepción: circuitos derivados para pequeños aparatos, los circuitos derivados para lavadora y los circuitos derivados para cuartos de baño exigidos para las unidades de vivienda en 210-11(c)(1), (c)(2) y (c)(3), únicamente deben alimentar las salidas de contactos detalladas en esa sección.
- Un equipo conectado con cordón y clavija que no está fijado a un lugar. La carga nominal de un equipo individual de utilización conectado a través de cordón y una clavija que no esté fijada en un lugar no debe superar el 80 % de la capacidad nominal en amperes del circuito derivado.
- El equipo de utilización fijado en un lugar. La carga nominal total del equipo de utilización fiado en un sitio, que no sean luminarias, no deberá superar el 50 % de la capacidad indicada en amperes del circuito derivado, además al alimentarse unidades de alumbrado o equipos de utilización conectados con cordón y clavija no fijos en un sitio, o en ambos.
  - Circuitos derivados de 30 amperes. Es permitido que los circuitos derivados de 30 amperes provean energía a unidades fijadas de alumbrado con portalámparas de servicio pesado, en sitios que no son viviendas o equipo de utilización en un lugar cualquiera. La capacidad nominal de algún tipo equipo de utilización conectado con cordón y clavija no debe exceder del 80 % de la capacidad nominal del circuito derivado.

- Los circuitos derivados de 40 y 50 amperes. Se permite que un circuito derivado de 40 o 50 amperes suministre energía a equipo de cocina fijado en algún lugar. En edificios que no son viviendas, es permitido que tales circuitos den energía a unidades de alumbrado fijadas con portalámparas de servicio pesado, unidades de calefacción por infrarrojos o distintos equipos de utilización.
- Los circuitos derivados de más de 50 amperes. Los circuitos de más de 50 amperes únicamente deben ser suministrados por energía a cargas que no sean salidas para alumbrado.

Los conductores para acometidas: alimentadores, acometidas y monofásicos, de 3 hilos, de 120/240 volts, para viviendas. En unidades de vivienda unifamiliares, bifamiliares y multifamiliares, se permitirán los conductores como alimentadores monofásicos de 3 hilos de 120/240 volts que trabajan como el primordial alimentador de energía de una unidad de vivienda y se instalan en canalizaciones o cables con conductor o sin conductor de puesta a tierra del equipo.

En la aplicación de esta sección, el alimentador primero de energía debe alimentarse entre el desconectador principal y el tablero de distribución al que alimenta, bien sea a través de circuitos derivados o a través de alimentadores, o ambos, cada carga que forma parte o que están en relación con la unidad de vivienda.

Por lo mismo no se exige que los conductores del alimentador, para una unidad de vivienda, incluyan una ampacidad nominal permisible más que sus conductores de entrada de acometida. El conductor puesto en tierra puede ser

de un tamaño menor que los conductores de fase, siempre que se cumplan los requisitos de 215-2, 220-61 y 230-42.

**Tabla XXI. Tipos y tamaño o designación de conductores para alimentadores monofásicos, de 3 hilos de 120/240 volts para viviendas**

Valor nominal de acometida o del alimentador (amperes)	Tamaño o designación del conductor			
	Cobre		Aluminio o aluminio recubierto de cobre	
	mm <sup>2</sup>	AWG o kcmil	mm <sup>2</sup>	AWG o kcmil
100	21,2	4	3,36	2
110	26,7	3	42,4	1
125	33,6	2	53,5	1/0
150	42,4	1	67,4	2/0
175	53,5	1/0	85,0	3/0
200	67,4	2/0	107	4/0
225	85,0	3/0	127	250
250	107	4/0	152	300
300	127	250	177	350
350	177	350	253	500
400	203	400	304	600

Fuente: Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012. Artículo 315.linciso: 315-10. p. 188.

Tabla XXII. Ampacidad a 30°C

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la tabla 310-104(a)]					
		60 °C	75 °C	90 °C	60 °C	75 °C	90 °C
mm <sup>2</sup>	AWG o kcmil	TIPOS TW, UF	TIPOS RHW, THHW, THHW-LS, THW, THW-LS, THWN, XHHW, USE, ZW	TIPOS TBS, SA, SIS, FEP, FEPB, MI, RHH, RHW-2, THHN, THHW, THHW-LS, THW-2, THWN-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	TIPOS UF	TIPOS RHW, XHHW, USE	TIPOS SA, SIS, RHH, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2
		Cobre			Aluminio o Aluminio Recubierto de Cobre		
0,824	18**	-	-	14	-	-	-
1,31	16**	-	-	18	-	-	-
2,08	14**	15	20	25	-	-	-
3,31	12**	20	25	30	-	-	-
5,26	10**	30	35	40	-	-	-
8,37	8	40	50	55	-	-	-
13,3	6	55	65	75	40	50	55
21,2	4	70	85	95	55	65	75
26,7	3	85	100	115	65	75	85
33,6	2	95	115	130	75	90	100
42,4	1	110	130	145	85	100	115
53,49	1/0	125	150	170	100	120	135
67,43	2/0	145	175	195	115	135	150
85,01	3/0	15	200	225	130	155	175
107,2	4/0	195	230	260	150	180	205

Fuente: Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012. Artículo 310. Inciso: 310-15. p. 190.

De los factores de corrección de la ampacidad cuando la temperatura ambiente es distinta a 30 °C. para limitaciones de protección hacia la sobrecorriente del conductor.



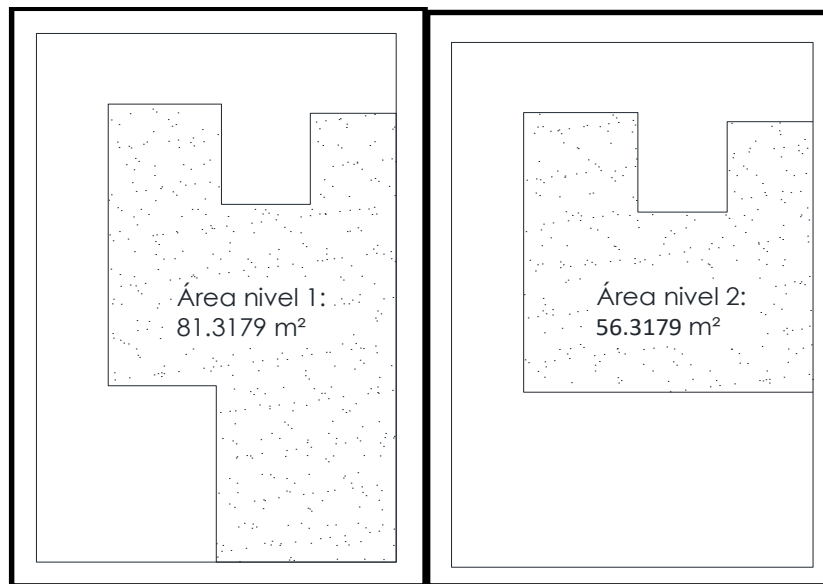
## 6.1. Cálculo de interruptores termomagnéticos

En el cálculo de interruptores magnéticos, está regulado en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012 y también debe considerarse la norma técnica del servicio de distribución –NTSD-.

### 6.1.1. Circuito de iluminación

En este circuito, lo primero es obtener los metros cuadrados de la vivienda, lo cual se refiere al área techada en general, en este caso es de la siguiente forma:

Figura 25. Circuitos de iluminación por nivel



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Los metros cuadrados de la vivienda:  $81,3179 \text{ m}^2 + 56,3179 \text{ m}^2 = 137,6358 \text{ m}^2$ .

En seguida se calcula la potencia de tomacorrientes y de iluminación de uso general, de acuerdo con el Artículo 220 inciso 220-82, sección b), subsección 1) de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012, 33 voltamperios/m<sup>2</sup> para el alumbrado general y contactos en general. El área del suelo de cada piso debe calcularse a partir de las dimensiones exteriores de la unidad de vivienda. La superficie calculada del suelo no incluirá los pórticos abiertos, los estacionamientos tampoco los espacios sin utilizar o terminar que no se adapten para el uso a futuro.

Potencia de Iluminación

$$33 \text{ VA/m}^2 \times 137,6358 \text{ m}^2 = 4\,541,98 \text{ VA} \sim 4,545 \text{ VA}$$

Potencia de tomacorrientes para uso general

$$33 \text{ VA/m}^2 \times 137,6358 \text{ m}^2 = 4\,541,98 \text{ VA} \sim 4,545 \text{ VA}$$

Por ello, se analiza el número de interruptores termo-magnéticos, se recomienda para este caso ver Artículo 210, inciso 210-12 (a), de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012 la cual indica que en unidades de vivienda los interruptores termo-magnéticos deberán ser de 15 o 20 amperes. En este caso puede utilizarse cualquiera de los 2 valores.

En las unidades de vivienda, todo circuito derivado de 120 volts, de 15 y 20 amperes que alimenten las salidas monofásicas instaladas en unidades de vivienda en: comedores, habitaciones familiares, salas de estar, bibliotecas, salones, los cuartos de estudio, solarios, alcobas, salones para recreación, armarios, cuartos o pasillos y áreas similares, podrán protegerse con un interruptor de circuito por fallas del arco, colocado para brindar protección al circuito derivado.

El número mínimo de interruptores termomagnéticos de iluminación o número de circuitos de iluminación:

$$4\ 545\ \text{VA} / (110\text{V} \times 15\text{A}) = 2,75 \sim 3 \text{ interruptores o circuitos.}$$

El número mínimo de interruptores termomagnéticos para tomacorrientes o número de circuitos de tomacorrientes de uso general:

$$4\ 545\ \text{VA} / (110\text{V} \times 15\text{A}) = 2,75 \sim 3 \text{ interruptores o circuitos mínimos.}$$

Una vez dado el número mínimo de circuitos para tomacorrientes de uso general se toma en cuenta la distribución de cargas eléctricas en el interior de la vivienda unifamiliar en cada uno de los ambientes para establecer las corrientes máximas permisibles como lo indica el Artículo 210, inciso 210-12 (a) de la Norma NOM-001-SEDE-201.

La colocación de cargas eléctricas para los circuitos de fuerza según los ambientes en el interior de la vivienda unifamiliar.

Tabla XXIII. **Distribución de cargas eléctricas para cocina**

<b>Cocina</b>	
<b>Equipo</b>	<b>Ampacidad (amperios)</b>
Microondas (Cuisinart modelo: CMW:100)	13,2
Licuadaora (KitchenAid modelo KCO111CU)	13,1
Tostador (Haier modelo RTO1400SS)	10,9
Refrigerador (Frigidaire modelo FRT113DBLW)	1,1
Estufa eléctrica (Cata TD 302/A, 2 hornillas)	26,4
Batidora (Black & Decker CAT NO. IRBD02LA)	10,9
Cafetera (Oster modelo BVSTDC4411-013)	11,8
Olla de cocimiento lento (Rosthal ítem no. Sco-40 S.S)	2,0
Total	89,4

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIV. **Distribución de cargas eléctricas para sala**

<b>Sala</b>	
<b>Equipo</b>	<b>Ampacidad (amperios)</b>
Televisor (LG modelo 32LH570B-SC)	1,8
Radio (Sony modelo CFD-S07CP)	0,1
Equipo de sonido (Samsung MX-J630)	0,5
Teléfono (Uniden modelo BQ20063465)	0,5
Timbre eléctrico tipo campana (Fulgore de 4")	0,3
Total	3,1

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXV. **Distribución de cargas eléctricas para comedor**

<b>Comedor</b>	
<b>Equipo</b>	<b>Ampacidad (amperios)</b>
Lámpara de mesa (Intertek led desk lamp serie 3179846)	0,3
<b>Total</b>	<b>0,3</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVI. **Distribución de cargas eléctricas para lavandería**

<b>Lavandería</b>	
<b>Equipo</b>	<b>Ampacidad (corriente nominal, amperios)</b>
Plancha de ropa (Black & Decker Plancha Light N Easy)	10,9
<b>Total</b>	<b>10,9</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVII. **Distribución de cargas eléctricas para Dormitorios**

<b>Dormitorios (C/U)</b>	
<b>Equipo</b>	<b>Ampacidad (corriente nominal, amperios)</b>
Televisor (LG modelo 32LH570B-SC)	1,8
Laptop (HP 640)	1,7
Equipo de sonido (Samsung MX-J630)	0,5
Cargador de celular (Huawei modelo HW-050100U2W)	0,2
<b>Total</b>	<b>4,2</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVIII. **Distribución de cargas eléctricas para baños**

<b>Baños (c/u)</b>	
<b>Equipo</b>	<b>Ampacidad (amperios)</b>
Secadora de pelo (Remington power volume 2000)	17,0
Plancha de pelo (Remington pro-ion)	0,5
Rasuradora (Wahl modelo 9856)	0,195
Total	17,7

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIX. **Distribución de cargas eléctricas para cisterna.**

<b>Cisterna</b>	
<b>Equipo</b>	<b>Ampacidad (corriente nominal, amperios)</b>
Bomba de agua ¼ HP (Truper)	3,5
Total	3,5

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXX. **Distribución de cargas eléctricas para estudio**

<b>Estudio</b>	
<b>Equipo</b>	<b>Ampacidad (corriente nominal, amperios)</b>
Lámpara de mesa (Intertek led desk lamp serie 3179846)	0,3
Impresora (Canon PIXMA E402)	0,4
Laptop (HP 640)	1,7
Total	2,4

Fuente: elaboración propia.

Los números de interruptores termomagnéticos para circuitos especiales.  
Como lo indica la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012:

Como lo establece el Artículo 220, inciso 220-82, sección b) subsección (3) (d) indicando que el valor de ampacidad para el cálculo del interruptor termomagnético se logra de la placa de datos del equipo.

- El valor nominal de la placa de datos de los elementos siguientes:
  - Cada aparato que este fijado, conectado permanentemente o localizado para enchufarlo a un circuito específico.
  - Hornos de pared, estufas montadas en la cubierta del mueble de cocina.
  - Secadoras de ropa que no están enchufadas al circuito derivado de lavandería.
  - Calentadores de agua.
  
- El valor nominal de la placa de datos en amperes o en kilovoltamperes de los motores enchufados permanentemente.

Tabla XXXI. **Circuitos de tomacorrientes especiales, bifásicos 240VAC**

<b>Equipo especial</b>	<b>Potencia nominal</b>	<b>Ampacidad nominal</b>
Calentador agua baño de servicio	5,4KW	49A
Calentador agua baño master	5,4KW	49A
Calentador agua baño dormitorios	5,4KW	49A
Lavadora	1 500VA	6,8A
Secadora	5 000VA	23A
Bomba de agua ¼ HP	186W FP= 0,85	3,5A
Estufa eléctrica	2.8KW	13A

Fuente: elaboración propia.

Separación mínima de los tomacorrientes generalmente utilizados en viviendas unifamiliares según 210-52 asimismo las salidas para contactos en unidades de vivienda.

- Generalidades. En cada unidad de las viviendas, es decir, en cada cuarto de sala, de cocina, sala de estar, en cada salón, comedor, cuarto de estudio, solarío, biblioteca, recibidor, vestíbulo, biblioteca, terraza, recámara, cuarto de recreo, deben instalarse salidas para contactos de acuerdo con las disposiciones que se mencionan a continuación:
  - Separación. Cada salida de contactos debe instalarse de manera que ningún punto medido horizontalmente a largo de la línea del piso de un espacio de pared esté a más de 1,80 metros, de una salida para contacto.
  - Espacio de pared: cualquier espacio de 60 centímetros o más de ancho tomando en cuenta el espacio que se mida en las esquinas y no interrumpido por aberturas de puertas o cualquier abertura similar, gabinetes fijos o chimeneas.
- El espacio que se ocupa por paneles fijados en las paredes exteriores, a excepción de los paneles deslizantes, como el espacio organizado por divisores fijos de cuartos como los mostradores autosoportados como barandillas o tipo bar.

El número de circuitos de tomacorrientes añadidos a la densidad de carga por metro cuadrado calculado por la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012: Artículo 210, inciso 210-11, subinciso c) Unidades de vivienda.

- Unidades de vivienda



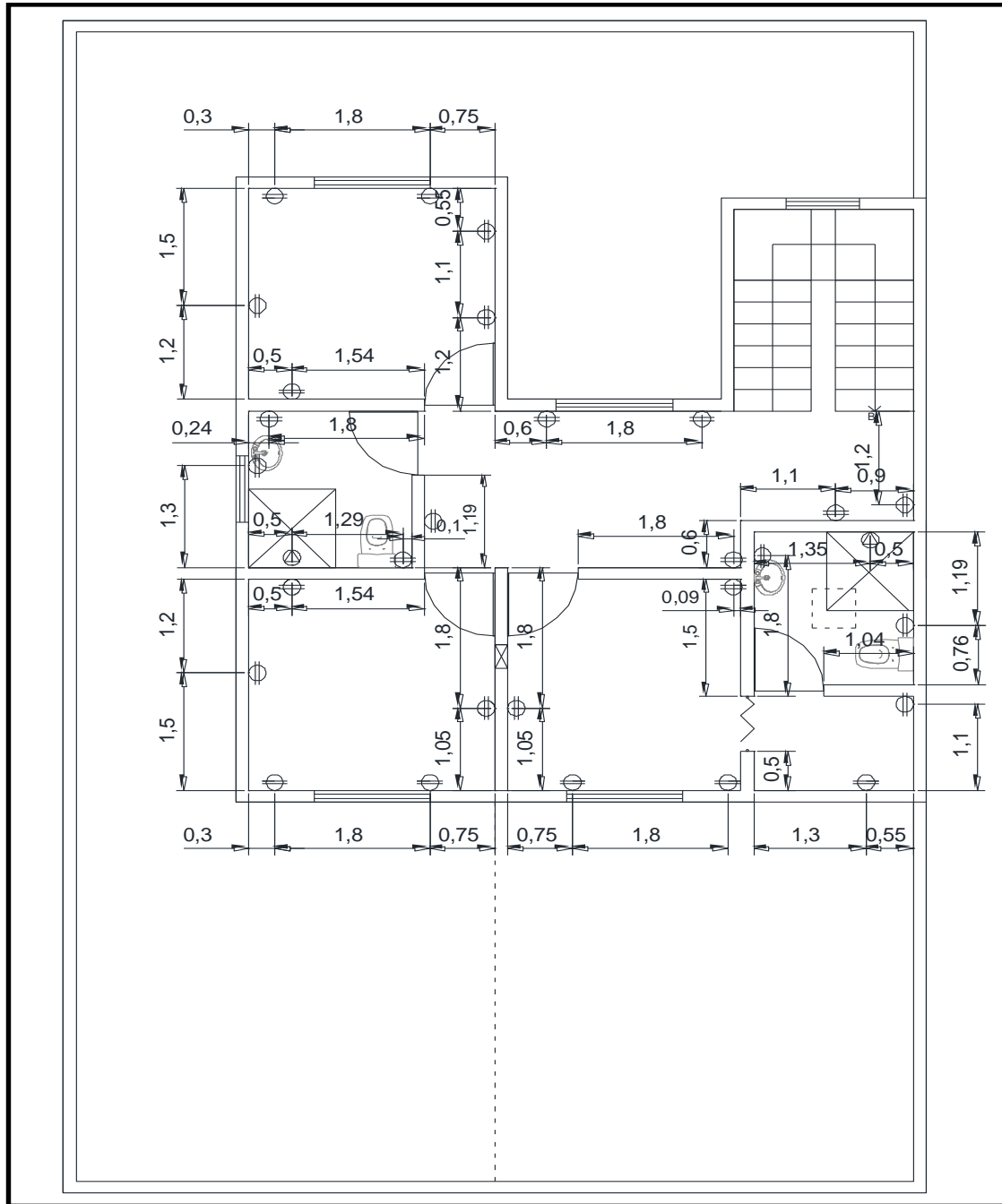
- Circuitos derivados en aparatos pequeños. Además del número de circuitos derivados exigidos para esta sección, deben instalarse dos o más circuitos derivados de 20 amperes para los aparatos pequeños, para contactos especificados en 210-52.
- Circuitos derivados para lavadora. Además del número de circuitos derivados exigidos en otras partes de esta sección, se debe instalar como mínimo un circuito derivado de 20 amperes para alimentar los contactos de la lavadora que se exigen en 210-52.
- Circuitos derivados para los baños. Además del número de circuitos derivados exigidos en varias partes de esta sección, se debe instalar al menos un circuito derivado de 20 amperes para alimentar los contactos del cuarto de baño. Los circuitos no debe haber otras salidas.
- Excepción 1: esta subsección (c), no es aplicable a unidades de vivienda popular del 60 m<sup>2</sup>.
- Excepción 2: cuando un circuito de 20 amperes alimenta únicamente en el baño, y puede haber otras salidas para los equipos en el interior del baño.

En protección con interruptor de circuito por falla de arco, unidades de vivienda, cada circuito derivado de 120 volts, de 15 y 20 amperes que alimenten salidas monofásicas situadas en unidades de vivienda en: alcobas, solarios, salones para recreación, habitaciones familiares, comedores, salas de estar, salones, bibliotecas, cuartos de estudio, armarios, pasillos o cuartos, estos se protegerán con un interruptor de circuito por fallas de arco, instalado para dar protección al circuito derivado.

De acuerdo con la norma, se debe verificar que cada tomacorriente no esté a distancia mayor a la estipulada y que cada ambiente tenga el mínimo de tomacorrientes establecidos.



Figura 27. Distancias entre tomacorrientes del segundo nivel



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

En la distribución de circuitos de tomacorrientes de uso general se clasificaron de los circuitos derivados 210-19. Conductores, ampacidad y tamaños pequeños.

- Circuitos derivados de hasta 600 volts.
- General. Los conductores de los circuitos derivados deberán tener una ampacidad no menor que la que corresponde a la carga máxima que la alimente. Si un circuito derivado proporciona las cargas continuas o una combinación de cargas no-continuas y continuas, el tamaño mínimo del conductor del circuito derivado, la aplicación antes de cualquier factor de ajuste o de corrección, debe poseer una ampacidad permisible no menor que la carga no-continua más el 125 % de la carga continua.
  - Equipo conectado con cordón y clavija que no está fijado. La carga nominal de cualquier equipo individual de utilización conectado a través de clavija y cordón que no esté fijado no deberá superar el 80 % de la capacidad nominal en amperes del circuito derivado.
  - El equipo de utilización fijada. La carga nominal total del equipo de utilización fijada, que no sean luminarias, no deberá superar el 50 % de la capacidad nominal en amperes del circuito derivado, sí se alimentan unidades de alumbrado o equipos de utilización conectados con clavija y cordón no fijadas en un sitio, o ambos.
- Los circuitos derivados de 40 y 50 amperes. Se permite que un circuito derivado de 40 o 50 amperes suministre energía a equipo de cocina fijada. En edificios que no son viviendas, es permitido que los circuitos suministren energía a unidades de alumbrado fijados con portalámparas de servicio pesado, unidades de calefacción por infrarrojos.
  - Los requisitos para contactos en la cocina. Los contactos instalados

en las cubiertas de una cocina deberán alimentarse por lo menos de dos circuitos derivados para aparatos pequeños. Es permitido que cada uno de los circuitos, o ambos, además alimenten las salidas de contacto en el cuarto de cocina y otros cuartos. Se permiten circuitos derivados adicionales que alimentarán las salidas de contactos de la cocina y de otras habitaciones. Todo circuito derivado para pequeños aparatos debe alimentar a más de una cocina.

- Los cuartos de baño. En unidades de vivienda se deberán instalar, por lo menos un contacto a no más de 90 centímetros del borde exterior de cada lavabo. Las salidas de contacto se deben localizar en una pared o una división adyacente al lavabo o a la cubierta del lavabo, ubicadas en la cubierta, o se deberá instalar en la superficie lateral o frontal del gabinete del lavabo, a no más de 30 centímetros por debajo de la cubierta. Se permiten ensambles de salidas de contacto aprobados para la instalación en las cubiertas.
  - Viviendas unifamiliares y bifamiliares. En viviendas unifamiliares y en una vivienda bifamiliar que estén a nivel del suelo, debe instalarse, al menos, una salida de contacto accesible al momento de estar de pie al nivel del suelo y que se ubique a no más de 2,00 metros sobre el suelo, en la parte posterior y frontal de la vivienda.
  - Pórticos, balcones y terrazas, accesibles del interior de la vivienda deberán tener al menos una salida de contacto instalada en perímetro. El contacto no deberá estar a más de 2,00 metros por encima de la superficie del pórtico, balcón o terraza.
- Áreas de lavadora. Debe haber instalada como mínimo una salida de

contacto para lavadora en las unidades de vivienda.

- Sótanos, edificios accesorios y garajes. Deben ser aplicadas las siguientes disposiciones en las viviendas unifamiliares:
  - En todos los garajes adjuntos, sótanos, independientes y edificios debe haber accesorios de instalación eléctrica, deberá instalarse como mínimo una salida de contacto adicional a aquellos para equipo específico. En caso de que una parte del sótano tenga construido uno o varios espacios habitables, cada espacio debe tener una salida de contacto instalada como se indica en esta sección.
  
- Pasillos. En los pasillos de 3,00 metros o más de longitud de viviendas deberán tener al menos una salida de contacto. En estos casos la longitud del pasillo se deberá medir a lo largo de la línea central del pasillo, sin pasar por puertas.

## **6.2. Cálculo de calibre de conductores**

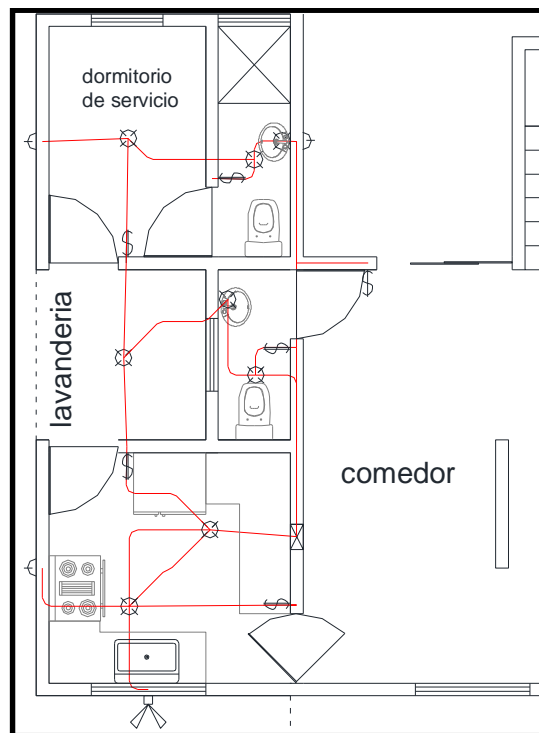
Considerando que en el cálculo del título 6.1.1. se logró obtener 3 circuitos de iluminación, se procede a seleccionar la distribución de ambientes para cada interruptor termomagnético y los conductores correspondientes, e indicar la cantidad de focos a colocar en cada interior.

Tabla XXXII. **Circuito iluminación 1**

Ambiente	Cantidad de focos
Cuarto de servicio	1
Baño de servicio	2
Baño de visitas	2
Cocina	2
Lavandería	1
Patio frontal	2
Patio lateral	2
<b>Total de focos</b>	<b>12</b>

Fuente: elaboración propia.

Figura 28. **Circuito de iluminación 1**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

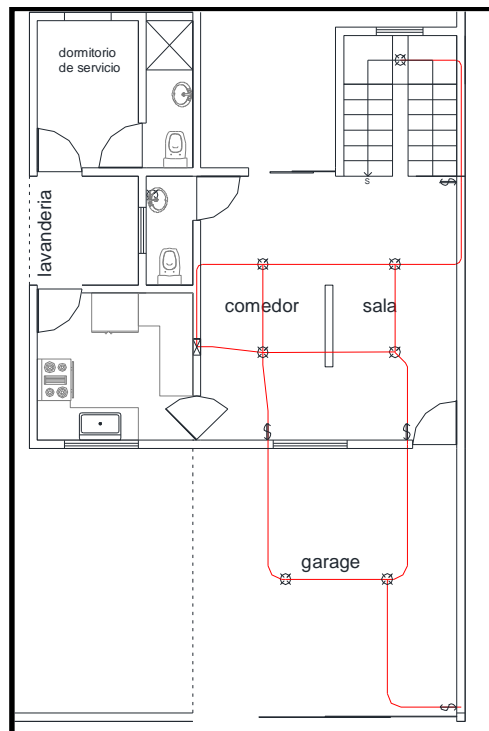


Tabla XXXIII. **Circuito iluminación 2**

Ambiente	Cantidad de focos
Comedor	2
Sala	2
Garaje	2
Patio trasero	2
Módulo de gradas	1
Total de focos	9

Fuente: elaboración propia.

Figura 29. **Circuito de iluminación 2**



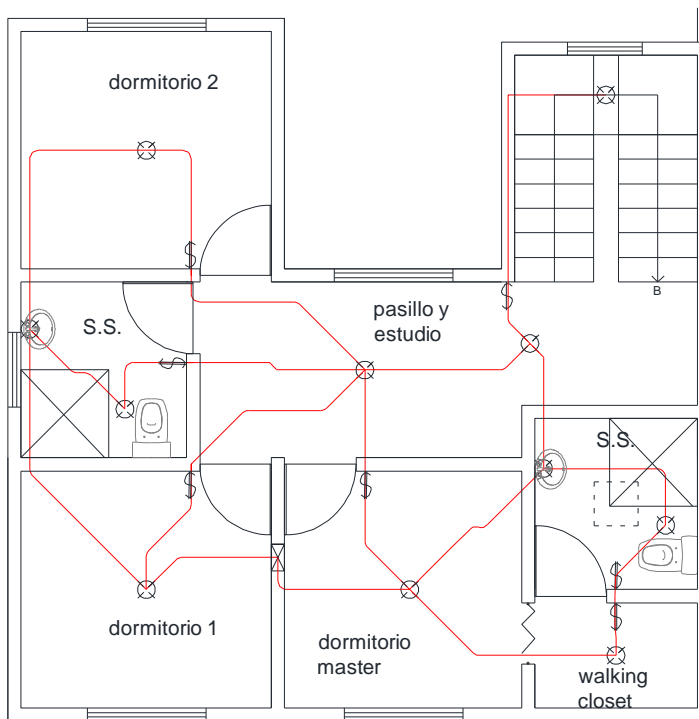
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Tabla XXXIV. **Circuito iluminación 3**

Ambiente	Cantidad de focos
Baños 2do.Nivel	4
Dormitorio máster	2
Pasillo y estudio	2
Closet	1
Dormitorios	2
Total de focos	11

Fuente: elaboración propia.

Figura 30. **Circuito de iluminación 3**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Por lo anterior, se debe comprobar que los consumos de los circuitos propuestos no superen los 15 amperios que soporta cada interruptor termomagnético y fijar el conductor. Por lo que se considera colocar focos incandescentes de 100W.

Tabla XXXV. **Comprobación de consumo**

Circuito 1:	12x100W/110V	=	10,9A ~ 11A	< 15A.
Circuito 2:	8x100W/110V	=	8,2A ~ 9A	< 15A.
Circuito 3:	11x100W/110V	=	10A	< 15A.

Fuente: elaboración propia.

Considerando que el cálculo del título 6.1.1. obtuvo 3 circuitos de tomacorrientes de uso general como mínimo, se seleccionan los ambientes que alimentará cada interruptor termomagnético, y se indica la carga con que dichos circuitos funcionarán considerando las recomendaciones de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012.

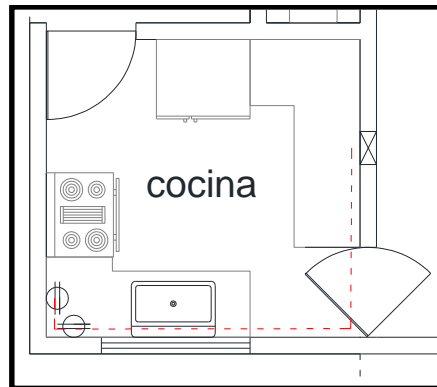
Tabla XXXVI. **Circuito cocina 1**

<b>Equipo</b>	<b>Ampacidad (amperios)</b>
Circuito Cocina 1	
Microondas (Cuisinart modelo: CMW:100)	13,2
Refrigerador (Frigidaire modelo FRT113DBLW)	1,1
Total	14,3

Fuente: elaboración propia.



Figura 32. **Circuito de tomacorriente 2**



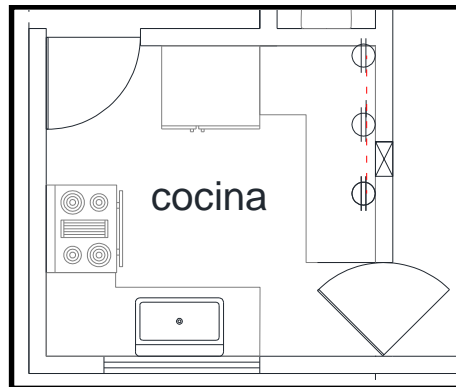
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Tabla XXXVIII. **Circuito cocina 3**

<b>Circuito cocina 3</b>	<b>Ampacidad (amperios)</b>
Tostador (Haier modelo RTO1400SS)	10,9
Batidora (Black & Decker CAT NO. IRBD02LA)	2,3
Cafetera (Oster modelo BVSTDC4411-013)	11,8
Reloj temporizador	0,3
Sub total	25,3
Aplicar factor de demanda 75% ver inciso 6,3	

Fuente: elaboración propia.

Figura 33. **Circuito de tomacorriente 3**



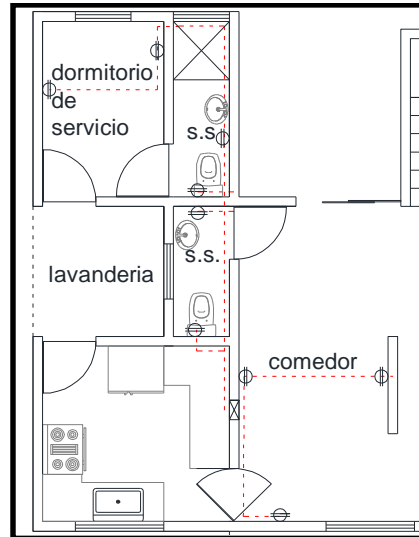
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Tabla XXXIX. **Circuito 4**

<b>Comedor</b>	
<b>Equipo</b>	<b>Ampacidad (amperios)</b>
Lámpara de mesa (Intertek led desk lamp serie 3179846)	0,3
<b>Baño visitas</b>	
Plancha DE PELO (REMINGTON PRO-ION)	0,5
Rasuradora (WAHL modelo 9856)	0,195
<b>Baño servicio</b>	
Secadora de pelo (REMINGTON POWER VOLUME 2000)	17,0
Plancha DE PELO (REMINGTON PRO-ION)	0,5
Rasuradora (WAHL modelo 9856)	0,195
<b>Dormitorio servicio</b>	
Televisor (LG modelo 32LH570B-SC)	1,8
Laptop (HP 640)	1,7
Equipo de sonido (Samsung MX-J630)	0,5
Cargador de celular (HUAWIE modelo HW-050100U2W)	0,2
<b>Sub total</b>	<b>22,8</b>

Fuente: elaboración propia.

Figura 34. **Circuito de tomacorriente 4**



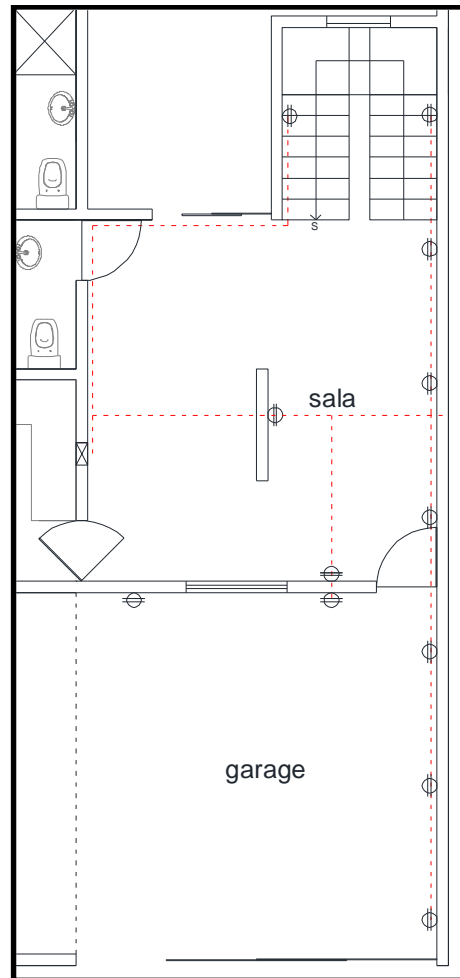
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Tabla XL. **Circuito 5**

<b>Sala</b>	
<b>Equipo</b>	<b>Ampacidad (amperios)</b>
Televisor (LG modelo 32LH570B-SC)	1,8
Radio (Sony modelo CFD-S07CP)	0,1
Equipo de sonido (Samsung MX-J630)	0,5
Teléfono (Uniden modelo BQ20063465)	0,5
Timbre eléctrico tipo campana (Fulgore de 4")	0,3
<b>Garage</b>	
Herramientas de Mano (Maute TP413/5)	6,8
Extensión con iluminación	1,1
<b>Módulo de gradas</b>	
Lámpara de piso	Lámpara de piso
Sub total	Sub total

Fuente: elaboración propia.

Figura 35. **Circuito de tomacorriente 5**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

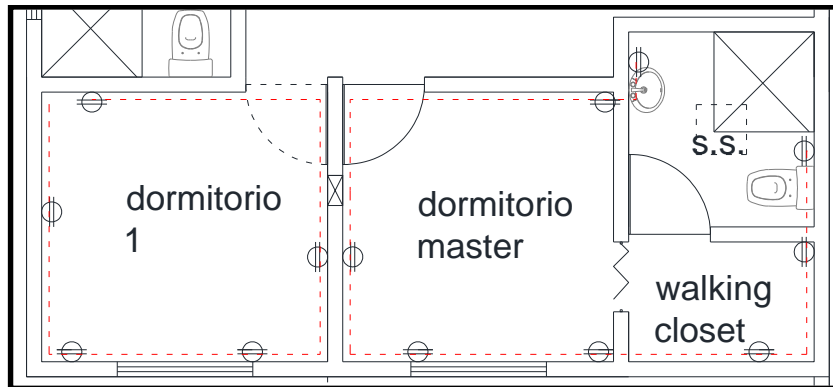


Tabla XLI.            **Circuito 6**

<b>Dormitorio master</b>	
<b>Equipo</b>	<b>Ampacidad (corriente nominal)</b>
Televisor (LG modelo 32LH570B-SC)	1,8
Laptop (HP 640)	1,7
Equipo de sonido (Samsung MX-J630)	0,5
Cargador de celular (Huawie modelo HW-050100U2W)	0,2
<b>Dormitorio 1</b>	
Televisor (LG modelo 32LH570B-SC)	1,8
Laptop (HP 640)	1,7
Equipo de sonido (Samsung MX-J630)	0,5
Cargador De Celular (Huawie modelo HW-050100U2W)	0,2
<b>Baño máster</b>	
Secadora de pelo (Remington Power Volume 2000)	17,0
Plancha De Pelo (Remington PRO-ION)	0,5
Rasuradora (Wahl modelo 9856)	0,195
Sub Total	26,0

Fuente: elaboración propia.

Figura 36. **Circuito de tomacorriente 6**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Tabla XLII. **Circuito 7**

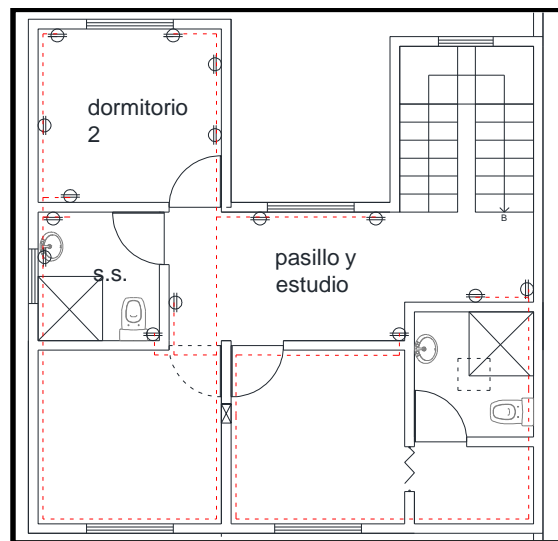
<b>Dormitorio 2</b>	
<b>Equipo</b>	<b>Ampacidad (corriente nominal)</b>
Televisor (LG modelo 32LH570B-SC)	1,8
Laptop (HP 640)	1,7
Equipo de sonido (Samsung MX-J630)	0,5
Cargador de celular (Huawie modelo HW-050100U2W)	0,2
<b>Baño compartido</b>	
Secadora de pelo (Remington Power Volume 2000)	17,0
Plancha de pelo (Remington PRO-ION)	0,5
Rasuradora (Wahl modelo 9856)	0,195
<b>Estudio</b>	
Lámpara de mesa (Intertek led desk lamp serie 3179846)	0,3
Impresora (Canon PIXMA E402)	0,4

Continuación tabla XLII.

Laptop (HP 640)	1,7
Sub total	24,2

Fuente: elaboración propia.

Figura 37. **Circuito de tomacorriente 7**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

### 6.2.1. **Por caída de tensión según el tipo de forro**

Para obtener el tipo de calibre del conductor, según su tipo de forro se debe considerar lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012, el Artículo 310, inciso 15, sección a) subsección 3 donde se establecen los límites de temperatura de los conductores y que ningún conductor se debe utilizar de modo que su temperatura de operación supere la temperatura de aislamiento, por lo cual se diseña el tipo de conductor, para los conductores

según el tipo de forro para aplicaciones y aislamientos de conductores de 600 Volt.

Las diversas clases de forros utilizados para los conductores de tensión comercializados en Guatemala se describirán a continuación:

- Los forros de tipo termoplástico de cubierta de nailon, que son resistentes al calor y a la prolongación de flama – THHN – coma a temperatura máxima de operación de 90 °C.
- Los forros de tipo termoplástico que son retardantes a la flama y resistente a la humedad como al calor – THW – soportan temperaturas máximas de operación de 75 °C.
- Los forros de tipo termoplástico los cuales son resistentes a la humedad y retardantes a la flama – TW - soportan temperaturas máximas de operación de 60 °C.

Según lo expuesto, con estas características de forros son utilizados para calcular la ampacidad permisible en el conductor. Para explicarlo mejor se refiere la tabla siguiente de ampacidades permisibles en conductores aislados para tensiones de 2 000 Volts y 60 °C a 90 °C. Donde se colocan no más de 3 conductores de 3 portadores de corriente en una canalización directamente enterrada, basados en una temperatura ambiente de 30 °C.

Fundamentados en la carga de los circuitos de iluminación se determina el conductor según el tipo de forro que se utilice. El conductor será igual para los tres circuitos dado que todos cumplen con tener una carga menor a 15 A, Circuito 1, 11 A, Circuito 2,9 A y Circuito 3,10 A.

Tabla XLIII. **Determinación de conductores para circuito de iluminación por el método según tipo de forro**

Tipo de forro	Calibre AWG	Corriente máxima de operación
TW	14	15 <sup>a</sup>
THW	14	20 <sup>a</sup>
THHW	16	18 <sup>a</sup>

Fuente: elaboración propia.

Para los circuitos de tomacorrientes de uso general basados en la carga calculada para cada uno de los circuitos, expuestos en la tabla anterior, al referirse a la ampacidad permisible en los conductores aislados para tensiones hasta 2000 Volts y 60 °C a 90 °C, se calculó que no más de 3 conductores con 3 portadores de corriente para una canalización establecida, y enterrados directamente, basados en la temperatura ambiente de 30 °C, se determina el conductor según su tipo de forro establecido.

Tabla XLIV. **Determinación de los conductores para circuitos de fuerza por el método según tipo de forro**

Nombre Circuito	Ampacidad nominal (amperios)	Tipo de forro	Calibre AWG	Corriente máxima de operación
Cocina 1	14,3	TW	14	15A
		THW	14	20A
		THHW	16	18A
Cocina 2	15,1	TW	12	20A
		THW	14	20A
		THHW	14	25A
Cocina 3	25,3	TW	10	30A
		THW	10	35A
		THHW	12	30A

Continuación tabla XLIV.

Circuito 4	22,8	TW	10	30A
		THW	12	25A
		THHW	14	25A
Circuito 5	12,9	TW	14	15A
		THW	14	20A
		THHW	16	18A
Circuito 6	26	TW	10	30A
		THW	10	35A
		THHW	12	30A
Circuito7	24,2	TW	10	30A
		THW	12	25A
		THHW	14	25A

Fuente: elaboración propia.

### **6.2.2. Por corriente**

Para los 3 circuitos de iluminación establecidos, deberá considerarse un conductor que cumpla con la ampacidad calculada para cada uno de los circuitos y aplicando las recomendaciones de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012 en el Artículo 240, inciso 240-4, para cada una de las corrientes de 15 amperios se debe utilizar el cable conductor 14 AWG.

#### **6.2.2.1. Calibre de conductor número 14 AWG**

Para los circuitos de tomacorrientes de uso general en una vivienda deberá considerarse un conductor que cumpla con la ampacidad calculada para cada uno de los circuito y aplicar la recomendación establecidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012 en el Artículo 240, inciso 240-4.

Tabla XLV. **Determinación del calibre de conductor por el método de corriente máxima de operación para conductores**

Número de circuito	Ampacidad nominal	Calibre AWG	Ampacidad máxima de operación.
Cocina 1	14,3	14	15A
Cocina 2	15,1	12	20A
Cocina 3	25,3	10	30A
Circuito 4	22,8	10	30A
Circuito 5	12,9	14	15A
Circuito 6	26	10	30A
Circuito 7	24,2	10	30A

Fuente: elaboración propia.

### 6.3. **Cálculo de calibre de conductores por fluctuaciones dentro de la vivienda**

Para los circuitos de iluminación y tomacorrientes de uso general calculados en los párrafos anteriores deberán calcularse por medio del factor de corrección según la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012 descritos en el título 6 del presente trabajo de graduación.

Los factor de corrección por caída de tensión, las cuales atendiendo las recomendaciones expuestas en este trabajo de graduación con respecto a los factores de corrección por distancia en conjunto con los planos de dimensiones expuestos en el título 6.1 para los circuitos de iluminación y tomacorrientes de uso general que determinarán la máxima caída de tensión existente entre el

tablero de distribución y el punto más lejano al mismo según la fórmula siguiente:

$$\%e = 4 \times L \times I / V \times S$$

Donde:

$\%e$  = caída de tensión en %

L = largo máximo entre tablero de distribución y punto más lejano

I = intensidad

V = voltaje nominal de la red

S = área del conductor en mm<sup>2</sup> sin aislamiento según la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012)

Para los circuitos de iluminación:

Primer nivel:

Donde:

$$L = 13.64M$$

$$I = 2A$$

$$V = 110V$$

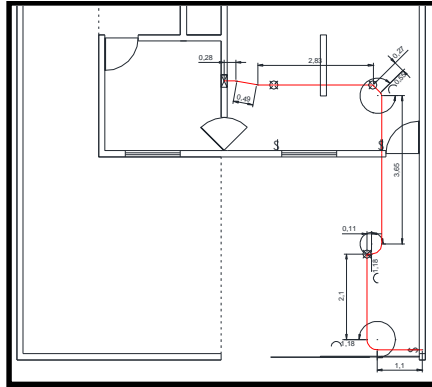
$$S = 2,08 \text{ mm}^2$$

$$\%e = 4 \times 13.64 \times 2 / (110 \times 2,08)$$

$$\%e = 0.4769$$



Figura 38. **Ubicación de interruptor luz de garaje**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Para segundo nivel:

Donde:

$$L = 16.48M$$

$$I = 2A$$

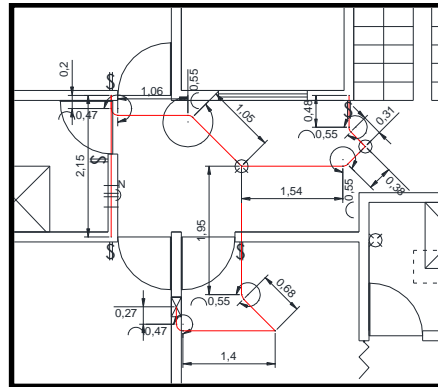
$$V = 110V$$

$$S = 2,08 \text{ mm}^2$$

$$\%e = 4 \times 16,48 \times 2 / (110 \times 2,08)$$

$$\%e = 0.5762$$

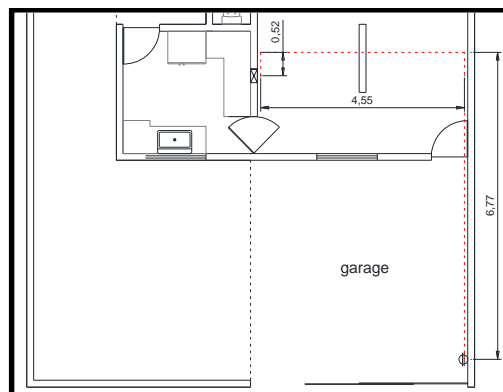
Figura 39. **Ubicación de interruptor luz pasillo, segundo nivel.**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Para los circuitos de tomacorrientes de uso general que se aplicarán en el garaje se presenta en la figura siguiente:

Figura 40. **Ubicación de tomacorriente, garaje**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Donde:

$L = 12M$

$I = 2A$

$$V = 110V$$

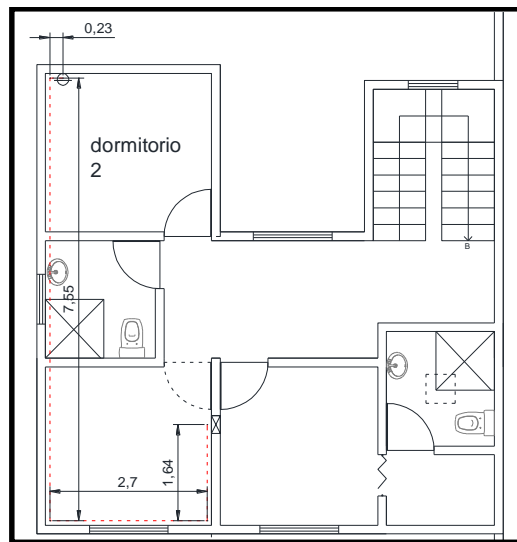
$$S = 2,08 \text{ mm}^2$$

$$\%e = 4 \times 12 \times 2 / (110 \times 2,08)$$

$$\%e = 0,4195$$

Para los circuitos de tomacorrientes de uso general que se aplicarán en el cuarto 2 que se presenta en la figura que se muestra a continuación:

Figura 42. **Ubicación tomacorriente cuarto 2, segundo nivel**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

$$L = 13M$$

$$I = 2A$$

$$V = 110V$$

$$S = 2,08 \text{ mm}^2$$

$$\%e = 4 \times 13 \times 2 / 110 \times 2,08$$

%e = 0,4545

Para los factores de corrección por temperatura: se atenderán las recomendaciones expuestas en el título 6 del presente trabajo, con relación al factor de corrección por temperatura en las tablas calculadas en el título 6.2.2 para los circuitos de iluminación y tomacorrientes de uso general, para lo cual se determinó el factor de corrección para instalaciones eléctrica realizada en el territorio de la ciudad de Guatemala cuya temperaturas máxima registrada es de 40° según la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012.

### **6.3.1. Factor de corrección por temperatura: 0,91**

Para la corrección de ampacidades máximas de operación calculadas para el uso de los conductores de circuitos de iluminación y fuerza según datos calculados en el título 6.2.2 y se muestra en la tabla siguiente.

Tabla XLVI. **Corrección de ampacidad máxima de operación para conductores por temperatura Ambiente de 40°C**

Número de circuito	Ampacidad nominal	Calibre AWG	Ampacidad máxima de operación a 40°C
Iluminación 1	11	14	13,65A
Iluminación 2	9	14	13,65A
Iluminación 3	10	14	13,65A
Cocina 1	14,3	14	13,65A
Cocina 2	15,1	12	18,20A
Cocina 3	25,3	10	27,30A

Continuación tabla XLVI.

Circuito 4	22,8	10	27,30A
Circuito 5	12,9	14	13,65A
Circuito 6	26	10	27,30A
Circuito 7	24.2	10	27,30A

Fuente: elaboración propia.

Para determinar los factor de corrección por número de conductores en un mismo tubo, se atendieron las recomendaciones expuestas en el título 6 del presente trabajo de graduación, con relación al factor de corrección por número de conductores en un mismo tubo para los circuitos de iluminación y tomacorrientes de uso general se determinará el factor de según la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012.

No aplica el factor de corrección ya que en ninguno de los puntos se estarán colocando más de 3 conductores portadores de corriente en un mismo tubo.

El factor de corrección por demanda máxima en viviendas unifamiliares, atendiendo así las recomendaciones expuestas en el título 6 del presente trabajo de investigación se relaciona al factor de corrección por demanda máxima en viviendas unifamiliares para los circuitos de iluminación y tomacorrientes de uso general se determinará en el factor de según lo expuesto en el Artículo 220 inciso 220-53 de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012.

El factor de demanda del 75 % de la capacidad nominal indicada en la placa de datos de cuatro o más aparatos fijos enchufados en un mismo alimentador de corriente. Lo corrigiendo de ampacidades máximas de operación

calculadas para conductores de circuitos de iluminación y fuerza según datos calculados en el título 6.2.2.

Tabla XLVII. **Corrección de ampacidad nominal con factor de demanda del 75 %**

Número de circuito	Ampacidad nominal con factor de demanda del 75 %	Calibre AWG	Ampacidad máxima de operación a 40°C
Iluminación 1	11	14	13,65A
Iluminación 2	9	14	13,65A
Iluminación 3	10	14	13,65A
Cocina 1	14,3	14	13,65A
Cocina 2	15,1	12	18,20A
Cocina 3	18,9	10	27,30A
Circuito 4	17,1	12	18,20 <sup>a</sup>
Circuito 5	9,7	14	13,65 <sup>a</sup>
Circuito 6	19,5	10	27,30 <sup>a</sup>
Circuito 7	18,15	10	27,30 <sup>a</sup>

Fuente: elaboración propia.

Homologando conductores e interruptores termomagnéticos calculados para los circuitos de iluminación y tomacorrientes de uso general según:

- Tipo de Forro THHW
- Temperatura Ambiente 40°C
- Factor de demanda 75 % para 4 o más aparatos fijos enchufados en un mismo alimentador de corriente.

No se utilizarán más de tres conductores portadores de corriente en un mismo tubo.

Tabla XLVIII. **Cálculos finales conductores**

Número de circuito	Ampacidad nominal con factor de demanda del 75 %	Calibre THHW AWG	Ampacidad máxima de operación a 40°C
Iluminación 1	11	14	22,75A
Iluminación 2	9	14	22,75A
Iluminación 3	10	14	22,75A
Cocina 1	14,3	14	22,75A
Cocina 2	15,1	14	22,75A
Cocina 3	18,9	14	22,75A
Circuito 4	17,1	14	22,75A
Circuito 5	9,7	14	22,75A
Circuito 6	19,5	14	22,75A
Circuito 7	18,15	14	22,75A
Lavadora	6,8	14	22,75
Secadora	23	12	27,3A
Estufa	13	14	22,75A
Bomba agua	3,5	14	22,75A
Calentador agua	40	10	50A

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLIX. **Cálculo final interruptores termomagnéticos**

Núm.	Número de circuito	Ampacidad nominal con factor de demanda del 75 %	Capacidad nominal del interruptor
1	Iluminación 1	11	15A
2	Iluminación 2	9	15A
3	Iluminación 3	10	15A
4	Cocina 1	14,3	15A
5	Cocina 2	15,1	20A
6	Cocina 3	18,9	20A
7	Circuito 4	17,1	20A
8	Circuito 5	9,7	15A
9	Circuito 6	19,5	20A
10	Circuito 7	18,15	20A
11	Lavadora	6,8	2X15A
12	Secadora	23	2X25A

Fuente: elaboración propia.

Los diámetros de tuberías para conductores definidos en la tabla anterior de cálculos finales conductores, basados en la recomendación de la Norma NOM-SEDE-2012, Artículo 10, de dimensiones de los conductores aislados y cables para artefactos. Y Artículo 352 – tubo *conduit* rígido de PVC, cédula 80.

Tabla L. **Determinación de área del conductor para circuitos de fuerza e iluminación**

Tipo de Forro	Calibre conductor AWG	Área exterior aproximada en mm <sup>2</sup>
THHW - THHN	14	8,968
THHW - THHN	12	11,68



Continuación tabla L.

THHW - THHN	10	13,61
-------------	----	-------

Fuente: Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012. Capítulo 10. Tabla 5. p. 1006.

El diámetro del tubo que se utilizará para los conductores, según datos de Tabla XVIII, se determinarán las distribuciones de los circuitos en las tuberías teniendo en cuenta la restricción mencionada con respecto al número máximo de conductores portadores de corriente en un mismo tubo expuestos en el título 6 del presente trabajo de graduación.

Tabla LI. **Tubería aérea Núm. 1 para circuitos de iluminación y ducha de cuarto de servicio, primer nivel**

Núm. Circuito	Calibre AWG	Núm. Conductores	Área aproximada en mm <sup>2</sup> por conductor	Área total por circuito
Iluminación 1	14	4	8,97	35,88
Área total utilizada por los conductores				35,88

Fuente: elaboración propia.

Utilizando las recomendaciones de la Norma NOM-SEDE-2012 en el Artículo 352, se utilizó el Tubo *conduit* rígido de PVC, cédula 80 con respecto al dimensionamiento de tubería para un tubo de PVC con más de 2 conductores portadores de corriente (ver última columna de tabla anterior) se deberá colocar, el tubo Núm. 1 PVC rígido con diámetro: 1/2".

Tabla LII. **Tubería aérea Núm. 2 para circuitos de iluminación 2, primer nivel**

Núm. Circuito	Calibre AWG	Núm. Conductores	Área aproximada en mm <sup>2</sup> por conductor	Área total por circuito
Iluminación 2	14	4	8,97	35,88
Área total utilizada por los conductores				35,88

Fuente: elaboración propia.

Según las recomendaciones de la Norma NOM-SEDE-2012 en el Artículo 352, se sugiere el Tubo *conduit* rígido de PVC, cédula 80 con respecto al dimensionamiento de tubería para un tubo de PVC con más de 2 conductores portadores de corriente (ver última columna de tabla anterior) se deberá colocar el tubo Núm. 2 PVC rígido con diámetro 1/2".

Tabla LIII. **Tubería aérea Núm. 3 para circuitos de fuerza y lavadora, primer nivel**

Núm. Circuito	Calibre AWG	Núm. Conductores	Área aproximada en mm <sup>2</sup> por conductor	Área total por circuito
Cocina 3	14	4	8,97	35,88
Lavadora	14	4	8,97	35,88
Área total utilizada por los conductores				71,76

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con las recomendaciones que se encuentran en la Norma NOM-SEDE-2012 en el Artículo 352, Tubo *conduit* rígido de PVC, cédula 80 con respecto al dimensionamiento de la tubería para un tubo de PVC con más de 2

conductores portadores de corriente (ver última columna de la tabla anterior) se deberá colocar, el tubo Núm. 3 PVC rígido con diámetro: 3/4”.

**Tabla LIV. Tubería aérea Núm. 4 para circuitos de fuerza y estufa eléctrica, primer nivel**

Núm. Circuito	Calibre AWG	Núm. Conductores	Área aproximada en mm <sup>2</sup> por conductor	Área total por circuito
Cocina 3	14	3	8,97	26,91
Estufa	14	4	8,97	35,88
Área total utilizada por los conductores				62,79

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con las sugerencias de la Norma NOM-SEDE-2012 en el Artículo 352, se empleará tubo *conduit* rígido de PVC, cédula 80 con respecto al dimensionamiento de la tubería para un tubo de PVC con más de 2 conductores portadores de corriente (ver última columna de tabla anterior) se deberá colocar, el tubo Núm. 4 PVC rígido con diámetro: 1/2”.

**Tabla LV. Tubería aérea Núm. 5 para circuitos de fuerza y bomba de agua, primer nivel**

Núm. Circuito	Calibre AWG	Núm. Conductores	Área aproximada en mm <sup>2</sup> por conductor	Área total por circuito
Circuito 4	14	3	8,97	26,91
Bomba de agua	14	2	8,97	17,94
Área total utilizada por los conductores				44,85

Fuente: elaboración propia.

Las recomendaciones de la Norma NOM-SEDE-2012 en el Artículo 352, Tubo *conduit* rígido de PVC, cédula 80 con respecto al dimensionamiento de tubería para un tubo de PVC con más de 2 conductores portadores de corriente (ver última columna de tabla) indican que se deberá colocar, el tubo Núm. 4 PVC rígido con diámetro: 1/2”.

Tabla LVI. **Tubería aérea Núm. 6 para circuitos de fuerza, primer nivel**

Núm. Circuito	Calibre AWG	Núm. Conductores	Área aproximada en mm <sup>2</sup> por conductor	Área total por circuito
Circuito 5	14	3	8,97	26,91
Área total utilizada por los conductores				26,91

Fuente: elaboración propia.

Dada la recomendación de la Norma NOM-SEDE-2012 en el Artículo 352, Tubo *conduit* rígido de PVC, cédula 80 con respecto al dimensionamiento de tubería para un tubo de PVC con más de 2 conductores portadores de corriente (ver última columna de tabla) se deberá colocar, el tubo Núm. 6 PVC rígido con diámetro 1/2”.

Tabla LVII. **Tubería aérea Núm. 7 para circuitos de iluminación, primer nivel**

Núm. Circuito	Calibre AWG	Núm. Conductores	Área aproximada en mm <sup>2</sup> por conductor	Área total por circuito
Iluminación 2	14	4	8,97	35,88
Área total utilizada por los conductores				35,88

Fuente: elaboración propia.

Según la recomendación de la Norma NOM-SEDE-2012 en el Artículo 352, Tubo *conduit* rígido de PVC, cédula 80 con respecto al dimensionamiento de tubería para un tubo de PVC con más de 2 conductores portadores de corriente (ver última columna de tabla) se deberá colocar, el tubo Núm. 7 PVC rígido con diámetro 1/2”.

Tabla LVIII. **Tubería aérea Núm. 8 para circuitos de fuerza cuarto máster, segundo nivel**

Núm. Circuito	Calibre AWG	Núm. Conductores	Área aproximada en mm <sup>2</sup> por conductor	Área total por circuito
Circuito 6	14	3	8,97	26,91
Área total utilizada por los conductores				26,91

Fuente: elaboración propia.

Según la Norma NOM-SEDE-2012 en el Artículo 352, Tubo *conduit* rígido de PVC, cédula 80 con respecto al dimensionamiento de la tubería para un tubo de PVC con más de 2 conductores portadores de corriente (ver última columna de tabla) se deberá colocar, el Tubo Núm. 8 PVC rígido con diámetro: 1/2”.

Tabla LIX. **Tubería aérea Núm. 9 para circuitos de fuerza cuarto master, segundo nivel**

Núm. Circuito	Calibre AWG	Núm. Conductores	Área aproximada en mm <sup>2</sup> por conductor	Área total por circuito
Circuito 7	14	3	8,97	26,91
Área total utilizada por los conductores				26,91

Fuente: elaboración propia.

La Norma NOM-SEDE-2012 en el Artículo 352, Tubo *conduit* rígido de PVC, cédula 80 con respecto al dimensionamiento de tubería para un tubo de PVC con más de 2 conductores portadores de corriente (ver última columna de tabla) recomienda colocar, el tubo Núm. 4 PVC rígido con diámetro: 1/2”.

Tabla LX. **Tubería aérea Núm. 10 para circuitos de fuerza cuarto master, segundo nivel**

Núm. Circuito	Calibre AWG	Núm. Conductores	Área aproximada en mm <sup>2</sup> por conductor	Área total por circuito
Iluminación 3.1	14	4	8,97	35,88
Área total utilizada por los conductores				35,88

Fuente: elaboración propia.

La Norma NOM-SEDE-2012 en el Artículo 352, el tubo *conduit* rígido de PVC, cédula 80 con respecto al dimensionamiento de tubería para un tubo de PVC con más de 2 conductores portadores de corriente (ver última columna de tabla) recomienda colocar, el tubo Núm. 10 PVC rígido con un diámetro: 1/2”.

Tabla LXI. **Tubería aérea Núm. 11 para circuitos de fuerza cuarto master, segundo nivel**

Núm. Circuito	Calibre AWG	Núm. Conductores	Área aproximada en mm <sup>2</sup> por conductor	Área total por circuito
Iluminación 3,2	14	4	8,97	35,88
Área total utilizada por los conductores				35,88

Fuente: elaboración propia.

La recomendación de la Norma NOM-SEDE-2012 en el Artículo 352, Tubo *conduit* rígido de PVC, cédula 80 con respecto al dimensionamiento de tubería para un tubo de PVC con más de 2 conductores portadores de corriente (ver última columna de la tabla anterior) indica que se deberá colocar, el tubo Núm. 11 PVC rígido con diámetro: 1/2".

### 6.3.2. Corrección del factor de potencia

Para la corrección del factor de potencia debe considerarse el valor neto correspondiente a la suma algebraica de la potencia reactiva con el factor de potencia actual menos el valor de potencia reactiva al factor de potencia deseado. Esto deberá realizarse por medio del triángulo de potencia (figura 8) expuesta en el del capítulo 2,5 del presente trabajo de investigación

Cálculo Q: potencia Reactiva:

$$S^2 = P^2 + Q^2$$

Donde:

S= valor de potencia aparente, medida en VA

P= valor de potencia Resistiva, medida en W

Q= valor de potencia Reactiva, medida en VAR

Cálculo del valor del factor de potencia:

$$FP = \cos (\varphi) = (P/S)$$

Donde:

S= valor de potencia aparente, medida en VA

P= valor de potencia Resistiva, medida en W

Corrección del factor de potencia:

$$Q \text{ (compensación)} = Q \text{ (real)} - Q \text{ (ideal)}$$

Donde:

Q = (compensación): valor de potencia reactiva (VAR)

Q = (real): valor de potencia reactiva calculada en base al valor real (calculado) de factor de potencia.

Q = (ideal): valor de potencia reactiva calculada en base a un valor de factor de potencia de entre un rango de 0,9 a 1.

Para elevar el valor del factor de potencia 0,85 (S = 3 200 VA) a 0,92 deberá utilizarse un banco de capacitores con potencia reactiva de:

Calculando el valor de Q (real):

$$FP = 0,85 = \cos (\varphi)$$

$$\varphi = \cos^{-1} (0,85) = 31,79$$

Para la elevación del valor del factor de potencia 0,85 (S = 3 200 VA) a 0,92 deberá utilizarse un banco de capacitores con potencia reactiva de:



$$Q \text{ (real)} = S \text{ sen } (31,79) = 3\ 200 \text{ sen } (31,79)$$

$$Q \text{ (real)} = 1\ 686\text{VAR}$$

Calculando el valor de Q (ideal):

$$FP = 0,92 = \cos (\varphi)$$

$$\varphi = \cos^{-1} (0,92) = 23,07$$

Empleando el triángulo de potencias para calcular la componente reactiva de la potencia:

$$Q \text{ (real)} = S \text{ sen } (23,07) = 3\ 200 \text{ sen } (23,07)$$

$$Q \text{ (real)} = 1\ 254\text{VAR}$$

Utilizando el triángulo de potencias para calcular la componente reactiva de la potencia:

$$Q \text{ (compensación)} = Q \text{ (real)} - Q \text{ (ideal)}$$

$$Q \text{ (compensación)} = 1\ 686 \text{ VAR} - 1\ 254 \text{ VAR}$$

$$Q \text{ (compensación)} = 432 \text{ VAR}$$

Debido a los valores comerciales de los capacitores para la corrección del factor de potencia, se deberá colocar una compensación de:

Capacitor monofásico para compensación de: 1 KVAR

### **6.3.3. Cálculo de conductores para puesta a tierra**

Para los circuitos de iluminación, de acuerdo con las recomendaciones de la NOM-SEDE-2012 respecto a los conductores de puesta a tierra deberá

utilizarse un conductor específico para puesta a tierra según establece la Norma NOM-SEDE-2012 el Artículo 250, inciso 250-122, sección 2.

El Cordón flexible y alambre de luminarias, El conductor de puesta a tierra de equipos en un cordón flexible con el mayor conductor del circuito de tamaño  $5,26 \text{ mm}^2$  (10 AWG) o menor, y el conductor de puesta a tierra de equipos usado con alambres para artefactos de alumbrado de cualquier tamaño de acuerdo con 240-5, no debe ser menor al tamaño  $0,824 \text{ mm}^2$  (18 AWG) de cobre y no menor a los conductores del circuito.

El conductor de puesta a tierra de equipos en un cordón flexible con un conductor del circuito mayor al tamaño  $5,26 \text{ mm}^2$  (10 AWG) se debe dimensionar de acuerdo a la Norma NOM-SEDE-2012.

Para los circuitos de fuerza y circuitos especiales, será siguiendo la recomendación de la NOM-SEDE-2012 respecto a los conductores para puesta a tierra según Artículo 250, inciso 250-122.

Los conductores de puesta a tierra de equipos, de cobre, aluminio, o de aluminio recubierto de cobre, del tipo alambre, el cual no deben ser de tamaño menor a los establecidos en la Norma NOM-SEDE-2012, pero en ningún caso se requerirá que sean mayores a los conductores de los circuitos que alimentan el equipo.

Se consentirá que los conductores de puesta a tierra de equipos sean seccionados dentro de los parámetros de un cable multiconductor, siempre y cuando el área combinada en  $\text{mm}^2$  o kcmil cumpla con la Norma establecida en NOM-SEDE-2012.

Tabla LXII. **Tamaño mínimo de los conductores de puesta a tierra para canalizaciones y equipos**

Capacidad o ajuste del dispositivo automático de protección contra sobrecorriente en el circuito antes de los equipos, canalizaciones, entre otros., sin exceder de: (amperes)	Tamaño			
	Cobre		Cable de aluminio o aluminio con cobre	
	mm <sup>2</sup>	AWG o kcmil	mm <sup>2</sup>	AWG o kcmil
15	2,08	14	—	—
20	3,31	12	—	—
60	5,26	10	—	—
100	8,37	8	—	—
200	13,30	6	21,20	4
300	21,20	4	33,60	2
400	33,60	2	42,40	1
500	33,60	2	53,50	1/0
600	42,40	1	67,40	2/0

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXIII. **Cálculo final conductores para puesta a tierra**

Núm.	Número de circuito	Capacidad nominal con factor de demanda del 75 %	Capacidad nominal del interruptor	Conductor para puesta a tierra según tabla 250-122
1	Iluminación 1	11	15A	14
2	Iluminación 2	9	15A	14
3	Iluminación 3	10	15A	14
4	Cocina 1	14,3	15A	14
5	Cocina 2	15,1	20A	12
6	Cocina 3	18,9	20A	12
7	Circuito 4	17,1	20A	12
8	Circuito 5	9,7	15A	14
9	Circuito 6	19,5	20A	12
10	Circuito 7	18,15	20A	12
11	Lavadora	6,8	15A	14
12	Secadora	23	2X25A	10
13	Estufa	13	2X15A	14
14	Bomba agua	3,5	15A	14

Continuación tabla LXIII.

15	Calentador central	40	50A	10
----	--------------------	----	-----	----

Fuente: elaboración propia.

#### 6.4. Tablero de distribución y centro de carga dentro de la vivienda

Para establecer el dimensionamiento del centro de carga es imprescindible calcular la ampacidad máxima de los circuitos y la cantidad de interruptores termomagnéticos que se utilizar. Hay que tomar en cuenta que existe un tablero de distribución secundario en el segundo nivel, exactamente por encima del centro de carga colocado en la cocina, para el cual también deberá calcularse el tamaño de los conductores correspondientes a utilizar.

Para la distribución de interruptores termomagnéticos en el tablero principal y el tablero secundario. Ya que el tablero principal del primer nivel el cual es el que debe soportar la carga del tablero secundario, para lo cual primero se procede a calcular la ampacidad que se estará utilizando en el tablero secundario.

Tabla LXIV. **Número de interruptores en tablero secundario, segundo nivel**

Núm.	Número de circuito	Ampacidad nominal con factor de demanda del 75 %	Capacidad nominal del interruptor
1	Iluminación 3	10	15A
2	Circuito 6	19,5	20A
3	Circuito 7	18,15	20A

Continuación tabla LXIV.

Ampacidad total	47,65	
-----------------	-------	--

Fuente: elaboración propia.

Se deberá seleccionar un tablero de 4 polos para el tablero secundario del segundo nivel el cual tendrá una capacidad de barras de 75A. Ahora se procederá a calcular el tablero principal del primer nivel.

Tabla LXV. **Número de interruptores en tablero principal, primer nivel**

Núm.	Número de circuito	Ampacidad nominal con factor de demanda del 75 %	Capacidad nominal del interruptor
1	Iluminación 1	11	15A
2	Iluminación 2	9	15A
3	Cocina 1	14,3	15A
4	Cocina 2	15,1	20A
5	Cocina 3	18,9	20A
6	Circuito 4	17,1	20A
7	Circuito 5	9,7	15A
8-9	Lavadora	6,8	2X15A
10-11	Secadora	23	2X25A
12-13	Estufa	13	2X15A
14	Bomba agua	3,5	15A
15-16	Calentador central	40	2x50A
17	Alimentación segundo nivel	48 <sup>a</sup>	50 <sup>a</sup>
Ampacidad total		228,69	

Fuente: elaboración propia.

Atendiendo la recomendación dada en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012 en el Artículo 220, incisos 220-42 y 220-52, los cuales indican

que para viviendas unifamiliares se debe utilizar el factor de demanda del 35 % para las cargas de iluminación y fuerza mayores a los 3 000 VA. La cual se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla LXVI. Factor de demanda para viviendas unifamiliares en circuitos de iluminación y fuerza**

Número de circuito	Ampacidad nominal con factor de demanda del 75 %	Voltaje de utilización	VA calculados
Iluminación 1	11	120	1 320
Iluminación 2	9	120	1 080
Cocina 1	14,3	120	1 716
Cocina 2	15,1	120	1 812
Cocina 3	18,9	120	2 268
Circuito 4	17,1	120	2052
Circuito 5	9,7	120	1164
Lavadora	6,8	240	1 632
Secadora	23	240	5 520
Estufa	13	240	3 120
Bomba agua	3,5	120	420
Calentador central	40	240	9 600
Iluminación 3	10	120	1 200
Circuito 6	19,5	120	2 340
Circuito 7	18,15	120	2 220
<b>TOTAL DE VA DE CARGA</b>			<b>37 464</b>

Fuente: elaboración propia.

Para los primeros 3 000 VA se deberá considerar un factor determinante de demanda es de 100 % para los VA que debe ser restantes y los cuales se deberán considerar con un factor de demanda es de 35 %.

$$VA (35 \%) = 37\,464 - 3\,000$$

$$VA (35 \%) = 34\,464$$

La corriente total en conductores de tablero principal aplicando al factor de demanda es de 35 %:

$$I (\text{total}) = 3000VA * 1/120V + 34\,464VA * 0,35/120V$$

$$I (\text{total}) = 125 \text{ Amperios}$$

Para lo cual deberá seleccionarse un tablero de 24 polos para el tablero principal del primer nivel que cuente con una capacidad de barras de 125A.

#### 6.4.1. Conductores para acometida eléctrica y tablero principal

Para los conductores para la acometida eléctrica y para la conexión con el tablero principal deberá considerarse la corriente máxima basada en el número de interruptores en el tablero principal, que se encuentra en el primer nivel, que se realizará balanceando las cargas en cada conductor de fase:

Tabla LXVII. **Conductores para acometida eléctrica y tablero principal**

Conductor de alimentación	Capacidad máxima circular por conductores	Calibre AWG según NOM-SEDE-2012 tabla 310-15(b)(16)
Línea 1	62,5	6
Línea 2	62,5	6
Neutro	125	2x6

Fuente: elaboración propia.

#### 6.4.2. Conductores para tablero secundario, segundo nivel

Los conductores que se utilizaran para la acometida eléctrica y para la conexión con el tablero secundario para la cual deberá considerarse la corriente máxima indicada en la siguiente tabla, la cual determinará el número de interruptores en tablero secundario, del segundo nivel, balanceando las cargas en cada conductor de fase.

Tabla LXVIII. **Conductores para tablero secundario**

Conductor de alimentación	Ampacidad máxima por conductor circular	Calibre AWG según NOM-SEDE-2012 tabla 310-15(b)(16)
Línea 1	24	14
Línea 2	24	14
Neutro	48	2x14

Fuente: elaboración propia.



## **7. APLICACIÓN DE CIRCUITOS EN VIVIENDAS UNIFAMILIARES Y PLANOS ELÉCTRICOS**

### **7.1. Propuesta de guía de circuitos de iluminación y tomacorrientes dentro de la vivienda unifamiliar**

Para la guía que se propone las consideraciones se basan en las recomendaciones de la NOM-SEDE-2012 y los cálculos realizados en el capítulo 6 del presente trabajo de graduación.

#### **7.1.1. Circuitos de iluminación**

En el diseño de circuitos de iluminación para una vivienda unifamiliar se deben considerar los siguientes pasos:

- 33 VA/m<sup>2</sup> este se aplica en las áreas techadas de la vivienda unifamiliar con el fin de determinar el número mínimo de circuitos de iluminación. La distribución de dichos circuitos depende de la funcionalidad que se espera en el interior de la vivienda.
- En cada circuito de iluminación se permite utilizar un máximo de 12 luminarias o focos.
- En cada circuito de iluminación se debe utilizar un interruptor temomagnético de 15A, monopolar.
- En cada circuito de iluminación se debe utilizar un calibre de conductor de AWG # 14.
- En cada circuito de iluminación que esté aterrizado debe utilizarse un calibre de conductor para puesta a tierra de AW # 14.

- Debe considerarse un máximo de 3 conductores portadores de corriente en una sola tubería de PVC para evitar efectos adversos en los circuitos adyacentes.

### **7.1.2. Circuitos de tomacorrientes**

En el diseño de circuitos de tomacorrientes en una vivienda unifamiliar es necesario considerar los siguientes pasos:

- $33\text{VA}/\text{m}^2$  el área techada de las viviendas unifamiliares para determinar el número mínimo de circuitos. La distribución de los circuitos dependerá de la funcionalidad esperada en el interior de la vivienda.
- Es necesario considerar un máximo de 3 conductores portadores de corriente en una sola tubería de PVC para prevenir efectos adversos en los circuitos adyacentes.

### **7.1.3. Circuitos de tomacorrientes de uso general**

Estos son los circuitos de tomacorrientes de uso general:

- La separación de tomacorrientes no debe superar los 1,80m uno del otro
- Es necesario considerar una longitud máxima del conductor de 15m, medida desde el tablero de distribución a la ubicación de un tomacorriente, para impedir el fenómeno de caída de tensión por distancia.
- En cada circuito se debe usar un máximo de 6 salidas de tomacorrientes
- Es recomendable que en cada circuito de tomacorrientes usar un interruptor termomagnético de 20A, monopolar.
- En cada circuito de tomacorrientes debe usarse un calibre de conductor

de AWG # 14.

- En cada circuito de tomacorrientes que esté fijado, se debe usar un calibre de conductor de puesta a tierra de AW # 14.

#### **7.1.4. Circuitos en cocina**

A continuación se muestran los circuitos para los cuartos de cocina de las viviendas:

- El centro de carga debe ser ubicado en el cuarto de cocina
- La distancia de tomacorrientes que se ubican sobre la encimera no debe superar los 0,60m uno del otro.
- En los circuitos de tomacorrientes de cuartos de cocina es necesario considerar un máximo de 2 salidas de tomacorrientes por cada circuito.
- En cada circuito de tomacorrientes se debe usar un interruptor termomagnético de 20A, monopolar.
- En cada circuito de tomacorrientes es necesario usar un calibre de conductor de AWG # 14.
- En cada circuito de tomacorrientes que esté fijado debe usarse un calibre de conductor para puesta a tierra de AW # 14.

#### **7.1.5. Circuitos de lavadora**

Los circuitos para las lavadoras en las viviendas son los siguientes:

- En el circuito de lavadora debe considerarse un interruptor termomagnético de 15A, monopolar.
- En el circuito de lavadora es necesario considerar un calibre de conductor de AWG # 14.

- En el circuito de lavadora, que esté fijado, debe usarse un calibre de conductor para puesta a tierra de AW # 14.

#### **7.1.6. Circuitos para secadora**

Los circuitos para secadoras en las viviendas son los siguientes:

- En el circuito de secadora se debe considerar un interruptor termomagnético de 25A, bipolar.
- En el circuito de secadora debe considerarse un calibre de conductor de AWG # 12.
- En el circuito de secadora, que esté aterrizado, debe utilizarse un calibre de conductor de puesta a tierra de AW # 10.

#### **7.1.7. Circuitos de estufa eléctrica**

Los circuitos para las estufas eléctricas en las viviendas son los siguientes:

- El circuito de estufa eléctrica debe ser considerado un interruptor termomagnético de 15A, bipolar.
- En los circuitos especiales de estufa eléctrica debe ser considerado un calibre de conductor de AWG # 14.
- Para el circuito de estufa eléctrica, que esté aterrizado, deberá utilizarse un calibre de conductor para puesta a tierra de AW # 14.

#### **7.1.8. Circuitos de bomba de agua**

Los circuitos para la bomba de agua en una vivienda son los que se describen a continuación:

- En el circuito de bomba de agua deberá considerarse un interruptor termomagnético de 15A, monopolar.
- En el circuito de bomba de agua debe considerarse un calibre de conductor de AWG # 14.
- En el circuito de bomba de agua, que esté aterrizado, deberá utilizarse un calibre de conductor de puesta a tierra de AW # 14.

### **7.1.9. Circuitos de calentador central**

Los circuitos para el calentador central en una vivienda son los que se describen a continuación:

- En el circuito de calentador central deberá considerarse un interruptor termomagnético de 50A, bipolar.
- En el circuito de calentador central deberá considerarse un calibre de conductor de AWG # 10.
- El circuito de calentador central, que esté aterrizado, deberá utilizarse un calibre de conductor para puesta a tierra de AW # 10.

## **7.2. Planos eléctricos de vivienda unifamiliar**

En el apéndice se muestran los planos finales de lo calculado en el capítulo 6, plano de iluminación y plano de fuerza, así mismo, se encuentra el plano amueblado, para la interpretación correcta de los planos eléctricos.



## CONCLUSIONES

1. Actualmente, el ingeniero civil carece de conocimientos básicos sobre el diseño de circuitos de iluminación residencial y circuitos de tomacorrientes para viviendas unifamiliares, lo cual dificulta la comprensión de los planos eléctricos elaborados por un ingeniero electricista o ingeniero mecánico electricista, por lo que, este estudio académico, presenta información imprescindible para entender la temática.
2. Debido a la falta de una norma nacional, es indispensable contar con un ingeniero electricista o ingeniero mecánico electricista al diseñar circuitos de tomacorriente o de iluminación, así mismo, ambos ingenieros deben cooperar para que no se mal interprete la simbología utilizada en planos. De esta manera se contará con un sistema eléctrico confiable, seguro y eficiente.
3. El presente estudio proporciona una guía básica sobre el diseño de circuitos de iluminación domiciliar y circuitos de tomacorrientes para viviendas unifamiliares de dos niveles, el cual incluye ejemplos prácticos para estudiantes y profesionales de ingeniería civil, así como la nomenclatura básica de diversas normas.





## RECOMENDACIONES

1. Que la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, incluya en el pensum de estudio de la carrera de ingeniería civil, más cursos sobre el diseño de circuitos de tomacorriente e iluminación residencial para viviendas unifamiliares.
2. Que los ingenieros civiles posean los conocimientos básicos sobre un sistema eléctrico eficiente, seguro, confiable para diseñar circuitos de iluminación domiciliar para una vivienda de dos niveles.
3. Que los estudiantes y profesionales de ingeniería civil dispongan de una guía básica sobre diseño de circuitos de iluminación domiciliar y circuitos de tomacorrientes para viviendas unifamiliares de dos niveles.



## BIBLIOGRAFÍA

1. BAOINI, Bertolini. *Instalaciones eléctricas en baja tensión*. México: Rede, Ediciones Técnicas. 2005. 147 p.
2. BRATU, Neagu y CAMPERO, Eduardo. *Instalaciones eléctricas, conceptos básicos y diseño*. 2a. ed. España: Alfaomega. 2006. 111 p.
3. CORTES, Diego; TORRES, Luis. *Distribución de cargas en una casa habitación y administración de la energía para un ahorro económico*. Instituto Politécnico Nacional. Ingeniería Eléctrica. 2009. 148 p.
4. DE LA ROSA, Jorge. *Diseño de instalaciones eléctricas* Universidad Autónoma de Nuevo León, Ingeniería Mecánica y Eléctrica. 2001. 98 p.
5. DOMÍNGUEZ, Fito. *Presupuesto y programación de obras de instalaciones eléctricas residenciales*. Instituto Tecnológico de la Construcción Maestría en Administración de la Construcción. 2005. 146 p.
6. ENRÍQUEZ, Gilberto. *El ABC de las instalaciones eléctricas*. México: Limusa, 2009. 165 p.

7. ENRÍQUEZ, Gilberto. *Manual práctico de instalaciones eléctricas*. 2a. edición. México: LIMUSA, 2004. 235 p.
8. GARY, Romex. Cable. *A Brief Explanation*. [en línea]. [http://www.how-to-wire-it.com/romex-cable.html]. [consulta: mayo de 2017].
9. HIJANO, Albert. *Proyecto de instalación eléctrica y domótica en una vivienda unifamiliar*. Universidad Politécnica de Catalunya. Ingeniería eléctrica. 2011. 114 p.
10. LAWRENCE, Mike. *Instalaciones eléctricas e iluminación*. España: Gustavo Gili. Colección hágalo usted mismo, 1995. 220 p.
11. MELENDEZ, Miguel. *Viviendas unifamiliares construidas con concreto mezclado en obra*, como método de reducción de costo. Trabajo de graduación de Ingeniería Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería. 2005. 152 p.
12. MÉNDEZ, Luis. *Guía para el diseño de instalaciones eléctricas. Guatemala: Clasificación 08 T (68) ME*. USAC, 1992. 286 p.
13. Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012, Instalaciones eléctricas (utilización), publicada en el Diario Oficial de la Federación. 2015. 1140 p.
14. Normas Técnicas del Servicio de Distribución –NTSD- Comisión Nacional de Energía Eléctrica. Guatemala. 114 p.

15. ORTIZ, Arturo. *Proyecto de instalaciones eléctricas residenciales*. Universidad Veracruzana Ingeniería Mecánica Eléctrica. 2010. 134 p.
16. RAMÍREZ, José. *Instalaciones eléctricas*. España: Ceac, 1995. 203 p.
17. RE, Vittorio. *Instalaciones eléctricas domésticas*. Colombia. Marcombo Edición. 2004.181 p.
18. ROLDAN, José. *Instalaciones eléctricas para viviendas*. Quinta edición. Argentina: Paraninfo, 1999. 139 p.
19. ROLDAN, José. *Presupuestos de instalaciones eléctricas*. Federación Nacional de Empresarios de Instalaciones Eléctricas. México. 2006. 247 p.
20. ROLDAN, José. *Seguridad en las instalaciones eléctricas*. Argentina: Editores Paraninfo, 2003. 120 p.
21. SARVANT, Roden. *Diseño ELÉCTRICO*. Tercera edición. México: Prentice Hall, 2000. 121 p.
22. TORALLA Calderón Fernando Xavier. *Optimización de los recursos en la construcción de vivienda en serie con un modelo real*. Trabajo de graduación de Ingeniería Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 1999. 85 p.
23. TRASHORRAS, Jesús. *Desarrollo de instalaciones eléctricas de distribución*. España: Paraninfo Ediciones, 2001.162 p.



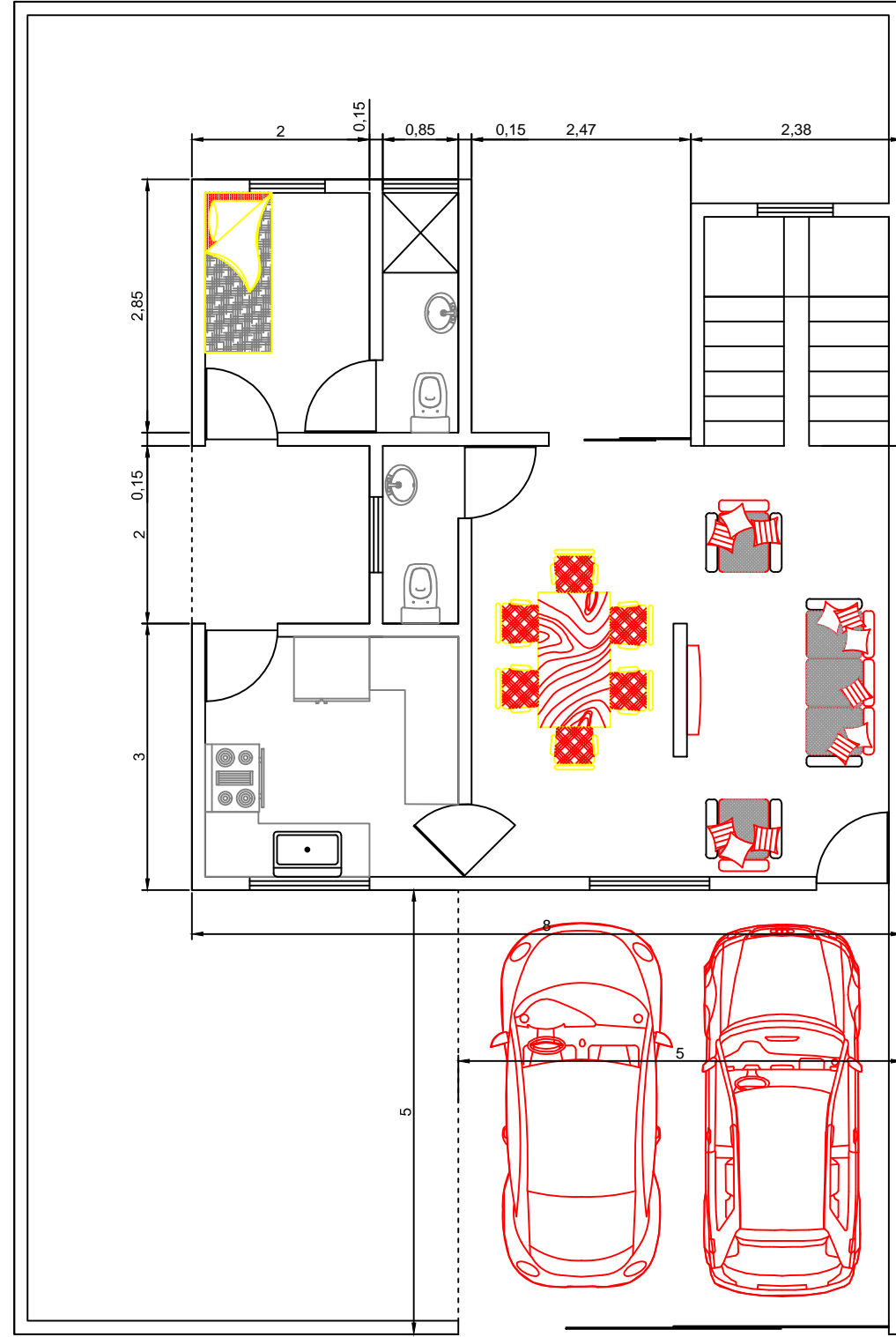
## APÉNDICE

Apéndice 1. **Plano amueblado, plano iluminación y plano fuerza del primer y segundo nivel.**

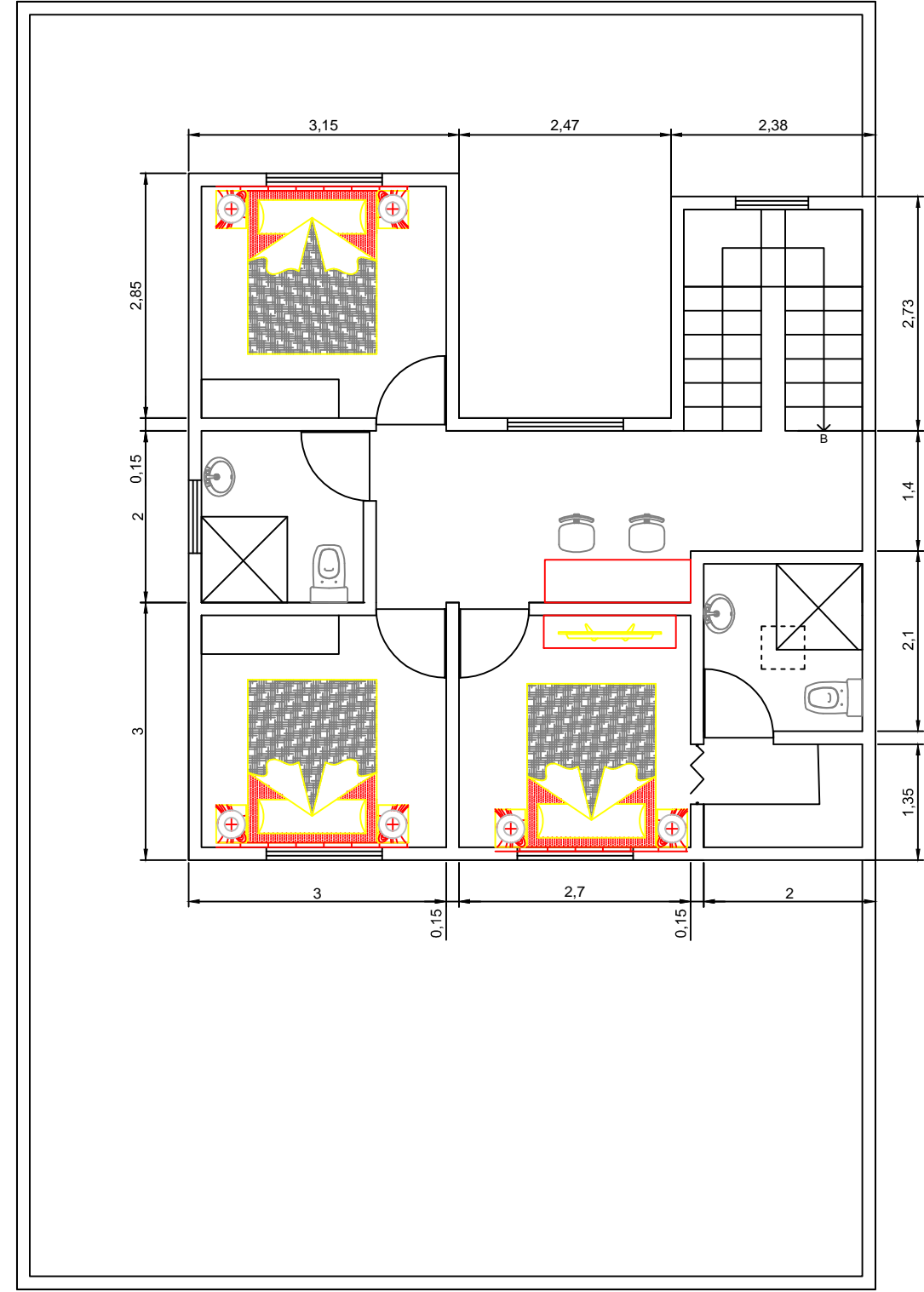
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.



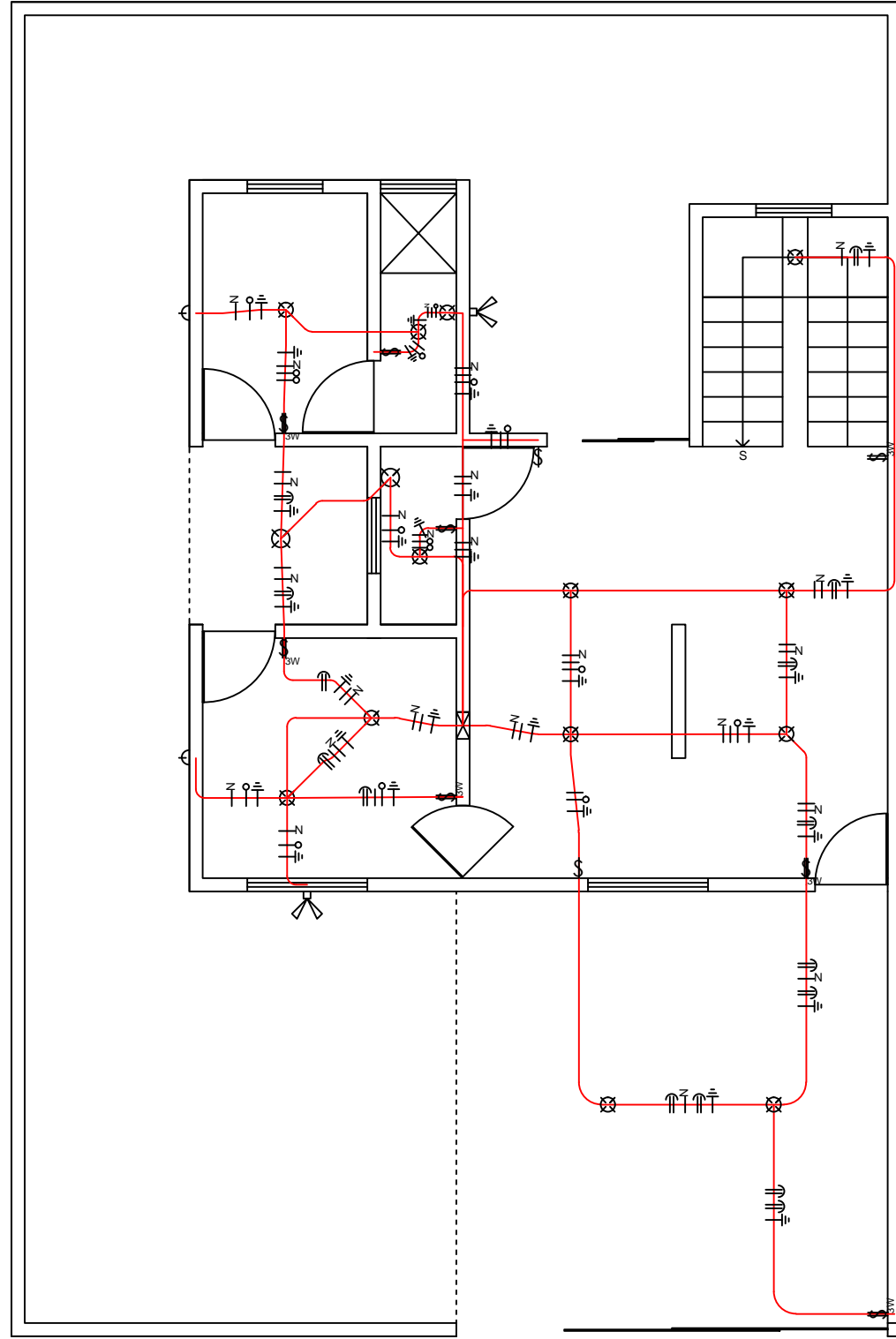




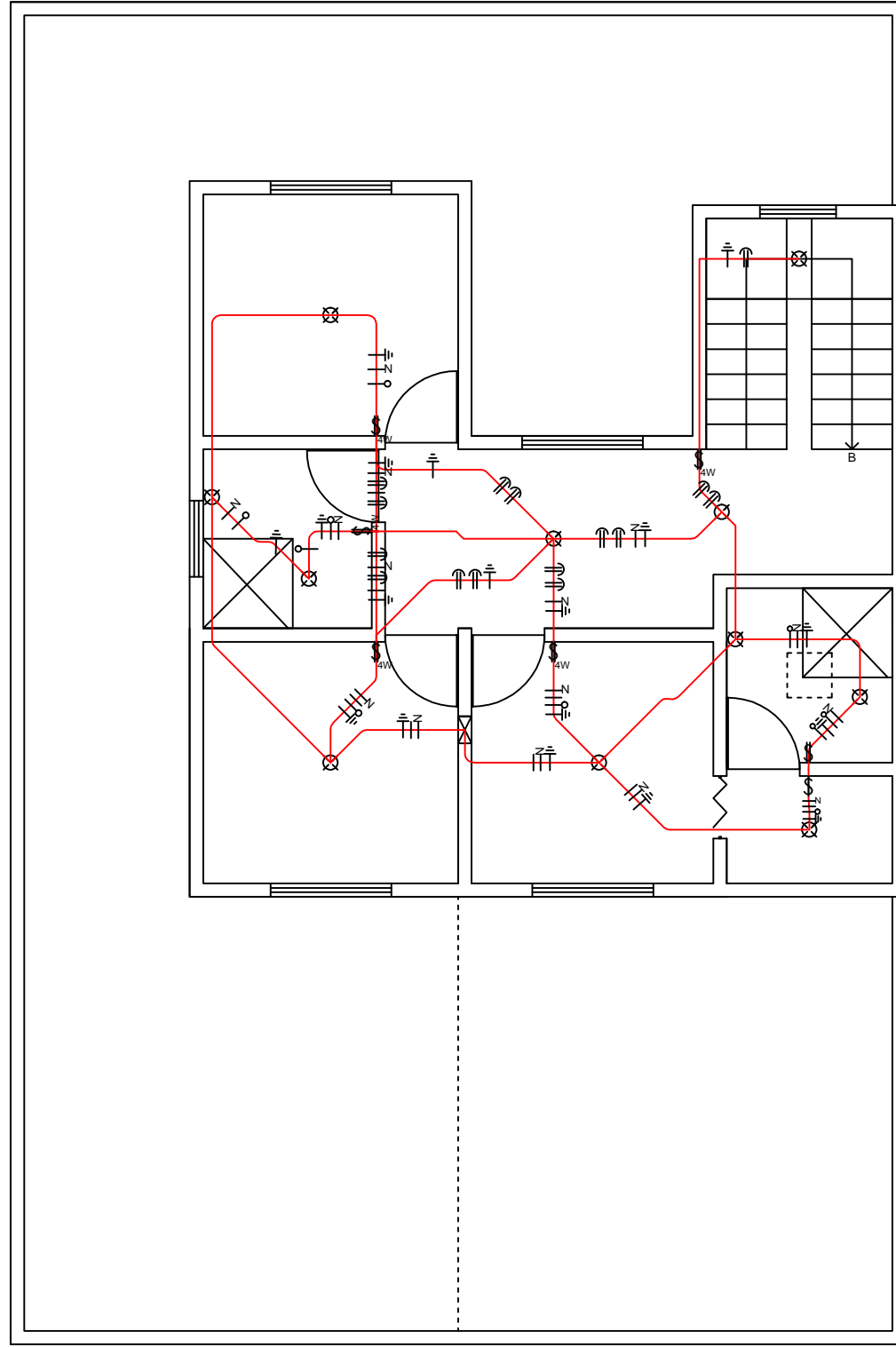
PLANO AMUEBLADO PRIMER NIVEL



PLANO AMUEBLADO SEGUNDO NIVEL



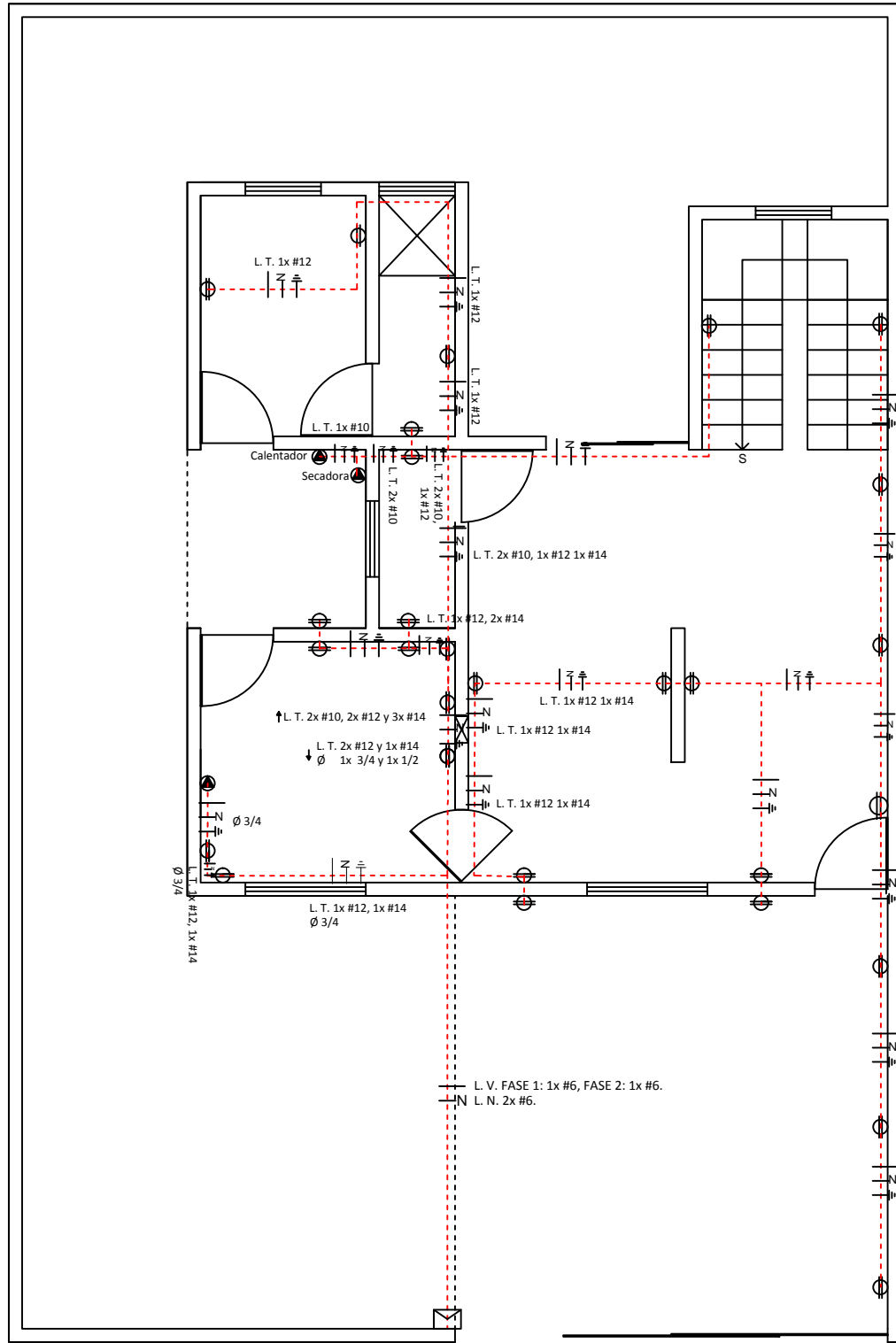
PLANO ILUMINACIÓN PRIMER NIVEL



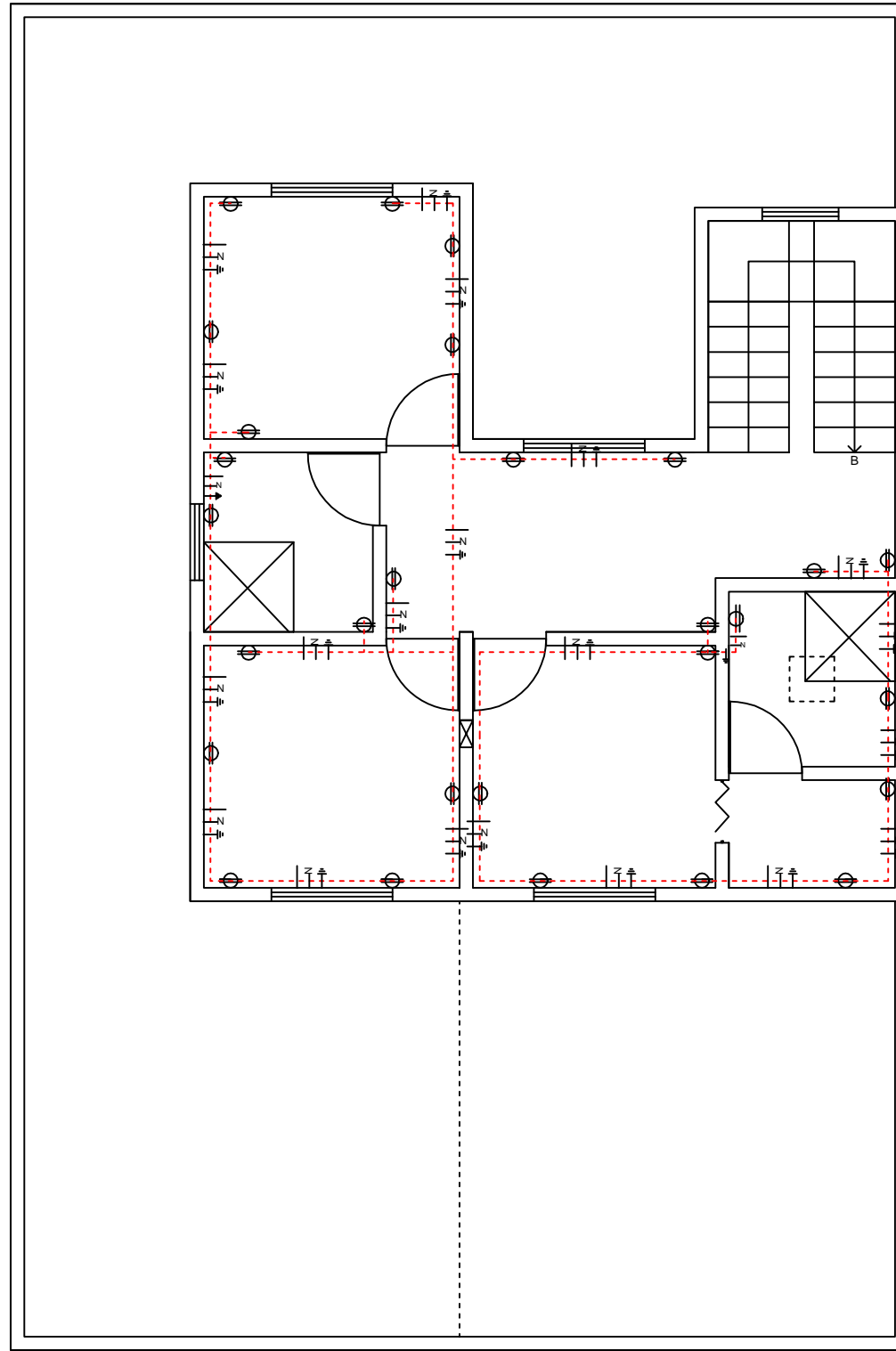
PLANO ILUMINACIÓN SEGUNDO NIVEL

NOMENCLATURA LUMINARIAS

	INDICA LAMPARA EN TECHO
	INDICA LAMPARA EN PARED
	INDICA LAMPARA EN PARED DOBLE
	LÍNEA NEUTRA, CABLE THHN #14 O INDICADO
	LÍNEA VIVA, CABLE THHN # 14 O INDICADO
	LÍNEA DE RETORNO, CABLE THHN #14 O INDICADO
	LÍNEA DE PUENTE, CABLE THHN #14 O INDICADO
	LÍNEA DE TIERRA, CABLE THHN #14 O INDICADO
	TUBO PVC ELÉCTRICO Ø1/2" O INDICADO, EN LOSA
	INTERRUPTOR SIMPLE H=1.20 S.N.P.T.
	INTERRUPTOR DOBLE H=1.20 S.N.P.T.
	INTERRUPTOR DOBLE 3W H=1.20 S.N.P.T.
	INTERRUPTOR TRIPLE 3W H=1.20 S.N.P.T.
	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN H=1.50 S.N.P.T.



PLANO FUERZA PRIMER NIVEL



PLANO FUERZA SEGUNDO NIVEL

NOMENCLATURA	
	TOMACORRIENTE DOBLE POLARIZADO H=0.30 S.N.P.T.
	TOMACORRIENTE 220 V. H=0.40
	TABLERO DE DISTRIBUCION H=1.50 S.N.P.T.
	LÍNEA VIVA, CABLE THHN, #14 Ó INDICADO
	LÍNEA NEUTRA, CABLE THHN, #14 Ó INDICADO
	LÍNEA DE TIERRA, CABLE THHN, #14 Ó INDICADO
	DUCTO EN PISO, PVC Ø1/2"
	BASE PARA CONTADOR DE ENERGIA ELECTRICA PARA EXTERIORES
L. V.	LÍNEA VIVA.
L. N.	LÍNEA NEUTRA.
L. T.	LÍNEA TIERRA.

- NOTAS:
- 1- TODOS LOS TOMACORRIENTES DE LA ENCIMERA DE LA COCINA H=1.10M
  - 2- LÍNEA VIVA DE LA SECADORA 2x #12
  - 3- LÍNEA VIVA DEL CALENTADOR 2x #10