

Manual de práctica

# PROYECTO RCC: ELECTRICIDAD URBANA Y AUTOMATISMOS







Manual de práctica

# **PROYECTO RCC: ELECTRICIDAD URBANA Y AUTOMATISMOS**



**ELABORACIÓN**  
Silvia Quiñónez  
Rubén Rumipulla Quizhpe

**EDICIÓN PEDAGÓGICA**  
Susana Araujo

ISBN-978-9942-9932-7-4

**VVOB EDUCATION FOR DEVELOPMENT**

Lotte Staelens  
Country Programmes Manager  
Patricia Tello  
Asesora Educativa

**DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN**  
Eliana Ruiz Montoya

**CORRECCIÓN DE ESTILO**  
Julia Gutiérrez



Primera edición, 2021  
© VVOB Education for development  
Dirección: Bourgeois N35-75, entre  
Teresa de Cepeda y República  
Teléfonos: +593 (2) 510 8481  
[www.ecuador.vvob.org](http://www.ecuador.vvob.org)  
Quito, Ecuador

La reproducción parcial o total de esta publicación,  
en cualquier forma y por cualquier medio mecánico o  
electrónico, está permitida siempre y cuando sea autorizada  
por los editores y se cite correctamente la fuente.

**DISTRIBUCIÓN GRATUITA  
PROHIBIDA SU VENTA**



## Índice

<b>Capítulo 1: Instalaciones, equipos y máquinas Eléctricas</b>	<b>9</b>
Introducción a la electricidad	11
Presentación	12
<b>Capítulo 2: Implementación de las 5S</b>	<b>13</b>
Introducción a las 5S	15
Propuesta para aplicar esta metodología en las aulas	17
La relación entre las 5S y la seguridad	19
Ejercicios	20
<b>Capítulo 3: Seguridad eléctrica</b>	<b>21</b>
Seguridad en el sitio y en el taller o laboratorio de la UE	23
Instalación de duchas eléctricas	24
Cambio de las lámparas/bombillas	24
Enchufe y equipos	25
Instalaciones eléctricas	25
Seguridad en servicios educativos. Identificación y manejo de riesgos. NORMA TÉCNICA ECUATORIANA INEN 2968	26
Referencias normativas	28
Listado de comprobación de situaciones de riesgo	29
Descripción de la seguridad en las instalaciones eléctricas NR10	29
Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC)	30
Instalaciones eléctricas de bajo voltaje	30

Estándar regulatorio número 10 de seguridad en instalaciones y servicios en electricidad	32
Análisis técnico de los riesgos eléctricos	32
Equipos de protección colectiva (EPC)	33
Protección por aterramiento	34
Alfombras de goma aislante	34
Cinta de señalización/seguridad	34
Cono PVC para la señalización	34
Corrientes para señalización en ABS	35
Señales en forma de panel	35
Protectores de goma o PVC para redes eléctricas	35
Equipos de protección individual (EPI)	35
Gafas protectoras	36
Casco de seguridad	36
Tapones de oídos	36
Guantes aislantes	36
Máscaras/respiradores	36
Calzado de seguridad (botas sin puntera de acero)	36
Cinturón de seguridad	36
Señalización	36
<b>Capítulo 4: Electricidad</b>	<b>39</b>
<hr/>	
Conceptos técnicos básicos	41
¿Qué es electricidad?	41
Teoría electrónica	41
Electrostática	42
Carga eléctrica	42
Materiales conductores y aislantes	42
Magnitudes eléctricas	43
Circuito eléctrico	43
Ley de Ohm	43
Potencia eléctrica	44
Factor de potencia (FP)	45
Potencia activa	45
<b>Capítulo 5: Principios generales para el diseño de instalaciones eléctricas residenciales</b>	<b>47</b>
<hr/>	
Principios generales para el diseño de instalaciones eléctricas residenciales	49





Definiciones	49
Diseño eléctrico	52
Estudio de demanda y factor de demanda	52
Clasificación de las viviendas según el área de construcción	52
Factores de demanda	53
Circuitos	54
Instalación de puesta a tierra	57
Aspectos para la instalación	59
Tuberías y cajetines	60
Alimentación eléctrica de la instalación	66
Levantamiento de potencias (cargas)	68
Condiciones para establecer el número de circuitos independientes	69
Puntos de tomacorrientes dedicados/uso específico	70
Dispositivos de protección	72
Peines de conexión eléctrica	76
Dispositivo de bloqueo	76
Dispositivo de protección contra sobretensiones (DPS)	76
Dispositivos de protección	77
Dispositivo diferencial residual DDR	81
Incendios	83
Circuitos terminales	86
Simbología	88
Cálculo de corriente de dos circuitos terminales	92
Cálculo de la potencia del circuito de distribución	93
Capacidades de conducción de corriente, en amperios, en relación con los métodos de referencia B1, B2 y D	96
Longitud máxima de los circuitos	98
Límites de temperatura del conductor más común	98
Dimensionamiento del disyuntor aplicado en el cuadro del contador de energía	99
Dimensionamiento de los dispositivos DR	99
Tipos de conductos	103
Empalmes de conductores eléctricos	107
<b>Capítulo 6: Medidas eléctricas</b>	<b>113</b>
Conversión de magnitudes eléctricas	115
Conversión de valores de corriente eléctrica	115
Conversión del valor de tensión eléctrica	116
Conversión del valor de resistencia eléctrica	116

Potencia eléctrica	116
Multímetro	116
Multímetro digital	117
Multímetro analógico	117
Aplicación	118
Medición de tensión continua CC	118
Medición de tensión alterna CA	119
Medición de resistencia	119
Pinza amperimétrica	119
Errores de medición	120
<b>Capítulo 7: Motores eléctricos y controles eléctricos</b>	<b>123</b>
Definiciones	125
Automática (O)	125
Automatización	125
Automatismo	125
Elementos de los automatismos eléctricos	125
Sistemas cableados	125
Sistemas programados	127
Evolución de los automatismos eléctricos	127
Motor eléctrico	127
Motores de corriente continua	128
Tecnologías para la automatización	128
Motores de corriente alterna	128
Conceptos básicos sobre motores	129
Conjugado	129
Energía y potencia mecánica	129
Energía y potencia eléctrica	129
Velocidad nominal	130
Tensión nominal	130
Corriente nominal	130
Frecuencia nominal	130
Rendimiento	130
Factor de potencia	130
Construcción de un motor de CA monofásico asíncrono	131
Motor de ventilador de techo	132
Controles eléctricos	134
Pulsador	134
Pilotos de señalización	135







Pulsadores luminosos	136
Contactador	137
Relé térmico o de sobrecarga	139
Conceptos de arranque directo	139
Objetivo de un arranque de motores	140
Funciones y composición de los dispositivos de arranque	140
Motobomba	141
Arranque directo de una motobomba monofásica	142
Descripción de los componentes	142
Control de nivel utilizando motobomba monofásica	143
<b>Capítulo 8: Energía sostenible</b>	<b>147</b>
Uso razonable de la energía	149
Refrigerador	149
Ducha eléctrica	150
Televisión, equipo de sonido/estéreo y computadora	150
Iluminación	150
Plancha	151
Lavadoras y lavavajillas	151
Calentador de agua	151
Acondicionador de aire	151
Equipos para ahorrar energía	151
Sistemas electrónicos de control de motor	152
Motor eléctrico de alto rendimiento	152
Gestión de consumo	153
<b>Capítulo 9: Normalización</b>	<b>155</b>
Normas técnicas	157
Introducción	159
Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), código NEC-SB-IE y ABNT Asociación Brasileña de Normas Técnicas	159
NBR 5410. Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión (IEC 60364 <i>Electrical Installations of Buildings</i> )	159
NBR 5410. Uso obligatorio del dispositivo de protección contra descargas eléctricas (DR)	159
NBR 5410. Uso obligatorio del dispositivo de protección contra sobretensiones DPS	160
Normas reguladoras de seguridad en el trabajo NR	160
Preguntas de razonamiento	161

<b>Capítulo 10: El mercado de trabajo</b>	<b>163</b>
Actitud profesional	165
Características profesionales de alto nivel	165
Trabajando en la construcción civil	167
Mayores ingresos (ejemplo de la Comunidad Andina)	169
Perspectivas del mercado de energía regional	169
Conceptos empresariales	170
Elementos conceptuales de emprendimiento	170
Fases del proceso emprendedor	171
Los 10 mandamientos para personas emprendedoras	172
La creación de su propio negocio	173
Consejos importantes	173
Tu presentación es tu negocio	175
La publicidad es el alma del negocio	176
Presupuesto: materiales y recursos	176
Dinámicas de grupo	177
<b>Capítulo 11: Anexos</b>	<b>179</b>
Anexo 1: Simbología	181
Anexo 2: Ejemplo de aplicación del NEC – EC tablas 2,3,4	185
Anexo 3: Simbología norma brasilera NBR	186
Anexo 4: Planos eléctricos	189
<b>Capítulo 12: Referencias bibliográficas</b>	<b>193</b>

**Instalaciones,  
equipos y  
máquinas  
eléctricas**

**1**



## Introducción a la electricidad

El avance tecnológico en el que se desenvuelve el momento presente tiene componentes y características a las cuales ya nos hemos acostumbrado; tanto es así, que si llegáramos a carecer de ello nos resultaría muy difícil adaptarnos a distintas situaciones.

Uno de estos componentes es la electricidad y sus múltiples aplicaciones. Esta primera unidad modular entrega información específica sobre la normativa del Ecuador que regula las instalaciones eléctricas en bajo voltaje, aplicada al alumbrado, tanto en el apartado de elaboración y presentación de proyectos, como en su ejecución.

Conocer las normas y respetarlas no solo asegura eficiencia en los procesos propios de las instalaciones eléctricas y calidad en los resultados, ya que, por encima de todo, garantiza seguridad para quienes efectúan el trabajo y para las personas que disfrutan los beneficios.

En especial, esta unidad presenta materiales de uso frecuente en las instalaciones eléctricas; simbología eléctrica; formatos normalizados y diagramas eléctricos.

Con total confianza, el texto despertará su interés para trabajar con plena dedicación, ya que estos conocimientos le serán de gran utilidad para sus futuras actividades técnicas y profesionales con el estudiantado de su unidad educativa.

## Instalaciones eléctricas de Bachillerato Técnico

Una instalación eléctrica es un conjunto de elementos que facilitan el empleo adecuado y seguro de la energía eléctrica. Según el uso que se haga de esta energía, las instalaciones eléctricas se clasifican en los siguientes grupos:

- **Instalaciones residenciales:** son aquellas en las que la energía eléctrica es utilizada en viviendas unifamiliares, familiares o multifamiliares.
- **Instalaciones comerciales:** son aquellas en las que la energía eléctrica es utilizada en oficinas y locales de venta de bienes y servicios.
- **Instalaciones industriales:** son aquellas en las que la energía eléctrica es utilizada en procesos de manufactura y conservación de alimentos o materiales.

**Implementación  
de las 5S**

**2**





## Introducción a las 5S

Japón es un gran ejemplo del mundo que resurgió después de finalizar la Segunda Guerra Mundial (1939-1945), cuando el país fue prácticamente destruido. En este contexto, los estándares de calidad se discutieron ampliamente en toda la sociedad, lo cual se tradujo en normas de calidad total y se centró en cinco sentidos que fueron la base para el éxito de la reconstrucción y la industrialización del país. Se entiende por cinco sentidos las 5S, que son acciones expresadas por sendas palabras japonesas que comienzan con S, cada una de ellas con un significado para la creación de un lugar digno y seguro donde trabajar:

- *Seiri* (clasificación)
- *Seiton* (orden)
- *Seiso* (limpieza)
- *Seiketsu* (estandarización)
- *Shitsuke* (mantener disciplina)

Las operaciones de clasificación, orden, limpieza, estandarización, y mantenimiento de disciplina se impusieron en las empresas japonesas con el nombre de las 5S y se han aplicado en diversos países con notable éxito. El objetivo de esta metodología es mantener y mejorar la organización, el orden y limpieza, así como perfeccionar las condiciones de trabajo, seguridad, clima laboral, motivación personal y eficiencia.

El método de las 5S proporciona los medios para generar lugares más productivos, seguros y agradables, sitios en los que se elaboran productos y servicios de mayor calidad. Es igualmente útil en empresas de servicios, manufactura, transformación o de cualquier otra índole, incluso se

puede integrar en hogares y también ofrece grandes resultados al ponerlo en práctica en las actividades diarias.

Esta técnica es capaz de modificar los escenarios caóticos de manera simple y convertir el ambiente de trabajo de cualquier empresa en un sistema más organizado y productivo. Para resumir, las 5S es una técnica japonesa con una amplia trayectoria de éxito en empresas de todo tipo alrededor del mundo, que ayuda a transformar el ambiente físico de las empresas y organizaciones en lugares más seguros, agradables y productivos, gracias al fortalecimiento del orden, la organización, la limpieza, la estandarización y la disciplina entre sus profesionales.

### **Seiri: Clasificación, organización o selección**



Tener en el lugar de trabajo aquello que realmente se necesita y en la cantidad adecuada. Eliminar los materiales y elementos innecesarios, conservando solo los que se utilizan. **Identificar, separar y eliminar (desechar todo aquello que no es necesario).**

### **Seiton: Orden, organizar**

Establecer la manera en que los materiales necesarios se deben ubicar e identificar de modo que se puedan encontrar con facilidad. **Clasificar, ubicar e identificar.**

### **Seiso: Limpieza**

Identificar y eliminar las fuentes de suciedad y lugares difíciles de limpiar. Generar y aplicar procedimientos de limpieza. **Identificar, planificar y eliminar.**

### Seiketsu: Estandarización

Mantener las fases anteriores para preservar altos niveles de organización, orden y limpieza. Consiste en distinguir fácilmente una situación normal de otra anormal mediante normas sencillas y visibles para todos. **Estandarizar, cumplir y mantener.**

“Nosotros debemos organizar estándares para nosotros mismos”. Cuando los estándares son obligados, estos no se realizan adecuadamente, a diferencia de cuando cada compañía lo desarrolla.

### Shitsuke: Disciplina y hábito

Trabajar permanentemente de acuerdo con las normas establecidas. Asumir el compromiso de todo el personal para mantener y mejorar el nivel de organización, orden y limpieza. **Crear hábito y mejorar.**

La disciplina no es visible y no puede medirse, a diferencia de la clasificación, orden, limpieza y estandarización. Está en la mente y en la voluntad de las personas y solo la conducta demuestra que existe; sin embargo, se pueden crear condiciones que estimulen la práctica de la disciplina.

### Propuesta para aplicar esta metodología en las aulas

La implantación de las 5S en las aulas y talleres ayuda a crear espacios formativos acordes y coherentes con una formación integral y de calidad. No podemos olvidar que se fundamenta en el trabajo en equipo, por lo que se debe involucrar a todo el personal en el proceso de mejora.

#### Pasos para implementar la metodología de las 5S en la educación

- 1 Selección de aulas piloto y formación de los docentes de esas aulas.
- 2 Implantación en las aulas piloto de la fase de organización y orden.
- 3 Formación intermedia para compartir experiencias y ajustar planificación.
- 4 implantación en las aulas piloto de las fases restantes: limpieza, estandarización y disciplina.
- 5 Informe final y puesta en común para diseñar el plan de implantación en el resto del centro educativo.

**Reflexión:** Sin duda, el tema de la organización y el orden es la asignatura pendiente de muchos de nosotros. ¿Se animan a implantar en sus aulas el lema de “un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar”?

Son pocos los talleres, oficinas y fábricas que se han adaptado a la estrategia de las 5S para manejarse en el trabajo de igual forma en la que se preservan las cosas personales en la vida diaria. Esto debería cambiar, ya que mantener una organización y un orden ayuda a aumentar la eficiencia del trabajo y la calidad de vida. Si realizamos cálculos, es en el trabajo donde estamos la mayor parte del tiempo de nuestra vida. Por ello, nos formulamos la siguiente interrogante: ¿es posible trabajar en un ambiente sucio, desordenado y poco organizado?

Las 5S tienen aplicaciones en el ámbito educativo, ya que favorecen la formación de hábitos de limpieza y orden entre estudiantes, docentes y equipo de dirección de los centros escolares. Al utilizar la técnica de las 5S en las unidades educativas se hace referencia a su implementación para mantener los salones de clase y áreas de trabajo limpios, ordenados y empleando únicamente lo imprescindible. Además, se estandarizan las acciones que se realizan toda la comunidad educativa, incluida la familia, y se promueve la disciplina y nuevos métodos de trabajo para optimizar los resultados del aprendizaje.



## La relación entre las 5S y la seguridad

Garantizar la seguridad de los clientes y del personal debe ser una de las actividades de más alta prioridad en las empresas. Las 5S aportan muchísimo para lograr esto. Por ejemplo:

Si no se realiza la organización y clasificación tendríamos:



Si tiene exceso de objetos que no necesita, estos inevitablemente son colocados en varios lugares

Cuando los objetos están apilados, ellos causan que las personas se tropiecen y se pueden caer de sus pilas, lo que aumenta el riesgo de lesiones

Una salida de emergencia bloqueada es una ruta de escape insegura

Cuando no se aplican las 5S disminuye la seguridad de las personas involucradas

Si se realiza la organización y clasificación, pero no la limpieza y estandarización:

Si diariamente no se lleva a cabo la gestión y el mantenimiento, el botiquín de primeros auxilios o extintor de fuegos no serán accesibles fácilmente en caso de lesiones o incendio, llevando potencialmente a un desastre mayor



Con las cosas y lugares: comienza con tu sitio de trabajo

**1S** Clasificación - *Seiri* > Ten solo lo necesario

**2S** Organización - *Seito* > Mantén todo en orden

**3S** Limpieza - *Seiso* > Conserva todo limpio

Contigo mismo: y ahora... ¿cómo estás tú?

**4S** Bienestar Personal - *Seiketsu* > Cuida tu salud física y mental

**5S** Disciplina - *Shitsuke* > Sigue las normas y reglamentos

Si los equipos no tienen fácil acceso, estos no podrán alcanzar su máximo desempeño

Cuando no se aplican las 5S disminuye la seguridad de las personas involucradas

**¡Las 5S son un elemento clave para asegurar la seguridad!**

## Ejercicios

Para resolver las siguientes preguntas deberá leer el argumento de las 5S.

**Complete con una de las 5S que corresponda a este supuesto.**

- El sentido de \_\_\_\_\_ asegura que lo que se necesita debe estar en la cantidad adecuada a la calidad, al tiempo y en el lugar exacto para que aumente la productividad.

**Responda lo siguiente:**

- ¿Qué término de las 5S indica que el material usado con frecuencia se debe salvar y no desechar?

---

---

- ¿Cuáles son los tres mandamientos de *seiso*?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

- ¿Cómo mejora la satisfacción del rendimiento y del personal con la práctica de *seiketsu*?

---

---

---

---

---

**Seguridad  
eléctrica**

**3**





## Seguridad en el sitio y en el taller o laboratorio de la UE

La electricidad trajo muchos beneficios para la humanidad en los últimos siglos, pero también causó graves heridas, dejando víctimas en todo el mundo. Muy a menudo, estos accidentes ocurren debido al descuido, falta de información o escasa capacidad para trabajar con electricidad. Estos sucesos podrían evitarse si se toman precauciones. A continuación, hemos preparado un resumen de algunas medidas de gran utilidad para los profesionales en el área eléctrica que serán vitales al mantener contacto con la electricidad.

Cuando realice una instalación eléctrica o durante el mantenimiento, tome las siguientes precauciones:

- Antes de cualquier intervención, desconecte el interruptor principal (disyuntor o fusible).
- Pruebe siempre el circuito antes de trabajar con él para asegurarse de que no está energizado.
- Desconecte los enchufes para el mantenimiento de los equipos.
- Lea las instrucciones en el envase de los productos que se instalen.
- Utilice siempre herramientas con el material aislante del cable (caucho, plástico, madera, etc.). De esta forma, si la herramienta toca accidentalmente una parte energizada, será menor el riesgo de descarga eléctrica.

- No lleve joyas o metales, objetos como relojes, pulseras y cadenas, mientras realice los trabajos de mantenimiento o cableado.
- Calce siempre zapatos con suela de goma. Nunca utilice zapatillas o zapatos genéricos (convencionales), que aproximan el contacto del cuerpo con la tierra y, por lo tanto, aumentan el riesgo de descarga eléctrica.
- No trabaje nunca con las manos o los pies mojados.
- Use casco de protección cada vez que ejecute los servicios de las instalaciones, especialmente en lugares donde existan andamios o escaleras.

### Instalación de duchas eléctricas

- Las duchas y accesorios eléctricos deben estar conectados a tierra.
- Instale el cable a tierra correctamente, de acuerdo con las instrucciones de la marca.
- Los pequeños choques, cables fundidos y olor a quemado son signos de problemas que se deben corregir inmediatamente.
- No cambie el interruptor de caliente a frío con la ducha abierta.
- El tamaño de la resistencia no se puede reducir (no se corta el alambre de níquelina con el que se fabrica la resistencia de la ducha), por lo que no hay que recortar la medida de la resistencia original. En la actualidad, es conveniente reemplazar toda la ducha eléctrica. Verificar que la potencia de la resistencia de la ducha no sea más potente de la que se encuentra instalada.

### Cambio de las lámparas/bombillas

- Apague el interruptor y el disyuntor antes de sustituir la lámpara.
- No toque la parte metálica de la boquilla mientras hace el cambio.
- Mantenga la lámpara (bombilla). No se exceda en la fuerza durante el atornillado.
- Use la escalera apropiada.
- No utilice boquillas lámparas que consuman y no sobrecargue las tomas de corriente con varios dispositivos, utilizando adaptadores “benjamin” o “T”.

## Enchufe y equipos

- Coloque las guardas (el cable de puesta a tierra).
- Evite colocar campanas y lámparas cerca de la cortina.
- No trabaje sin calzado al sustituir los fusibles o accesorios eléctricos.
- No pase los cables eléctricos debajo de las alfombras. Esto puede causar incendios.

## Instalaciones eléctricas

- Haga regularmente un examen completo de la instalación eléctrica, compruebe el estado y la limpieza de todos los componentes. Reemplace las piezas defectuosas o en mal estado y verifique el funcionamiento de los circuitos.
- Utilice siempre materiales de buena calidad.
- Las cargas extras (instalación de nuevos equipos eléctricos) causan un sobrecalentamiento de los conductores y cables de mayor consumo de energía, lo que puede provocar cortocircuitos e incendios. Asegúrese de que los cables y todos los componentes del circuito soporten la nueva carga.
- Los incendios en equipos eléctricos en vivo o líquidos inflamables (aceite, grasa, barnices, gases) se combaten con extintores de CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono) o químico seco.
- Los incendios en materiales fácilmente combustibles como madera, tela, papel o basura se combaten con extintores de agua.
- En las conexiones de dos fases el desequilibrio de fase produce calor en los fusibles, aunque también lo pueden hacer los cables de calefacción o el mal funcionamiento de los equipos. Es necesario corregir el desequilibrio mediante la transferencia de algunos dispositivos de la fase más cargada, entendiendo que las cargas deben ser distribuidas entre las fases, con el fin de obtener el mayor equilibrio posible (igual consumo en las fases).
- Los empalmes de cables se tienen que hacer de manera correcta para evitar el aflojamiento al calor. Después de modificarlos se protegen con cinta aislante u otro material adecuado para cables.
- Evite la mala calidad de conductores, porque dañan el paso de la corriente eléctrica, y producen un sobrecalentamiento que provoca el envejecimiento acelerado del aislamiento.

- Al pasar los cables por ductos evite el uso de silicona, detergente o vaselina, porque estos atacan el material aislante, reduciendo la vida del aislamiento. Utilice preferentemente grasa con base de agua. Infórmese acerca de lubricantes que no dañen los alambres y cables.
- Para comprobar el poder del aparato que se va instalar fíjese en la placa de identificación del dispositivo o en la tensión manual de instrucciones. Cuanto mayor sea la potencia, mayor será el consumo de energía.
- Se recomienda reemplazar el fusible por disyuntores termomagnéticos, que son más seguros, y no esperar a que se produzca una anomalía para reemplazarlos.
- No instale el interruptor, fusible o cualquier otro dispositivo en el cable neutro.
- La corriente de fuga es similar a una fuga de agua y puede ocurrir debido a descuidos, cables pelados o a que el aislamiento esté desgastado, el equipo defectuoso y las reparaciones improvisadas. Se aconseja usar un interruptor diferencial residual (DR) para evitar este tipo de problemas.

## Seguridad en servicios educativos. Identificación y manejo de riesgos. Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2968

Esta norma busca dar una respuesta al requerimiento de disminuir los peligros en los servicios educativos y está dirigida al equipo de conducción con la premisa de implementar un sistema eficaz para mejorar las condiciones de seguridad de sus establecimientos gracias a una adecuada identificación y manejo de riesgos de manera sistemática.

De esta forma, se intensificará la seguridad vinculada con las condiciones edilicias (propio o vinculado a los edificios y a su construcción) y operativas donde se efectúan actividades que involucran a personas de todas las edades, capacidades y formación.

Dada la diversidad y amplitud de los servicios educativos, el listado que figura en el anexo informativo de esta norma pretende cubrir la mayor parte de las potenciales amenazas que pueden presentarse y que el personal detectará y evaluará para luego proceder a su revisión y control. Por esta razón, la aplicación de esta norma se orienta a establecer un procedimiento sistematizado, por el cual se identifiquen las situaciones

de riesgo y se tomen las correspondientes acciones para eliminarlas o minimizarlas. Con el proceso continuo de identificación, eliminación o mitigación y posterior control se espera que se fortalezcan las condiciones de seguridad de los servicios educativos.

## Términos y definiciones

Para los efectos de esta norma se adoptan las definiciones que a continuación se detallan:

- **Accidente:** evento (suceso o cadena de sucesos) no planeado que ocasiona lesión, enfermedad, muerte, daño u otras pérdidas.
- **Alerta:** declaración oficial de la cercanía o inminencia de una emergencia, a fin de que se tomen precauciones específicas.
- **Comunidad educativa:** conjunto de personas e instituciones que interactúan con el servicio acordado.
- **Equipo de conducción:** grupo de personas que lleva adelante acciones para la concreción de un determinado fin.
- **Emergencia:** asunto que requiere una especial atención por ser imprevisto o urgente.
- **Incidente:** circunstancia imprevisible que tiene la potencialidad de conducir a un accidente, pero que no llega a producir daños a personas, bienes o instalaciones.
- **Mitigación:** actividades que se realizan para reducir la gravedad o consecuencias de una emergencia.
- **Plan de evacuación:** documento escrito que describe el conjunto de procedimientos y acciones, personas y sus roles para estar preparados ante una emergencia. Contribuye a que las personas amenazadas por un peligro logren realizar su traslado o salida a un lugar seguro, protegiendo así su vida e integridad física.
- **Procedimientos:** forma específica de operaciones para llevar a cabo una actividad o proceso.
- **Proceso:** conjunto de actividades planificadas que se efectúan de forma concatenada e interactúan entre sí para alcanzar un objetivo o un fin.
- **Riesgo ergonómico:** tiene lugar cuando el trabajador interactúa con su puesto de trabajo y las actividades que realiza demandan movimientos, posturas o acciones que pueden producir daños a su salud.

- **Rociador automático de agua:** dispositivo diseñado para descargar agua para la extinción o el control de incendios en forma automática, por funcionamiento de un elemento sensible a la temperatura.
- **Servicio educativo:** enseñanza que se brinda en un establecimiento educativo por personal preparado para ese fin, de forma periódica y en un horario establecido.
- **Establecimiento educativo:** lugar físico donde uno o más servicios educativos llevan a cabo sus actividades. En un mismo establecimiento se pueden desarrollar, por ejemplo, los siguientes: enseñanza inicial, formación profesional y para adultos.
- **Seguridad vial:** proceso educativo integral y permanente por el cual una persona se capacita para el uso adecuado, responsable y solidario en la vía pública.
- **Seguridad edilicia:** conjunto de acciones destinadas a reducir la posibilidad de incidentes relacionados con la estructura física del establecimiento y su entorno.
- **Sistemas de alerta:** sistemas de comunicación general que abarcan todo el establecimiento y transmiten la señal de emergencia o evacuación.
- **Situación de riesgo:** aquella que tiene presente algún factor de riesgo.

## Referencias normativas

Los siguientes documentos, en su totalidad o en parte, son referidos e indispensables para su aplicación. Para referencias fechadas, solamente aplica la edición citada. Para referencias sin fecha aplica la última edición del documento de referencia (incluyendo cualquier enmienda):

- NTE INEN 0801: Extintores portátiles. Requisitos Generales.
- NTE INEN-OHSAS 18001: Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo.
- NTE INEN-ISO 3864-1: Símbolos gráficos. Colores de Seguridad y Señales de seguridad.

- NTE INEN 2067: Vidrios de seguridad para edificaciones. Requisitos.
- NTE INEN 2249: Accesibilidad de las Personas al Medio Físico. Edificios. Escaleras.
- NTE INEN 801: Extintores Portátiles. Requisitos generales.
- IRAM 3539: Gabinetes para Mangas de Incendio.
- IRAM 3562: Natatorios (de la natación). Cercos y portones.
- IRAM 3594: Mangas para Extinción de Incendios. Cuidado, uso y mantenimiento de las mangas, incluidas las conexiones y las lanzas.

### Listado de comprobación de situaciones de riesgo

- Los equipos de docentes y de estudiantes que trabajan en el laboratorio cuentan con equipos de protección personal (anteojos de seguridad, guantes impermeables, entre otros).
- Las cajas eléctricas, como son interruptores de pared, tomas o receptáculos, están provistas con tapas adecuadas y firmes.
- Se toma la precaución de no sobrecargar las piezas de tomacorriente.
- Todos los circuitos cuentan con protección térmica y diferencial.

### Descripción de la seguridad en las instalaciones eléctricas NR10

Son normas y medidas reguladoras destinadas a un determinado grupo de personas que realizan algunos procedimientos de seguridad. Una norma reguladora establece criterios para salvaguardar la seguridad de las personas.

A continuación, vamos a profundizar sobre la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC): Instalaciones electromecánicas y NR10; donde se establecen las normas para la seguridad de los trabajadores en actividades relacionadas con la electricidad.

Los artículos 10.1.1 y 10.1.2 se toman de la norma original.

# Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC)

## Instalaciones eléctricas de bajo voltaje

### Marco normativo y referencias

La Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) actualiza el Código Ecuatoriano de la Construcción que estuvo vigente desde el 2001 hasta el 2011. El texto recoge la nueva normativa aplicable para la edificación que se explica desde un conjunto de especificaciones mínimas, organizadas por capítulos dentro de tres ejes de acción: seguridad estructural (NEC-SE); habitabilidad y salud (NEC-HS), y servicios básicos (NEC-SB). Adicionalmente, la NEC incluye la figura de documentos reconocidos (NEC-DR), que contiene información complementaria a los capítulos de los tres ejes establecidos.

La NEC es de cumplimiento obligatorio a nivel nacional y se ha de considerar en todos los procesos constructivos, según indica la Disposición General Décimo Quinta del Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD). Se constituye en una normativa que busca la calidad de vida de los ecuatorianos y aporta en la construcción de una cultura de seguridad y prevención; por ello, define los principios básicos para el diseño sismo resistente de las estructuras; establece parámetros mínimos de seguridad y calidad en las edificaciones; optimiza los mecanismos de control y mantenimiento en los procesos constructivos; reduce el consumo y mejora la eficiencia energética de las edificaciones; aboga por el cumplimiento de los principios básicos de habitabilidad y salud, y fija responsabilidades, obligaciones y derechos de todas las partes involucradas en la construcción.

### Normas y estándares nacionales e internacionales

- NFPA 70: *National Electrical Code* 2011.
- CPE INEN 019: Código Eléctrico Ecuatoriano.
- IEC 60617: *Graphical Symbols for Diagrams*.
- NTE INEN 2345: Alambres y cables con aislamiento termoplástico. Requisitos.
- NTE INEN 3098: Voltajes normalizados.

### Objetivo

Esta norma fija las condiciones mínimas de seguridad que tienen que cumplir las instalaciones eléctricas en bajo voltaje, con el fin de resguardar a las personas que operan con ellas, proteger los equipos y preservar el ambiente en que han sido construidas. Así, esencialmente contiene exigencias de seguridad. Su cumplimiento, junto a un adecuado mantenimiento, garantiza una instalación básicamente libre de riesgos; sin embargo, no tie-



ne por qué asegurar la eficiencia, buen servicio, flexibilidad y facilidad de ampliación de las instalaciones, ya que estas condiciones son inherentes a un estudio acabado de cada proceso o ambiente particular y a un adecuado proyecto. Las disposiciones de esta norma están hechas para ser aplicadas e interpretadas por profesionales especializados, por lo que este texto no debe entenderse como un manual de instrucciones o de diseño.

### Alcance

Las disposiciones de esta norma se aplicarán al diseño, construcción y mantenimiento de las instalaciones eléctricas cuyo voltaje sea inferior a 600 V y a edificaciones de tipo residencial y comercial, ya sean de tipo público o privado.

### Responsables de la construcción

La construcción de toda instalación eléctrica y electrónica requiere la dirección técnica y responsabilidad de una persona profesional de la ingeniería eléctrica o electrónica, que será quien certifique la calidad de la ejecución y asegurará que el INEN o a el órgano regulador competente acepte los materiales y equipos utilizados. Al actuar como responsable de la instalación, tendrá que estar debidamente calificada por este órgano competente. La construcción de toda instalación eléctrica y electrónica se ejecutará por personal técnico, electricistas, calificado por el Ministerio de Relaciones Laborales.

**Tabla 1. Estructuras ocupacionales del profesional de ingeniería eléctrica**

RAMA DE ACTIVIDAD	ESTRUCTURA OCUPACIONAL	CARGO Y/O FUNCIÓN
Electricidad	A1	Gerencia de planta
	B1	Superintendencia de planta de operaciones
	B2	Jefatura de mantenimiento
	B3	Jefatura /Supervisión de turno
		Coordinación de recepción de combustible
	C1	Electricista con especialización
		Personal técnico mecánica-electricidad
	C2	Instrumentista
		Mecánica industrial
	D1	Bodega
Electricidad	D2	Mecánica
		Tablerista
		Ayudante instrumentista
	E1	Personal operador
		Ayudante de recepción de combustible
E2	Despachador de herramientas	
	Auxiliar de servicios generales	
Electricidad	E2	Ayudante de mecánica
		Ayudante de planta de agua

**Tabla 2. Arquitectónicos**

RAMA DE ACTIVIDAD	ESTRUCTURA OCUPACIONAL	CARGO Y/O FUNCIÓN	
Construcción y servicios técnicos y arquitectónicos	B3	Inspección de obra	
		Laboratorista 2: experiencia mayor de 7 años	
	C1	Profesional en estructura mayor con certificado o título	
		Profesional con maestría en electricidad y especialización	
		Profesional en electrónica y especialización	
		Profesional en soldadura y especialización	
		Profesional con certificado y/o título en construcciones civiles	
		Especialista en topografía (2) con título y experiencia mayor a 5 años	
		C2	Dibujante 2: con experiencia mayor de 4 años
			Laboratorista 1: experiencia de hasta 7 años
	Profesional de maestría de obra		
	Personal operador de planta de hormigón		
	C3	Especialista en perforaciones	
		Especialista en perfiles	
		Especialista en topografía (1) con experiencia de hasta 5 años	
		Plomería	
D2	Dibujante 1: con experiencia de hasta 4 años		
	Profesional técnico en la rama de topografía		

## Estándar regulatorio número 10 de seguridad en instalaciones y servicios en electricidad

### Objetivo y campo de aplicación

#### Propósito y alcance

Esta norma reguladora (NR) establece los requisitos y condiciones mínimas destinadas a la aplicación de medidas de control y a los sistemas de prevención, con el fin de garantizar la seguridad y salud del equipo de trabajo, directa o indirectamente, y de interactuar en las instalaciones eléctricas con la electricidad.

Esta norma reguladora (NR) se aplica a las etapas de generación, transmisión, distribución y consumo, incluyendo el diseño, construcción, instalación, operación, mantenimiento de las instalaciones eléctricas y de cualquier trabajo realizado en sus proximidades, la observación de las normas técnicas oficiales establecidas por los órganos competentes; en la ausencia o insuficiencia de estas, se aplicarán las normas internacionales disponibles.

#### Análisis técnico de los riesgos eléctricos

La norma reguladora NR-10 define las medidas de control para todas las intervenciones realizadas en las instalaciones eléctricas. Además, señala

que deben adoptarse acciones preventivas para controlar los riesgos eléctricos y otros adicionales, mediante las siguientes técnicas: desconectar los equipos cuando no se estén utilizando; evitar cualquier posible realimentación; verificar la ausencia de tensión; colocar a tierra y en cortocircuito las partes en las que se va a trabajar; usar sistemas de señalización y equipos de protección. Todo ello es importante para garantizar la seguridad en el trabajo.

En el presente manual constan las normas reguladoras de instalaciones eléctricas de seguridad y se indica lo siguiente: “cuando las innovaciones tecnológicas se implementan o la entrada en nuevas instalaciones u operaciones de equipos eléctricos, análisis de riesgos debe ser diseñado, desarrollado con circuitos abiertos y sus procedimientos de trabajo”.

**Tabla 3. Resumen de riesgos eléctricos y medidas de control**

RIESGO ELÉCTRICO	PRINCIPALES MEDIDAS DE CONTROL
Descarga eléctrica	Desenergización, tensión de seguridad, barreras, cubiertas, guantes, botas y casco de seguridad.
Arco voltaico	Pantalla y ropa de protección.
Campos electromagnéticos	No tener implantes electrónicos en el cuerpo y/o prótesis metálicas.
Riesgos adicionales	Principales medidas de control.
Trabajos en altura	Cinturón de seguridad/arnés con sistema de detención de caídas y línea de vida.
Recintos confinados	Formación específica.
Área clasificada	Formación específica.
Instalación eléctrica en recintos con atmósfera explosivas	Diseños y materiales certificados.
Sobretensiones transitorias	Equipos de protección contra sobretensiones.
Descargas atmosféricas	Sistemas de protección contra descargas atmosféricas e interrupción de los trabajos a cielo abierto.
Electricidad estática	Eliminación con el uso de ionizadores, aterradores y mantas disipadoras.
Humedad	Deshumidificación.
Flora	Remoción, considerando los criterios de preservación del medioambiente.
Fauna	Impedimento de circulación de entrada de instalaciones eléctricas y control de plagas.

### Equipos de protección colectiva (EPC)

En todos los servicios prestados en las instalaciones eléctricas, dentro de las medidas que se van a realizar, respecto a la prevención de riesgos, se debe dar prioridad y adoptar medidas de protección colectiva para garantizar la seguridad y la salud del personal.

Las medidas de protección colectiva incluyen principalmente la desconexión de la energía eléctrica y, en su ausencia, el uso de la tensión de seguridad, según lo establecido por la NR-10. Estas medidas tienen la función de proteger no solo al equipo de trabajo involucrado en la actividad, sino también a otras personas que pueden realizar actividades paralelas en las inmediaciones e incluso a transeúntes, cuya ruta puede llevarlos a exponerse al riesgo existente.

A continuación, se describirán algunos equipos y sistemas de protección colectiva utilizados en las instalaciones eléctricas:

### Protección por aterramiento

Se utiliza un equipo de puesta a tierra para ejecutar la desconexión temporal del sistema eléctrico destinado a la protección equipotencial y personal en contra de la intervención indebida en el circuito energizante.

**Nota:** el equipotencial es el acto de tomar medidas para que dos o más cuerpos conductores de electricidad tengan la diferencia de potencial eléctrico más bajo entre ellos.

### Alfombras de goma aislante

Accesorio utilizado principalmente en subestaciones eléctricas que se aplica en la ejecución de aislamiento contra contactos indirectos (topar la carcasa de los equipos eléctricos), reduciendo así al mínimo las consecuencias de un fallo de aislamiento en el equipo.

### Cinta de señalización/seguridad

Está elaborada en plástico o vinilo y el color del polietileno debe ser con rayas intercaladas en naranja y negro. Las industrias, la construcción, el transporte, organismos públicos o empresas que realizan trabajo al aire libre la emplean en el interior o exterior del área de trabajo para la señalización, interdicción, marcado o demarcación. El material es ligero, resistente, plegable, fácil de instalar y viene en una presentación de rollos de 200 metros de largo y 70 mm de ancho. Se puede colocar en los conos y en los trípodes.

Colores: naranja/negro.

### Cono PVC para señalización

Se utilizan para señalar, aislar, marcar o prohibir áreas o servicios de tránsito extremadamente rápida y eficiente. Se elabora en polietileno/PVC o caucho, es muy durable y resistente a la intemperie y a uso rudo y frecuente.

Colores: naranja/blanco.

## Corrientes para señalización en ABS

Corrientes de señalización (atraviesa un aislante) y aislamiento en plástico ABS (material duro, brillante y amortiguador, construido en base a 3 monómeros: acrilonitrilo, butadieno, estireno) de alta durabilidad, resistencia y contra las altas temperaturas. Excelente para el uso al aire libre, no pierde el color ni se descama con la acción del tiempo. Fabricado en tamaños grandes y pequeños, en naranja, blanco, o la combinación de los dos colores. Tienen una garantía de 15 años contra defectos de fabricación. Resulta ideal para utilizarlo en construcción, decoración, aislamiento y áreas de señalización en varias aplicaciones, tales como muelles, embarcaderos, estacionamientos, carreteras, peajes, bancos, parques, centros comerciales, supermercados, etc.

## Señales en forma de panel

Se utilizan para señalar el peligro (riesgo de vida, etc.) y el estado de los equipamientos (equipos de potencia, no sobrecargue del equipo de maniobra, etc.), con el objeto de proteger a las personas que están trabajando en el circuito y a las que van a maniobrar con los sistemas eléctricos.

## Protectores de goma o PVC para redes eléctricas

Los manguitos cortafuegos de PVC (aparatos que apagan el fuego producidos por arcos eléctricos) están diseñados para protegerse del contacto accidental con líneas aéreas (cables sin aislamiento en los postes). Se utilizan en la realización de trabajos cercanos a las redes eléctricas.

## Equipos de protección individual (EPI)

Cuando se trabaja en las instalaciones eléctricas y las medidas de protección colectiva son técnicamente inviables o insuficientes para controlar los riesgos, es fundamental utilizar un equipo de protección personal (EPP) específico y adecuado a las actividades. De esta manera se cumple con los requisitos de la NR-6, una disposición reglamentaria del Ministerio de Trabajo en dicho equipo.

La ropa de trabajo debe ser adecuada a las actividades, teniendo en cuenta la conductividad (facilidad de conductor de electricidad), inflamabilidad (facilidad de captura de fuego) y las influencias electromagnéticas (imanes presentes fuerza). Los usos de ornamentos personales están prohibidos, como anillos, pendientes, collares, etc. Todo EPI debe tener un Certificado de Aprobación (CA) expedido por el Ministerio de Trabajo.

Se debe utilizar EPI cuando:

- No es posible eliminar el riesgo por otros medios.
- Es necesario complementar la protección colectiva.

## Gafas protectoras

Accesorio para la protección contra los elementos que perjudiquen la visión, por ejemplo, una descarga eléctrica.

## Casco de seguridad

Equipo para la protección contra la caída de objetos y contacto accidental con partes energizadas de la instalación. El casco en los servicios de electricidad debe ser de clase B (sometido a pruebas de rigidez dieléctrica de 20 kV).

## Tapones de oídos

Elemento para minimizar las consecuencias de ruido perjudiciales para la audiencia.

## Guantes aislantes

Los guantes dieléctricos se utilizan para la protección de las manos en el desempeño de tareas relacionadas con la electricidad. Gracias al material aislante con el que están fabricados se evita la posibilidad de sufrir daños ante una posible descarga eléctrica.

## Máscaras/respiradores

Material destinado para espacios reducidos y con sujeción a la emisión de gases y polvo.

## Calzado de seguridad (botas sin puntera de acero)

Para reducir al mínimo las consecuencias de los contactos con las partes activas, las botas están seleccionadas como el aislamiento y el nivel de tensión de aplicabilidad (trabajo en líneas energizadas o no). Se guardan en un lugar apropiado, a fin de no perder sus características.

## Cinturón de seguridad

Tiene como propósito proteger contra caídas. Su uso es obligatorio cuando se realizan trabajos que implican una altura de más de 2 metros. Puede ser básicamente de dos tipos: abdominales y de tres puntos (paracaidista). El tipo paracaidista se puede utilizar en estructuras de acero o cables flexibles fijados.

## Señalización

Los locales y los servicios de electricidad deben adoptar las señales de seguridad adecuadas para realizar advertencias y su respectiva identificación. El estandarte NR-10 previsto por la norma de señalización se utiliza en las siguientes situaciones:

- Identificación de los circuitos eléctricos.
- Dispositivos de bloqueo y maniobras y sistemas de control eléctrico.
- Restricción y limitación de acceso.
- Delimitación de las zonas.
- Señalización de zonas de circulación de carreteras, de vehículos y de manejo de cargas.
- Señalización para no hacer la energización.
- Identificación del equipo o circuito abierto.







**Electricidad**

**4**



## Conceptos técnicos básicos

### ¿Qué es electricidad?

Encender un televisor, tomar un baño con agua caliente, iluminar una habitación de la casa, y muchas otras rutinas cotidianas son en acciones extremadamente simples una vez que aprendemos a manejar la electricidad.

Cuando usamos la ducha, la plancha, el horno eléctrico, etc., estamos convirtiendo la energía eléctrica en energía térmica (calor). Al conectar un mezclador, la cortadora de césped o un motor en la industria, transformamos la energía eléctrica en energía mecánica para realizar trabajos.

La conversión de parte de la energía eléctrica en energía luminosa ocurre a través de la iluminación en nuestros hogares, calles y zonas comerciales e industriales. Aun cuando es invisible, vemos los efectos de la electricidad en muchas de las cosas que nos rodean.

Podemos conseguir la electricidad de varias maneras: por la fuerza del agua que cae, en las centrales hidroeléctricas; mediante propulsión por vapor generado por la quema de combustible, en el caso de la energía térmica; a través de la fuerza de los vientos, en los parques eólicos; por la luz solar, etc.

### Teoría electrónica

Para entender finalmente qué es la electricidad, debemos revisar los conceptos de la materia que, mirando su estructura interna, es imperceptible para el ojo humano. Este estudio se llama electrostática.

## Electrostática

Todos los efectos de la electricidad son consecuencia de la existencia de una pequeña partícula llamada electrón. Ya que nadie puede realmente ver un electrón, sino solamente los efectos que produce, llamamos a este estudio de la teoría electrónica. Esta teoría afirma que todos los fenómenos eléctricos se producen debido al movimiento de los electrones de un lugar a otro, ya sea por exceso o falta de electrones en un lugar en particular.

Comencemos por definir la materia como todo lo que tiene masa, ocupa espacio y se compone de pequeñas partículas llamadas moléculas. Las moléculas se conforman por partículas aún más pequeñas llamadas átomos. El átomo, que en griego significa “no es divisible”, se consideró como la partícula más pequeña del universo y, de hecho, no se puede dividir.

Los átomos están formados por partículas elementales, siendo los principales los protones, neutrones y electrones. Los protones tienen cargas positivas (+), los neutrones no tienen carga y los electrones tienen cargas negativas (-). Los protones y los neutrones están agrupados en la parte central del átomo, llamado núcleo. Los electrones se mueven alrededor del núcleo.

## Carga eléctrica

La ciencia, por ejemplo: ha demostrado que las cargas positivas y negativas ejercen fuerzas entre sí. Desde los experimentos científicos se puede afirmar lo siguiente: cargas eléctricas del mismo signo se repelen entre sí, mientras que cargas eléctricas de signos opuestos se atraen.

En la naturaleza todos los átomos son eléctricamente neutros. Para producir una carga positiva o negativa el electrón tendrá que moverse, al tiempo que las cargas positivas del núcleo permanecen inmóviles. Este movimiento de electrones es la base de toda la ciencia que implica la generación de electricidad.

## Materiales conductores y aislantes

Dependiendo del grado de facilidad con que los electrones se mueven entre sus átomos, podemos clasificar la materia como:

- **Conductor:** sus átomos permiten fácilmente el movimiento de los electrones (llamados electrones libres) entre sus núcleos. Este es el caso del cobre, usado en conductores eléctricos.
- **Aislamiento:** en condiciones normales, los átomos no proporcionan el movimiento de los electrones de sus núcleos. Así sucede con la goma, plástico y materiales utilizados en el aislamiento de conductores eléctricos.

## Magnitudes eléctricas

- **Tensión:** fuerza que impulsa los electrones libres en los cables. Su unidad de medida es el voltio (V).
- **Corriente eléctrica:** movimiento ordenado de electrones libres en los cables. Su unidad de medida es el amperio (A).
- **Resistencia eléctrica:** dificultad de los electrones para moverse por un conductor. Su unidad de medida es el ohmio ( $\Omega$ ).

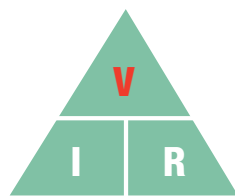
## Circuito eléctrico

Es el camino necesario por dónde debe pasar la corriente eléctrica. Se compone de una fuente de alimentación y un consumidor de energía (por ejemplo, lámparas). Al conectar la fuente de alimentación, la tensión (U) genera el flujo de la corriente eléctrica (I) que circula por la lámpara, que es la resistencia eléctrica (R). Como resultado, podemos ver la iluminación de una lámpara.

## Ley de Ohm

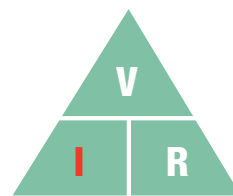
Hay una relación matemática entre voltaje, corriente y resistencia; esta relación se denomina ley de Ohm. En el caso de nuestro circuito, se observa que la lámpara tiene una resistencia (R) para el movimiento de electrones. Cuando la corriente (I) pasa a través de la lámpara (R) tenemos la tensión (U) como un resultado de la multiplicación de la corriente y la resistencia.

A través de la relación  $U = I \times R$  podemos calcular cantidades utilizando el “triángulo de Ohm”.



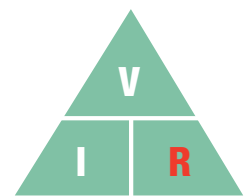
$$V = I \times R$$

Voltaje  
(voltios)



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

Corriente  
(amperios)

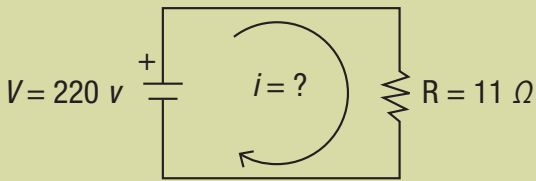


$$R = \frac{V}{I}$$

Resistencia  
(ohmios)

**Aplicación:** la magnitud que desea calcular se oculta y los otros que son visibles nos muestran la fórmula de cálculo.

**Ejemplo:** en un circuito compuesto por una resistencia de  $11\Omega$ , a una fuente de energía de 220 V, la corriente es de:

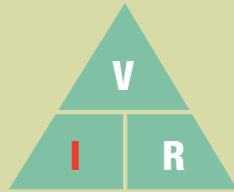


**Datos:**

Resistencia =  $11 \Omega$

Voltaje =  $220 \text{ V}$

¿Corriente  $I = ?$



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

Corriente (amperios)

$$I = \frac{220 \text{ V}}{11 \Omega}$$

$$I = 20 \text{ A}$$

## Potencia eléctrica

La tensión hace que los electrones se muevan ordenadamente, dando lugar a la corriente eléctrica, que a su vez provoca el efecto deseado: por ejemplo, encender una lámpara. La intensidad de la luz depende directamente del valor de la tensión; por lo tanto, cuanto mayor es la tensión, mayor es la intensidad de la luz. Este efecto se denomina potencia luminosa y térmica, o potencia eléctrica (P).

Para comprender mejor la definición de potencia eléctrica, tomemos como ejemplo la lámpara. Cuando conectamos una lámpara a la red eléctrica se enciende porque la transformación de la corriente pasa a través de su filamento y se convierte en luz y calor. A medida que la resistencia (R) de la luz es constante, la intensidad de su brillo y calor aumenta o disminuye al mismo tiempo que aumenta o disminuye la corriente (I) o tensión (U).

La potencia eléctrica (P) es directamente proporcional a la tensión (U) y la corriente (I):  $P = U \times I$

El producto de la tensión y la corriente genera una unidad de medida que es voltios-amperios (VA). Esta es la potencia a la que le damos el nombre de potencia aparente.

=> La potencia aparente es medida en voltios-amperios (VA).

Unidad de medida de la potencia eléctrica:

- La intensidad de la tensión se mide en voltios (V).
- La intensidad de la corriente se mide en amperios (A).
- Como la potencia es el producto de la acción de la tensión y de la corriente, su unidad de medida es el voltio-amperio (VA). A esta potencia le damos el nombre de potencia aparente.

La potencia aparente se compone de dos partes:

- **Potencia activa.** Que es aquella potencia aparente, efectivamente transformada en potencia mecánica, potencia térmica y potencia luminosa. La unidad de medida es el watt (W).
- **Potencia reactiva.** Que es aquella potencia aparente, transformada en campo magnético, necesario al accionamiento de dispositivos como motores, transformadores y reactores. La unidad de medida es el voltio-amperio reactivo (VAR).

### Factor de potencia (FP)

Los cálculos efectuados en los diseños de instalaciones eléctricas residenciales se basan en la potencia aparente y en la potencia activa. Por lo tanto, es importante conocer la relación entre ellas para entender qué es el factor de potencia (FP). Podemos decir que la potencia activa es un porcentaje de la potencia aparente que es transformada en potencia mecánica, térmica o luminosa. Este porcentaje se llama factor de potencia.

### Potencia activa

(Mecánica / luminosa / térmica) = factor de potencia x potencia aparente.

En diseños de instalaciones residenciales se aplican los siguientes valores de factor de potencia para saber qué parte de la potencia aparente se transformó en potencia activa:

#### Cuadro 1: factor de potencia

1,00 - para iluminación incandescente  
0,80 - para puntos de toma de corrientes en circuitos independientes  
0,95 - para un circuito de distribución

Cuando el factor de potencia es igual a 1, significa que toda potencia aparente fue transformada en potencia activa. Esto ocurre en los equipos que solo tienen resistencia, tales como: duchas eléctricas, grifos eléctricos, lámparas incandescentes, hornos eléctricos.

**Simbología usual:** CA – Corriente alterna (en inglés: AC – *Alternate current*)

Una de las maneras de obtener la CA es directamente de la red eléctrica de las concesionarias.

Normalmente, la red eléctrica residencial está compuesta por dos fases y por un neutro, conocida como red eléctrica monofásica; en tanto que la red eléctrica de uso industrial está compuesta por tres fases y un neutro, una vez que muchos de los motores industriales son trifásicos, esta red es conocida como red eléctrica trifásica.





**Principios  
generales para el  
diseño de  
instalaciones  
eléctricas  
residenciales**

**5**



## Principios generales para el diseño de instalaciones eléctricas residenciales

Esta norma establece las especificaciones técnicas y requisitos mínimos que se exigen para el diseño y ejecución de instalaciones eléctricas interiores en el uso residencial. Mediante el presente documento se brinda información sobre las condiciones de seguridad para las personas y sus propiedades, de tal forma que se logre prevenir, minimizar o eliminar los riesgos de origen eléctrico.

### Definiciones

Para los efectos de esta norma se adoptan las definiciones contempladas en NFPA 70 *National Electrical Code* 2011 y las descritas a continuación:

- **Cajas o cajetines:** receptáculos en los cuales se realizan las diferentes conexiones como empalmes de cables, derivaciones o continuación de circuitos, salidas de puntos de luz, tomacorrientes, interruptores, conmutadores, entre otros.
- **Capacidad de corriente:** corriente máxima, en amperios, que puede transportar continuamente un conductor en condiciones de uso, sin superar su temperatura normal de servicio.
- **Carga:** potencia instalada o demandada en un circuito eléctrico.
- **Carga especial:** aquellas cargas fijas que necesitan un circuito exclusivo y cuya potencia instalada excede a 1.5 kilovatios.

- **Cortocircuito:** falla eléctrica producida en sistemas monofásicos y/o polifásicos de corriente alterna por el contacto accidental de una fase a tierra o entre fases; en el caso de corriente continua, debido al roce entre polos opuestos.
- **Corriente de plena carga:** ocurre cuando un motor o aparato eléctrico está funcionando con toda su capacidad.
- **Demanda:** potencia requerida por un sistema eléctrico, o parte de él, promediada en un intervalo de tiempo determinado.
- **Diagrama unifilar:** gráfico que suministra información rápida y concisa de cómo está estructurada la instalación eléctrica.
- **Energía eléctrica:** uso de la potencia eléctrica por un equipo o dispositivo en un período de tiempo. Se expresa en kilovatio hora (kWh).
- **Empotrar:** hacer que algo quede encajado y fijo en el interior de una pared, losa o piso.
- **Fase:** punto en el cual la diferencia de potencial con respecto a tierra es mayor que cero. Factor de demanda (FD): relación entre la demanda máxima de un sistema eléctrico, o parte de él, con respecto a su carga instalada.
- **Instalaciones eléctricas residenciales:** conjunto de elementos como tuberías, conductores, accesorios, dispositivos, entre otros, que tienen como objetivo dotar de energía eléctrica a la vivienda.
- **Interruptor termo-magnético:** elemento de maniobra y protección diseñado para abrir o cerrar un circuito de manera manual y/o para abrirlo automáticamente de manera que se produce una sobrecorriente predeterminada con respecto a su valor nominal.
- **Neutro o conductor puesto a tierra:** conductor que normalmente conduce corriente, intencionalmente conectado a tierra.
- **Potencia total:** suma de las potencias parciales de cada uno de los puntos de iluminación, tomacorriente y/o cargas especiales de una instalación eléctrica.
- **Retorno de corriente:** corriente resultante de la diferencia de potencial existente entre neutro y tierra, ocasionada por deficiencias en la puesta a tierra.

- **Sistema de puesta a tierra:** unión intencional de todos los elementos metálicos que, mediante cables de sección suficiente entre las partes de una instalación y un conjunto de electrodos, permite la desviación a tierra de corrientes de falla o de las descargas de tipo atmosférico, y limita la diferencia de potencial, peligrosa en las instalaciones eléctricas.
- **Sobrecarga:** funcionamiento de un equipo por encima de sus parámetros normales a plena carga o de un conductor por encima de su capacidad de corriente nominal que, si persiste durante un tiempo suficiente, podría causar daños o un calentamiento peligroso.
- **Sobrecorriente:** corriente por encima de la nominal de un equipo o de la capacidad de un conductor. Puede producirse por el resultado de una sobrecarga, un cortocircuito o una falla a tierra.
- **Sobrevoltaje:** aumento, por encima de los valores establecidos como máximos, del voltaje entre dos puntos de un circuito o instalación eléctrica.
- **Tablero de distribución:** un solo compartimento o grupo de compartimentos diseñados para ensamblarse como un conjunto único, en el que se incluyen elementos de conexión y dispositivos automáticos de protección contra sobrecorriente. Puede estar equipado con interruptores para accionamiento de circuitos de alumbrado, tomacorriente y cargas especiales.
- **Tierra o conductor de tierra:** conductor cuya diferencia de potencial con respecto a tierra es cero.
- **Tomacorriente:** dispositivo que tiene contacto hembra para la conexión de una clavija (enchufe) y terminales para la conexión a los circuitos de salida.
- **Voltaje nominal:** valor asignado a un sistema o circuito para designar su nivel de voltaje.

Esta norma se aplica a las instalaciones eléctricas interiores residenciales en viviendas y edificios que no son edificaciones terciarias (no inmóviles), en bajo voltaje, en edificaciones nuevas, ampliaciones o modificaciones de instalaciones eléctricas existentes, de tal manera que las instalaciones cuenten con la protección indispensable contra:

- Choques eléctricos.
- Efectos térmicos.

- Sobrecorrientes.
- Corrientes de falla.
- Sobrevoltajes.

El cumplimiento de las disposiciones indicadas en esta norma garantiza el uso de la energía eléctrica en forma segura.

## Diseño eléctrico

Se decide el más adecuado en función de los planos arquitectónicos y características físicas de la vivienda que se va a proyectar. Además, se busca un alto grado de coordinación y compatibilidad entre los diseños eléctrico, telefónico, electrónico, hidráulico, estructural y sanitario.

### Estudio de demanda y factor de demanda

Para los cálculos de diseño se han de tomar en cuenta los siguientes parámetros:

- **Iluminación:** por cada salida de iluminación se considera una carga máxima de 100 W.
- **Tomacorriente:** por cada salida de tomacorriente se estima una carga de 200 W.
- **Cargas especiales:** son aquellas salidas para equipos cuya potencia sobrepasa los 1500 W, por ejemplo: cocina eléctrica, vehículos eléctricos, calefacción, aire acondicionado, ducha eléctrica, equipos hidroneumáticos, ascensores, equipo médico, calentador eléctrico de agua, entre otros. Para el diseño se tendrá en cuenta la potencia, que viene marcada en una placa que está adherida en cada uno de los equipos.

### Clasificación de las viviendas según el área de construcción

Si bien las demandas máximas de las diferentes cargas, en general, no son las mismas que las potencias de placa, se establecen factores de demanda según el tipo de vivienda y el área de construcción, tal y como se indica en la tabla 4.

**Tabla 4. Clasificación de las viviendas según el área de construcción**

TIPO DE VIVIENDA	ÁREA DE CONSTRUCCIÓN M <sup>2</sup>	NÚMERO MÍNIMO DE CIRCUITOS	
		ILUMINACIÓN	TOMACORRIENTE
Pequeña	A < 80	1	1
Mediana	80 < A < 200	2	2
Mediana - Grande	201 < A < 300	3	3
Grande	301 < A < 400	4	4
Especial	A > 400	1 por cada 100 m <sup>2</sup> o fracción de 100 m <sup>2</sup>	1 por cada 100 m <sup>2</sup> o fracción de 100 m <sup>2</sup>

## Factores de demanda

### Iluminación y tomacorriente

Se denomina factores de demanda a los valores establecidos de acuerdo con el tipo de vivienda, fundamentales para elegir la iluminación e instalación de tomacorrientes de uso general. Se indican en la tabla 5.

**Tabla 5. Factores de demanda**

VIVIENDA TIPO	FD ILUMINACIÓN	FD TOMACORRIENTE
Pequeña - Mediana	0.70	0.50
Mediana/Grande - Grande	0.55	0.40
Especial	0.53	0.30

### Cargas especiales

Para el cálculo de la carga que se ha instalado en la vivienda proyectada, además de las cargas de iluminación y tomacorrientes de uso general, se valoran, entre otras, las potencias de placa de las cargas especiales. Solamente a falta de los valores específicos se pueden designar aquellos señalados en la tabla 6.

**Tabla 6. Cargas especiales**

EQUIPO ELÉCTRICO	POTENCIA MEDIA (W)			
Ducha eléctrica	3	5	0	0
Horno eléctrico	3	0	0	0
Cocina eléctrica	6	0	0	0
Calefón eléctrico	8	0	0	0
Aire acondicionado	2	5	0	0
Calentador eléctrico	3	0	0	0
Cargador para vehículo eléctrico	7	5	0	0

La demanda de las cargas especiales se determina en función de la carga instalada al aplicar los factores de demanda especificados en la tabla 7.

**Tabla 7. Factores de demanda para cargas especiales (CE)**

PARA 1 CARGA	PARA 2 O MÁS CARGAS	PARA 2 O MÁS CARGAS	PARA 2 O MÁS CARGAS
	CE<10 kW	10 kW<CE<20 KW	CE>20 kW
1	0.80	0.75	0.65

**Nota:** ejemplo del cálculo en el anexo 2.4.

## Circuitos

La vivienda tiene que contar con circuitos independientes de iluminación, tomacorrientes y cargas especiales, con las siguientes características:

- Los conductores alimentadores y circuitos se dimensionan, lo que quiere decir que hay que seleccionar el tipo de conductor de acuerdo con el consumo de energía eléctrica. Solo de esta forma podrá soportar una corriente no menor a 125 % de la corriente de carga máxima a servir.
- Cada circuito dispone de su propio neutro o conductor conectado a tierra.
- Cada circuito dispone de su propia protección.
- Ningún circuito comparte servicios entre plantas o niveles diferentes de la vivienda.

### Circuitos de iluminación

Se diseñan para alimentar una carga máxima de 15 amperios y no exceder de 15 puntos de iluminación.

### Circuitos de tomacorrientes

Se establecen desde el punto de vista de las salidas polarizadas (fase, neutro y tierra) para soportar una capacidad máxima de 20 amperios de carga por circuito y no exceder de 10 salidas.

### Circuitos de cargas especiales

Los circuitos para cargas especiales como cocina eléctrica, vehículos eléctricos, calefacción, aire acondicionado, ducha eléctrica, equipos hidroneumáticos, ascensores, equipo médico, calentador eléctrico de agua, calefón eléctrico, entre otros, se trazan de manera individual con la premisa de que soporten la carga nominal unitaria de cada equipo. Toda vivienda tiene la obligación de contar con el circuito exclusivo para la cocina eléctrica, de acuerdo con los parámetros técnicos establecidos en



esta norma. Del mismo modo, como requisito indispensable se requiere que en todas las viviendas los baños dispongan de ducha con un circuito exclusivo para el calentamiento de agua (ducha eléctrica, calentador o calefón eléctrico).

### Calibre de conductores

Se define calibre como la sección o área que tiene un conductor eléctrico. Para el dimensionamiento del calibre de los conductores se considera como mínimo la capacidad de corriente.

### Capacidad de corriente

El calibre del conductor debe soportar por lo menos el 125 % del valor de la corriente de la protección del circuito de acuerdo con la tabla 8.

**Tabla 8. Capacidad de protección en función del calibre del conductor**

Calibre del conductor AWG	14	12	10	3	6
Capacidad máxima del interruptor (amperios)	15/16	20	30/32	40	50

Referencia: Tabla 210.24 *National Electrical Code*

En circuitos de iluminación predominan los siguientes aspectos:

- El calibre del conductor del neutro tiene que ser igual al conductor de las fases.
- Se utiliza conductor de cobre aislado tipo THHN con una sección mínima de 2.08 mm<sup>2</sup> (14 AWG) para la fase, neutro y conductor de tierra.

### En circuitos de tomacorrientes

Priman las siguientes condiciones:

- El calibre del conductor del neutro ha de ser igual al conductor de las fases.
- En circuitos de tomacorrientes se utiliza conductor de cobre aislado tipo THHN con una sección mínima de 3.31 mm<sup>2</sup> (12 AWG) para la fase y el neutro.
- El calibre del conductor de tierra se determina conforme lo indicado en la tabla 9.

## En circuitos de cargas especiales

Hay que tener en cuenta las siguientes cuestiones:

- El calibre del conductor de tierra se determina conforme lo indicado en la tabla 9.
- En circuitos de cargas especiales se utiliza conductor de cobre aislado tipo THHN con una sección mínima de 5.26 mm<sup>2</sup> (10 AWG) para las fases.

## En alimentadores para tableros de distribución

El calibre mínimo recomendado para un alimentador desde el medidor hasta el tablero de distribución único es el número 6 AWG de cobre aislado tipo THHN.

En caso de tener más de un tablero de distribución, el calibre de los subalimentadores estará en función de la demanda en cada subtablero.

## Tablero de distribución tipo centro de carga

Para una correcta instalación de los tableros de distribución es recomendable ajustarse a los siguientes criterios:

- La ubicación más idónea será en un lugar permanentemente seco, que indique que ese es el punto más cercano a todas las cargas parciales de la instalación. Además, se colocará en paredes de fácil acceso para las personas que realicen labores de reconexión o mantenimiento de instalaciones eléctricas.
- En el lado interior de la tapa o puerta de los tableros se incluirá obligatoriamente el diagrama unifilar con el listado de los circuitos a los que protege cada uno de los interruptores.
- Las cargas asignadas a las fases se balancearán tanto como sea posible.
- Por cada cinco salidas que se alimenten del tablero de distribución se dejará por lo menos una salida de reserva.
- Todo circuito requiere su respectivo dispositivo de protección de sobrecorriente.
- La altura de instalación será de 1.60 m desde el nivel del piso hasta la base del tablero.

- El tablero de distribución tendrá barra de neutro (aislada) y barra de tierra.

### **Protecciones contra sobrecorrientes**

Los dispositivos de protección contra sobrecorrientes (sobrecargas y cortocircuitos) que se tienen que utilizar serán interruptores termomagnéticos automáticos, fabricados bajo la Norma IEC 60898-1, que cumplan con el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 091 y con las siguientes condiciones generales de instalación:

- Su dimensionamiento está relacionado con la capacidad de los circuitos que van a proteger y con el funcionamiento de las curvas de disparo intensidad-tiempo.
- Se alojan en tableros de distribución tipo centro carga.
- Soportan la influencia de los agentes externos a los que estén sometidos, con al menos un grado de protección de IP 20.
- a. La protección del circuito especial de la cocina eléctrica de 220/240 V se realizará mediante un interruptor termomagnético bipolar con un mínimo de 40 amperios, instalado en el interior del tablero de distribución.

### **Instalación de puesta a tierra**

Los sistemas y conductores de circuitos eléctricos son puestos a tierra para evitar que las personas entren en contacto con ellos y se sometan a diferencias de potencial que superen los umbrales de soportabilidad del ser humano cuando se presente una falla. Los objetivos del sistema de puesta a tierra son:

- Garantizar la seguridad de las personas.
- Proteger las instalaciones.
- Generar un circuito de falla que permita la apertura de los dispositivos de interrupción y evitar interferencias electromagnéticas de equipos electrónicos.

### **Consideraciones para la instalación de puesta a tierra**

El tablero de distribución principal de la vivienda se conecta a su propia varilla de puesta a tierra.

Todos los circuitos de tomacorrientes y los circuitos de cargas especiales llevan un conductor de tierra independiente del conductor de neutro.

Los conductores de las fases y neutro que vienen desde el medidor de energía eléctrica llegan al tablero de distribución de la vivienda.

Es necesario tomar en cuenta que en el tablero de distribución principal de la vivienda existe un puente equipotencial entre la barra de neutro y tierra, mientras que en los subtableros permanecen aisladas entre sí, puesto que su alimentación desde el tablero principal tiene un conductor independiente del neutro.

El conductor de tierra de los circuitos de tomacorrientes se conecta a la barra de tierra del tablero de distribución.

### Esquema de conexión

El esquema de conexión a tierra (ECT) o el régimen de neutro que se utiliza es el TN-C-S, lo que significa que las empresas eléctricas ponen sólidamente a tierra el neutro del transformador. Por su parte, la persona que la maneja conecta todas las carcasas metálicas de sus equipos eléctricos al conductor de puesta a tierra (el conductor neutro, cuando se trata del tablero de distribución principal). La letra C representa que las funciones de neutro y protección están combinadas en un solo conductor y la letra S equivale a decir que las funciones de neutro y de protección se hacen con conductores separados.

### Elementos para ponerse a tierra

El neutro de la acometida, los tableros de distribución y las carcasas metálicas de los equipos eléctricos son los elementos para ponerse a tierra.

### Componentes de un sistema de puesta a tierra para una vivienda

- **Electrodos.** Son varillas de acero recubiertas de cobre con las siguientes dimensiones mínimas: 16 mm de diámetro y 1.80 m de longitud.
- **Conductores.** El conductor de puesta a tierra será de cobre, sólido o cableado, aislado, y la sección mínima se ajustará a la sección del conductor mayor de la acometida o alimentador en la siguiente relación:
  - Número 8 AWG para conductor de acometida hasta número 2 AWG
  - Número 6 AWG para conductores de acometida desde número 1 AWG hasta 1/0 AWG

- Número 4 AWG para conductores de acometida desde número 2/0 AWG hasta 3/0 AWG

En inmuebles de interés social y viviendas suburbanas, la sección mínima del conductor de puesta a tierra será el número 8 AWG de cobre.

El conductor de puesta a tierra se empotrará en paredes para estar protegido de daños mecánicos a través de una tubería PVC o metálica y se conectará al electrodo de tierra a través de conectores o soldadura exotérmica.

### Calibre del conductor de puesta a tierra

En la tabla 9 se indica el calibre mínimo del conductor de puesta a tierra según el valor de corriente de la protección del circuito.

**Tabla 9. Tamaño de los conductores de tierra para canalizaciones y equipos**

CAPACIDAD O AJUSTE DEL DISPOSITIVO AUTOMÁTICO DE PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTE EN EL CIRCUITO ANTES DE LOS EQUIPOS, CANALIZACIONES, ETC. SIN EXCEDER DE:	TAMAÑO NOMINAL MM <sup>2</sup> (AWG O KCMIL)	
	Conductor de cobre	Conductor de aluminio
(A)		
15	2.08 (14)	...
20	3.31 (12)	---
30	5.26 (10)	---
40	5.26 (10)	---
60	5.26 (10)	---
100	8.37 (8)	13.3 (6)
200	13.3 (6)	21.2 (4)
300	21.2 (4)	33.6 (2)
400	33.6 (2)	42.4 (1)

Referencia: Tabla 250.123 del NEC.

## Aspectos para la instalación

### Interruptores y tomacorrientes

Para ubicar e instalar los diferentes elementos eléctricos hay que tener en cuenta estas recomendaciones:

- Los interruptores, conmutadores y pulsadores estarán a la altura de instalación sobre el nivel de piso, con 1.2 m del lado de la apertura de la puerta. Operativamente podrán desconectar el conductor de fase.
- Dado que el interruptor se instala en un lugar húmedo o al exterior de la vivienda se alojará en un gabinete para intemperie. No será posible instalar interruptores en lugares mojados, espacios de bañeras o duchas, a menos que estén certificados para estos usos.

- Los tomacorrientes para uso general serán colocados a 0.40 m del piso terminado, salvo en casos especiales, como en baños y/o cocinas, en los que pueden ser ubicados sobre mesones a 0.10 m.
- Los tomacorrientes para el uso general se tienen que polarizar para la instalación del cable de protección a tierra.
- Los tomacorrientes para cocinas eléctricas se pueden ubicar en puntos fácilmente accesibles y su altura de montaje estará entre 0.20 y 0.80 m desde el suelo. Cuando se instalen sobre mesones de cocina se colocarán a una altura mínima de 0.10 m sobre el mesón.
- El tomacorriente para la cocina eléctrica será de tipo NEMA 10-50R y se exige que cumpla con lo indicado en el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 091 y las especificaciones del MEER.
- Si se ha previsto la utilización de tomacorrientes empotrados en el piso, estos tienen la obligación de ser a prueba de humedad y tener alta resistencia mecánica.
- La altura de instalación de tomacorrientes puede ser diferente a la indicada en esta norma en ambientes o montajes especiales.
- Para el caso de viviendas en las que habiten personas con discapacidad, adultos mayores o menores de edad, la altura de instalación de interruptores, pulsadores y tomacorrientes se regirá conforme a lo indicado en el capítulo NEC-HS-AU: Accesibilidad universal.

## Tuberías y cajetines

Las tuberías para la instalación de los circuitos eléctricos son de los siguientes tipos:

- Tubería PVC tipo I liviano
- Tubería de polietileno flexible de alta resistencia mecánica (tubería negra).
- Tubería metálica tipo EMT, rígida o flexible de acero galvanizado.

Los cajetines para la instalación de los circuitos eléctricos son de los siguientes tipos:

- Plásticos.
- Metálicos.

En la etapa de construcción es decisivo considerar lo siguiente:

- En cada vivienda que disponga de un espacio destinado a parqueadero se colocará por lo menos una tubería hasta el tablero de medidores, que servirá para instalar uno o más cargadores para vehículo eléctrico, y cumplirá con los requerimientos técnicos que la Agencia de Regulación y Control de Electricidad (ARCONEL) emita para este efecto.
- En edificios o estacionamientos de nueva construcción se incluirá la instalación eléctrica específica para la recarga de vehículos eléctricos. Por cada 40 parqueaderos se contemplará una estación.
- Los tramos de tubería serán continuos entre cajas de salida, cajas de conexión, tableros, entre otros. Estarán unidos a las cajas mediante conectores, o, dicho con otras palabras, con solidez mecánica y continuidad eléctrica en la instalación.
- La tubería se empotrará en la mampostería llevada por el cielo raso, pared o piso, de acuerdo con el diseño.
- El diámetro mínimo de la tubería para el circuito de la cocina eléctrica será de 19 mm.
- Los cortes de tubería se darán perpendiculares al eje longitudinal y con un escariador se eliminará toda la rebaba o residuos del material. Además, para que no se destruya el aislamiento de los conductores debido al roce con los bordes libres de la tubería, sus extremos estarán provistos de conectores con bordes redondeados.
- No se recomienda utilizar tubos metálicos como conductores de puesta a tierra o de neutro.
- Los tramos de tubería se asegurarán a las cadenas de la estructura con amarras de hierro galvanizado. Así se evitará el movimiento de la tubería durante el proceso de vaciado de hormigón.
- El trazado de la tubería se realizará, preferentemente, siguiendo líneas paralelas a las verticales y horizontales donde se efectúa la instalación.
- Los diámetros de las tuberías serán suficientes para alojar los cables necesarios en su interior. En una canalización, la suma de las áreas de la sección transversal de los conductores, incluyendo su aislamiento, no puede ser mayor que el 40 % del área transversal interior de la tubería, a tenor de las indicaciones del capítulo 9, tablas de la *National Electrical Code*.

- Para tener facilidad de construcción y/o maniobra, se instalarán no más de dos codos de conexión para un mismo tramo de tubería. En caso de necesidad se pueden incorporar cajetines de paso de las dimensiones adecuadas, según su tamaño y el número de tubos que convergen en ellos.
- Toda caja de revisión, sea pequeña o grande, contará con la tapa y tornillos de fijación.
- En los circuitos de distribución interna se elegirán tuberías del tipo PVC que irán empotradas en la mampostería, mientras que las que van sobrepuestas por el tumbado falso o al descubierto serán metálicas EMT.
- En el proceso de construcción las tuberías empotradas en la mampostería contendrán como “pescador” un alambre de hierro galvanizado número 16 y los extremos se taparán de tal manera que no se introduzca agua, mezcla o cualquier otra sustancia en su interior.
- Las tuberías de uso eléctrico serán independientes de otros servicios.
- p. Los cajetines para tomacorrientes de uso general serán rectangulares del tipo profundo, según la altura del cajetín.
- q. Los empalmes entre conductores se realizarán en el interior de las cajas de revisión, protegidos con aislante eléctrico contra la corrosión. No se admiten empalmes dentro de las tuberías. Las dimensiones de las cajas alojarán holgadamente todos los conductores que deban contener, de acuerdo con la tabla 10.
- r. Las tuberías de los diferentes circuitos de iluminación, tomacorrientes y salidas especiales serán independientes.





**Tabla 10. Número de conductores en función del tipo de caja**

DIMENSIONES DE LA CAJA / TAMAÑO COMERCIAL EN CM	CAPACIDAD MÍNIMA EN CM <sup>3</sup>	NÚMERO MÁXIMO DE CONDUCTORES						
		0.824 MM <sup>2</sup> (18 AWG)	1.31 MM <sup>2</sup> (15 AWG)	2.08 MM <sup>2</sup> (14 AWG)	3.3 MM <sup>2</sup> (12 AWG)	5.264 MM <sup>2</sup> (10 AWG)	8.37 MM <sup>2</sup> (8 AWG)	13.3 MM <sup>2</sup> (6 AWG)
10.2 x 3.2 redonda u octogonal	205	8	7	6	6	5	4	2
10.2 x 3.8 redonda u octogonal	254	10	8	7	6	6	5	3
10.2 x 5.4 redonda u octogonal	352	14	12	10	9	8	7	4
10.2 x 3.2 cuadrada	295	12	10	9	8	7	6	3
10.2 x 3.8 cuadrada	344	14	12	10	9	8	7	4
10.2 x 5.4 cuadrada	497	20	17	15	13	12	10	6
11.9 x 3.2 cuadrada	418	17	14	12	11	10	3	5
11.9 x 3.8 cuadrada	484	19	16	14	13	11	9	5
11.9 x 5.4 cuadrada	688	28	24	21	18	16	14	8
7.6 x 5.1 x 3.8 dispositivo	123	5	4	3	3	3	2	1
7.6 x 5.1 x 5.1 dispositivo	164	6	5	5	4	4	3	2
7.6 x 5.1 x 5.7 dispositivo	172	7	6	5	4	4	3	2
7.6 x 5.1 x 6.4 dispositivo	205	8	7	6	5	5	4	7
7.6 x 5.1 x 7.0 dispositivo	230	9	8	7	6	5	4	2
7.6 x 5.1 x 8.9 dispositivo	295	12	10	9	8	7	6	3
10.2 x 5.4 x 3.8 dispositivo	170	6	5	5	4	4	3	2
10.2 x 5.4 x 4.8 dispositivo	213	3	7	6	5	5	4	2
10.2 x 5.4 x 5.4 dispositivo	238	9	8	7	6	5	4	2
9.5 x 5.1 x 6.4 mampostería	230	9	8	7	6	5	4	2
9.5 x 5.1 x 8.9 mampostería	344	14	12	10	9	8	7	4
FS de prof. mínima 4.5 c/tapa	221	9	7	6	6	5	4	2
FD de prof. mínima 6.0 c/tapa	295	12	10	9	8	7	6	3
FS de prof. mínima 4.5 c/tapa	295	12	10	9	8	7	6	3
FD de prof. mínima 6.0 c/lapa	394	16	13	12	10	9	8	4

Referencia: tabla 370-16 CPE INEN 19 – Código eléctrico nacional

### Instalación de conductores

- Todos los conductores de energía eléctrica empleados en las instalaciones se colocarán de modo que puedan ser fácilmente revisados o reemplazados.
- Los conductores que se utilicen en las instalaciones estarán sujetos a la norma vigente NTE INEN 2345 en lo que se refiere a su tipo de aislamiento.
- Todo conductor instalado en cualquier tipo de ducto cuyo calibre sea mayor a 10 AWG tiene que ser cableado.

- El circuito que va desde el tablero de distribución hasta la cocina eléctrica debe utilizar, como mínimo, conductor de cobre calibre 8 AWG por fase y 10 AWG para la tierra, con aislamiento THHN.
- El rango de utilización de los conductores corresponde a la capacidad de conducción de cada uno de ellos, de acuerdo con la tabla 11.

**Tabla 11. Capacidad de corriente permisible en conductores aislados hasta 2000 V nominales y 60 °C a 90 °C, no más de tres conductores portadores de corriente en una canalización, cable o tierra (directamente enterrados) y temperatura ambiente de 30 °C.**

SECCIÓN TRANSVERSAL	TEMPERATURA NOMINAL DEL CONDUCTOR						CALIBRE
	60 °C	75 °C	90 °C	60 °C	75 °C	90 °C	
	Tipo S, TW, UF	Tipos FEPW*, RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW*, USE*, ZW*	Tipos TBS, SA, SIS. FEP*, FEPB*, MI. RHH*, RHW-2, THHN*, THHW*, THW-2*, THWN-2*, USE-E, XHH, XHHW*, XHHW-2, ZW-2	Tipos TW*, UF*	Tipos RH*, RHW*, THHW1, THW*, THWN*, XHHW*, USE*	Tipos TBS, SA, SIS. THHN*. THW-2, RHH\RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	
mm <sup>2</sup>		Cobre	Aluminio o aluminio recubierto de cobre				AWG o Kcmils
0.82	.....	.....	14		18		
1.31	.....	.....	18		16		
2.08	20*	20*	25		14		
3.3	25*	25*	30*	20*	20*	25*	12
5.25	30	35*	40*	25	30*	35*	10
8.36	40	50	55	30	40	45	8
13.29	55	65	75	40	50	60	6
21.14	70	85	95	55	65	75	4
26.66	85	100	110	65	75	85	3

Referencia: National Electrical Code.

**Nota:** a menos que se mencione otra cosa en otro lugar de esta norma, la protección contra sobrecorriente de los conductores marcadas con un asterisco (\*) no debe superar 15 A para 2.08 mm<sup>2</sup> (14 AVJG); 20 A para 3.31 mm<sup>2</sup> (12 AWG); 30 A para 5.26 mm<sup>2</sup> (10 AWG), todos de cobre, y 15 A para 3.3 mm<sup>2</sup> (12 AWG1 y 15 A para 5.25 mm<sup>2</sup> 110 AWG) de aluminio y aluminio recubierto de cobre, una vez aplicados todos los factores de corrección por temperatura ambiente y por número de conductores.

Capacidad de corriente (en amperes) de conductores permitida con aislamiento de 0 – 2000 V, 60 °C a 90 °C (140 °C a 194 °F); no más de 3 conductores en una bandeja, cable o en entierro directo, con base en una temperatura ambiental de 30 °C (86 °F).

**Tabla 12. Capacidad de corriente en amperes**

TAMAÑO DEL CONDUCTOR AWG O KCMIL (MCM)	RANGO DE TEMPERATURA DEL CONDUCTOR		
	60 °C (140 °F)	75 °C (167 °F)	90 °C (194 °F)
18	-	-	14
16	-	-	18
14	20*	20*	25*
12	25*	25*	30*
10	30	35*	40*
8	40	50	55
6	55	65	75
4	70	85	95
3	85	100	110
2	95	115	130
1	110	130	150
1/0	125	150	170
2/0	145	175	195
3/0	165	200	225
4/0	195	230	260
250	215	255	290
300	240	285	320
350	260	310	350
400	280	355	380
500	320	380	430
600	355	420	475

- Todos los conductores para las instalaciones eléctricas residenciales se incorporarán dentro de las tuberías, mismas que tienen que ser empotradas o sobrepuestas.
- Para identificar las fases de los conductores es necesario utilizar el siguiente código de colores, de acuerdo con la tabla 13.

**Tabla 13. Código de colores**

CONDUCTOR	COLOR
Neutro	Blanco
Tierra	Verde, verde con franja amarilla
Fase	Rojo, azul, negro, amarillo o cualquier otro color diferente a neutro y tierra

## Alimentación eléctrica de la instalación

A través del sistema de distribución se toma la energía del medidor (punto de entrega) y se conduce hasta el centro de carga, más conocido como tablero de distribución. La alimentación eléctrica de la instalación tiene que cumplir las reglas del servicio público local, así como la ABNT y IEC, evitando las conexiones ilegales que ponen en riesgo a las personas y a todo el sistema de distribución.

### Valores de tensión

De acuerdo con la región, las posibles conexiones y voltaje pueden ser estos tipos de suministro eléctrico:

- **Monofásico:** con dos cables, uno fase y otro neutro, con una tensión de 120/240 V. Se utiliza con frecuencia en los casos en que la potencia activa total de la instalación es inferior a 10 kW.
- **Bifásico:** con tres cables, dos fases y un neutro, con 127 V de tensión entre fase y neutro y 220 V entre fase y fase. Por lo general, se usa en los casos en que la potencia activa total de la instalación es superior a 10 kW e inferior a 25 kW. Es el más recurrente en instalaciones residenciales.
- **Trifásico:** con cuatro cables: tres fases y un neutro, con 127 V entre fase y neutro y 220 V entre fase y la tensión de fase. Normalmente se emplea cuando la potencia activa total de la instalación es superior a 25 kW y menor de 75 kW, o cuando hay motores trifásicos de CA (corriente alterna) conectados a la instalación, por ejemplo, en pequeñas industrias y en ebanistería.

### Cuadro de distribución

Se denomina así al cuadro eléctrico o centro de carga, es decir, al centro de toda la instalación eléctrica de una residencia en el que se alojan los dispositivos de protección (fusibles, protecciones magnetotérmicas y diferenciales). El cuadro de distribución es construido con dispositivos modulares, también conocidos como cuadros normalizados DIN. La fijación de los dispositivos en el riel DIN se realiza por simples acoplamientos.

En el cuadro se pueden incorporar otros dispositivos modulares: disyuntores, interruptores diferenciales, dispositivos de protección contra sobretensiones (DPS), etc. El cuadro es el centro de la distribución, pues recibe los conductores que vienen del medidor. Los cuadros incluyen una señalética de advertencia, indicada en el tablero, que puede venir de fábrica o ser colocada en el local de la obra.

Del cuadro de distribución parten otros circuitos terminales que alimentarán directamente las lámparas/bombillas, enchufes y aparatos eléctricos.

La instalación de los cuadros se hará dentro de la residencia y estarán dispuestos lo más cerca posible del punto de entrada de la fuente de alimentación. Es importante asegurarse de que el lugar sea espacioso, permitir la libre circulación y vigilar que no haya objetos que impidan u obstruyan el acceso a la estructura.

Los cuadros de distribución no se pueden instalar en los siguientes lugares:

- Baños.
- Interior de gabinetes o espacios en los que se pueden acomodar estantes, armarios y muebles empotrados en general.
- Encima o debajo de los puntos de agua (lavabos, duchas...).
- Encima de aparatos de calentamiento.
- Al aire libre.
- Tramos de escaleras.

En el centro de carga se observan los componentes y las conexiones realizadas. Allí se encuentran:

- Interruptor diferencial.
- Disyuntores con dos circuitos terminales monofásicos que reciben la fase del disyuntor general y distribuyen a los circuitos terminales.
- Bus de neutro para hacer la conexión de los conductores neutros de los circuitos terminales con el neutro del circuito de distribución. Se tiene que aislar eléctricamente de la caja del cuadro general.
- Bus del conductor de protección (cable de tierra) que se conecta eléctricamente a la caja del cuadro general.
- Riel DIN para montaje de dispositivos modulares.
- Dispositivos de protección contra sobretensiones.

## Levantamiento de potencias (cargas)

Se realiza mediante una previsión de las cargas mínimas de iluminación y tomacorrientes que se van a instalar, posibilitando así que se determine la potencia total planeada para la instalación eléctrica residencial.

En diseños de instalación eléctrica es común como un elemento de arquitectura denominado de planta baja o simplemente planta. Se podría decir que representa la vista desde arriba de una casa/edificación y que muestra detalles de las paredes, puertas, ventanas y medidas principales.

La planta servirá de ejemplo para el levantamiento de las potencias.

### Condiciones para el establecimiento de la cantidad mínima de puntos de luz:

**Tabla 14. Distancia que debe respetarse para la instalación de tomacorrientes, interruptores y puntos de luz.**

Para área igual o inferior a 6 m <sup>2</sup>	Atribuir un mínimo de 100 VA
Para área superior a 6 m <sup>2</sup>	Atribuir un mínimo de 100 VA para los primeros 6m <sup>2</sup> , incrementado 60 VA para cada aumento de 4m <sup>2</sup> enteros

### Condiciones para establecer la potencia mínima de iluminación

La carga de iluminación se establece en función del área de la sala de la residencia.

Recomendaciones del estándar ABNT NBR 5410 2004 (IEC 60364 *Electrical Installations of Buildings*) para levantamiento de carga de puntos de enchufes y circuitos independientes.

### Condiciones para establecer el número mínimo de puntos para tomacorrientes

El punto de enchufe es aquel en el que se realiza la conexión de equipos para la instalación eléctrica. Un punto puede tener una o más salidas.

**Tabla 15. Condiciones para establecer el número mínimo de puntos para tomacorrientes**

LOCAL	CANTIDAD MÍNIMA	POTENCIA MÍNIMA (VA)	OBSERVACIONES
Baños (local con bañera y duchas)	1 punto junto al lavabo	600	La distancia mínima será de 60 cm de la bañera o del baño. Para más de un enchufe la potencia mínima será de 600 VA por enchufe.
Cocina, comedor, cocina y comedor, área de servicio, lavandería y sitios similares	1 punto por cada 3.5 m o fracción de perímetro independientemente del área	600 por punto de enchufe, hasta 3 puntos, y 100 por punto adicional	Sobre cada encimera se colocan al menos dos puntos de enchufe en el mismo punto o en diferentes puntos. No se puede instalar cerca del fregadero.
Balcón, sótano, garajes o áticos	1	100	Admite que el punto de enchufe no sea instalado en el propio balcón, pero cerca de su acceso, cuando, por causa de la construcción, no se permite hacer el punto.
Habitaciones y dormitorios	1 punto por cada 5 m o fracción de perímetro, espaciadas tan uniformemente como sea posible	100	En el caso de las salas de estar es posible que un punto de enchufe se utilice para múltiples dispositivos; por lo tanto, se recomienda equiparla con la cantidad necesaria de enchufes.
Otras dependencias	1 punto de enchufe por cada 5 m o fracción de perímetro si el área de la dependencia es mayor que 6 m <sup>2</sup> . Los puntos se espaciarán de forma tan uniforme como sea posible	100	Cuando el área de la habitación o la dependencia es igual o inferior a 2.25 m <sup>2</sup> , este punto se posiciona fuera de la habitación o dependencia, en el máximo de 80 cm desde la puerta de acceso.

En muchas aplicaciones es conveniente prever una cantidad de tomacorrientes mucho mayor que el mínimo calculado, evitando así el uso de extensiones y adaptadores eléctricos que, además de desperdiciar energía, pueden poner en peligro la seguridad de la instalación.

### Condiciones para establecer el número de circuitos independientes

- Se determina según el número de dispositivos con una corriente nominal de 10 A.
- Se destinan a la conexión de las instalaciones fijas de ducha, grifo eléctrico y secadora.

- La potencia nominal necesaria para el equipo debe atribuirse al circuito.

- **Equipos:**

- Calentadores de agua.
- Sistemas de calefacción.
- Aspiradora residencial.
- Afeitadora eléctrica.
- Batidora.
- Caja registradora.
- Ducha.
- Aire acondicionado central.
- Congelador.
- Fotocopiadora.
- Ventilación residencial para cocina.
- Plancha.
- Horno eléctrico.
- Horno de microondas.
- Refrigerador.
- Licuadora.
- Computadora.
- Secadora de pelo.
- Secadora residencial de ropa.
- Televisión.
- Grifo.
- Tostadora.
- Ventilador portable.

Las potencias enumeradas pueden diferir de la potencia nominal de los dispositivos que se utilizan realmente. Revise siempre el instructivo acerca de las cantidades indicadas por el fabricante.

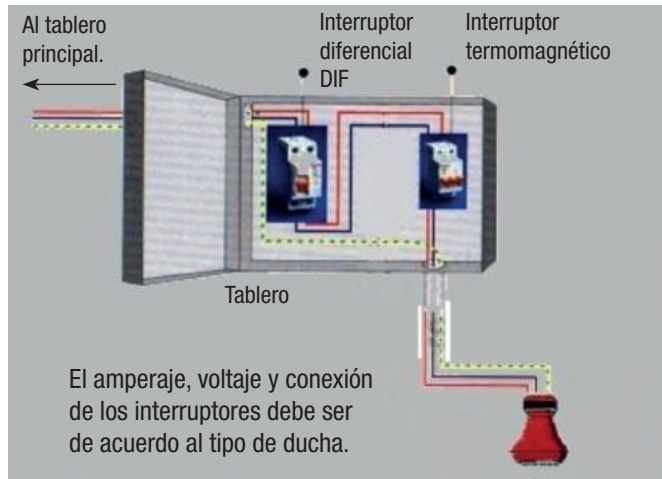
**Tabla 16. Condiciones que establecen las potencias mínimas de los enchufes de corriente**

Baños, cocinas, despensas, áreas de servicio, lavanderías y lugares similares.	Al menos 600 VA por punto de enchufe, hasta 3 tomacorrientes o 100 VA para los excedentes.
Otras habitaciones o dependencias.	Al menos 100 tomacorrientes. VA por punto de tomacorrientes.

### Puntos de tomacorrientes dedicados/uso específico

Están destinados a la conexión de equipos fijos y estacionarios como se muestra en la siguiente figura (ducha, grifo eléctrico y secadora).





### Condiciones para establecer la cantidad de tomacorrientes dedicados

La cantidad de puntos de enchufes dedicados se establece de acuerdo con el número de aparatos que se utilizarán y estarán fijos en una posición concreta en el entorno.

**Nota:** la conexión de los calentadores eléctricos de agua hasta el punto de uso se instalará de forma directa, sin utilizar tomacorrientes y con los conectores adecuados (capuchones). Este es el caso, por ejemplo, de la ducha y el grifo eléctrico. Se instalará la cantidad mínima de puntos de tomacorrientes y tomacorrientes dedicados en el baño. En las tablas se indica la numeración que se encuentra en las normas NEC.

**Tabla 17. Cantidad mínima de puntos de tomas dedicadas según las cargas de puntos de enchufes**

ESTANCIA	CIRCUITO	MECANISMO	Nº MÍNIMO	SUPERF./LONGITUD
Acceso	C <sub>1</sub>	Pulsador timbre	1	---
Vestíbulo	C <sub>1</sub>	Punto de luz Interruptor 10.A	1	---
	C <sub>2</sub>	Base 16 A 2p+ T	1	---
Sala de estar o salón	C <sub>1</sub>	Punto de luz Interruptor 10 A	1	Hasta 10 m <sup>2</sup> (dos si S > 10 m <sup>2</sup> ) uno por cada punto de luz
	C <sub>2</sub>	Base 16 A 2p+T	3 <sup>(1)</sup>	una por cada 6 m <sup>2</sup> , redondeado al entero superior
	C <sub>8</sub>	Toma de calefacción	1	Hasta 10 m <sup>2</sup> (dos si S > 10 m <sup>2</sup> )
	C <sub>9</sub>	Toma de aire acondicionado	1	Hasta 10 m <sup>2</sup> (dos si S > 10 m <sup>2</sup> )
Dormitorios	C <sub>1</sub>	Puntos de luz Interruptor 10 A	1	Hasta 10 m <sup>2</sup> (dos si S > 10 m <sup>2</sup> ) uno por cada punto de luz
	C <sub>2</sub>	Base 16 A 2p+T	3 <sup>(1)</sup>	Una por cada 6 m <sup>2</sup> , redondeando al entero superior
	C <sub>8</sub>	Toma de calefacción	1	---
	C <sub>9</sub>	Toma de aire acondicionado	1	---

Baños	C <sub>1</sub>	Punto de luz	1	---
		Interruptor 10 A	1	---
	C <sub>5</sub>	Base 16 A 2p+T	1	---
	C <sub>8</sub>	Toma de calefacción	1	---
Pasillos o distribuidores	C <sub>1</sub>	Puntos de luz	1	Uno cada 5 m de longitud uno en cada acceso
		Interruptor/Conmutador 10 A	1	
	C <sub>2</sub>	Base 16 A 2p+T	1 <sup>1)</sup>	Hasta 5 m (dos si L > 5 m)
	C <sub>8</sub>	Toma de calefacción	1	---
Cocina	C <sub>1</sub>	Puntos de luz	1	Hasta 10 m <sup>2</sup> (dos si S > 10 m <sup>2</sup> ) uno por cada punto de luz
		Interruptor 10 A	1	
	C <sub>2</sub>	Base 16 A 2p+T	2	Extractor y frigorífico
	C <sub>3</sub>	Base 25 A 2p+T	1	Cocina/horno
	C <sub>4</sub>	Base 16 A 2p+T	3	Lavadora, lavavajillas y termo
	C <sub>5</sub>	Base 16 A 2p+T	3 <sup>(2)</sup>	Encima del plano de trabajo
	C <sub>8</sub>	Toma calefacción	1	---
	C <sub>10</sub>	Base 16 A 2p+T	1	Secadora
Terrazas y vestidores	C <sub>1</sub>	Punto de luz	1	Hasta 10 m <sup>2</sup> (dos si S > 10 m <sup>2</sup> ) uno por cada punto de luz
		Interruptor 10 A	1	
Estacionamientos unifamiliares y otros	C <sub>1</sub>	Puntos de luz	1	Hasta 10 m <sup>2</sup> (dos si S > 10 m <sup>2</sup> ) uno por cada punto de luz
		Interruptor 10 A	1	
	C <sub>2</sub>	Base 16 A 2P + T	1	Hasta 10 m <sup>2</sup> (dos si S > 10 m <sup>2</sup> )

## Levantamiento de la potencia total

El tipo de alimentación, la tensión y la potencia aparente de entrada se fijan en función de la potencia activa total.

**Tabla 18. Cálculo del alimentador de acuerdo con la carga**

Cálculo de la potencia activa de iluminación y tomacorrientes	Potencia de iluminación 1080 VA Factor de potencia a adoptar = 1,0	1080 VA x 1.0 = 1080 W
	Potencia de los enchufes 6900 VA Factor de potencia a adoptar = 0,8	6900 VA x 0.8 = 5520 W
Cálculo de la potencia activa total	Potencia activa de iluminación = 1080 W	
	Potencia activa de los puntos de enchufes = 5520 W	Potencia activa de los puntos de enchufes dedicadas o especiales
		= 12100 W
		18700 W

**Nota:** en este caso, la potencia es bifásica, con una tensión de 120 V o 127 V entre fase y neutro y 240 o 220 V entre fase y fase.

## Dispositivos de protección

Protegen la instalación de posibles accidentes debido a fallas en los circuitos, abriendo el circuito tan pronto como se detecte la falla. Los principales dispositivos de protección son:

- Interruptor de circuito (IC).
- Disyuntor de corriente residual (DR).
- Dispositivo de protección contra sobretensiones (DPS).

### Disyuntor

Dispositivo utilizado para el control y protección de los circuitos contra sobrecargas y cortocircuitos en instalaciones eléctricas. El disyuntor de circuito protege los cables del circuito. Cuando se produce una corriente elevada, originada por una sobrecarga o un cortocircuito, el disyuntor se abre automáticamente.

### Función básica del disyuntor

Ofrece protección a los conductores del circuito de tal forma que se desactiva automáticamente en caso de un exceso de corriente causada por un cortocircuito o una sobrecarga.

Permiten la operación manual: al manipularlo como un interruptor secciona solo el circuito requerido en un eventual mantenimiento.

También se puede apagar manualmente para realizar un servicio de mantenimiento. Los interruptores automáticos para instalaciones domésticas tienen que cumplir con los estándares NBR IEC 60898. Esta norma requiere que los disyuntores trabajen con corrientes nominales de hasta 125 A con una capacidad de cortocircuito manual de hasta 25 000 A en tensión hasta 440 V.



## Funcionamiento del disyuntor

En el caso de una sobrecorriente, probablemente producida por una sobrecarga o un cortocircuito, el interruptor de circuito actúa interrumpiendo el circuito eléctrico con el fin de protegerlo. Estos disyuntores termomagnéticos tienen un elemento térmico contra sobrecargas y un elemento magnético contra cortocircuitos. Cuando hay un exceso de corriente que fluye en un circuito se dice que hay una sobrecarga de corriente más allá de la esperada.

Cuando aparece esta condición en un circuito, el mecanismo de disparo, que protege contra las sobrecargas de circuito, se activa y apaga el circuito. Hay que tener en cuenta que aquí la sobrecarga es de hasta  $10 \times I_n$  (corriente nominal).

El mecanismo de disparo se llama bimetálico y comprende dos metales con diferente coeficiente de dilatación térmica, o con distintos coeficientes de expansión térmica (puede dilatarse o expandirse). Si hay una sobrecarga a largo plazo el relé bimetálico interviene en el mecanismo de disparo abriendo el circuito, mientras que si se produce un cortocircuito, el mecanismo magnético actúa sobre el mecanismo de disparo poniendo en marcha el circuito instantáneamente.

Un cortocircuito se puede definir como un aumento brusco en la carga de un circuito, por encima de  $10 \times I_n$ .

Los tipos de disyuntores termomagnéticos tienen que estar conectados a los conductores de fase de los circuitos. Los más utilizados en el mercado son: monopolar, bipolar y tripolar.

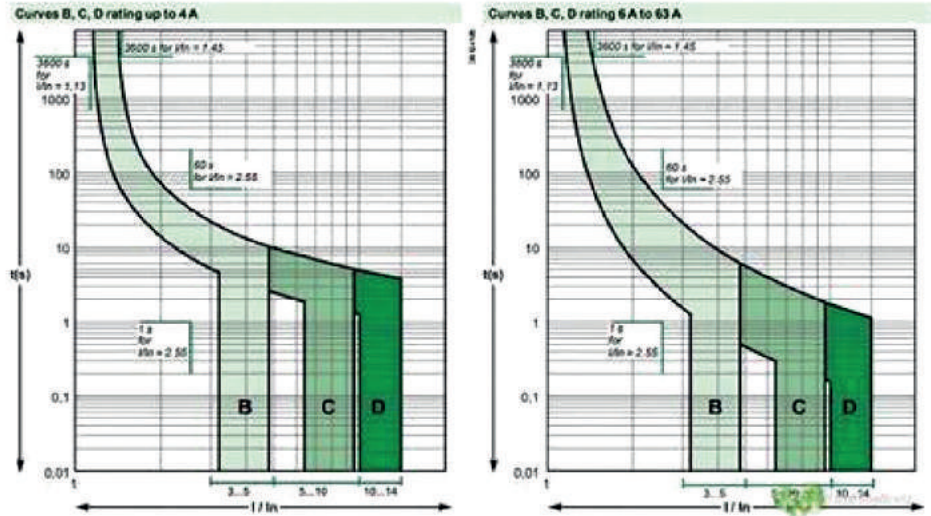
## Elección de la corriente nominal

Corrientes nominales: la norma NBR IEC 60898 (disyuntores residenciales) define la corriente nominal ( $I_n$ ) como la corriente que el interruptor de circuito puede manejar de forma continua a una temperatura de referencia de  $30 \text{ }^\circ\text{C}$ . Los valores preferidos designados por la ABNT NBR NM 60898 son: 6, 10, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100 y 125 A.

La corriente nominal ( $I_n$ ) será mayor o igual a la corriente de diseño del circuito y menor o igual a la corriente que es compatible con los conductores/cables.

## Elección de la curva de disparo (acción instantánea)

Para la operación instantánea del disyuntor, el Estándar NBR NM 60898 define las curvas B, C y D que se muestran en la gráfica.



- **Curva de disparo magnético B:** actúa entre 3 y 5 x In (corriente nominal) para circuitos resistivos (duchas, lámparas incandescentes, etc.).
- **Curva de disparo magnético C:** actúa entre 5 y 10 x In (corriente nominal) para los circuitos de iluminación fluorescente, puntos de enchufes y aplicaciones generales.
- **Curva de disparo magnético D:** actúa entre 10 e 20 x In (corriente nominal) para los circuitos con alta corriente de energización (ver gráfico de la curva anterior).

El disyuntor de circuito lleva esa información registrada en el producto. La indicación consta de la letra de la definición de la curva de actuación, seguida por el valor de la corriente nominal. Así, por ejemplo, un C16 marcado significa que el disyuntor es de tipo C (o de la curva C), su corriente nominal es 16 A, y la capacidad de interrupción dada en miles de amperios (KA). Recordemos que la capacidad de interrupción es la capacidad del disyuntor para asegurar el funcionamiento normal después de haber interrumpido corrientes de cortocircuito y se da en KA.

Otro ejemplo: una marcación 3000 significa que la capacidad de interrupción del disyuntor es de 3000 A o 3K A.

### Desclasificación por temperatura del disyuntor

Para el levantamiento de la curva de disparo del disyuntor la norma NBR NM 60898 define la temperatura de referencia, por lo general 30 °C. Cuando se instala en la temperatura por encima de este valor la misma corriente de disparo se disminuye y esta reducción se conoce como desclasificación por temperatura del disyuntor.

Ejemplo:

En el interruptor C60N calibrado a 10 A con la temperatura de referencia de 30 °C, puesto en la parte inferior del cuadro, donde la temperatura ambiente es de 60 °C, la máxima corriente de trabajo es 7.8 A.

### Peines de conexión eléctrica

Permiten la alimentación simultánea de varios dispositivos. Se pueden cortar en el tamaño deseado gracias a las guías en las barras de cobre y alimentarlos a través de cables semirrígidos de hasta 16 mm<sup>2</sup> directamente a los terminales o hasta 25mm<sup>2</sup> usando los extremos de entrada de energía.

### Dispositivo de bloqueo

Bloquea el dispositivo en la posición “abierto” o “cerrado” para evitar maniobras de personas no autorizadas, lo que garantiza una mayor seguridad a los usuarios e instalaciones.

### Dispositivo de protección contra sobretensiones (DPS)

#### Formación del rayo

El fenómeno atmosférico del rayo se produce por la descarga brusca de electricidad acumulada dentro de las nubes de tormenta. En el caso de las tormentas, la nube se carga muy rápidamente de electricidad. Es así que se comporta como un condensador gigante con el sol. Las primeras luces aparecen dentro de la nube (fase de desarrollo) y en la siguiente media hora cuando hay suficiente energía almacenada, mientras que los rayos son flashes que se forman entre la nube y el sol, que pueden ir acompañados por la lluvia (etapa de madurez) y los truenos (debido a la brutal dilatación del aire recalentado por el arco eléctrico). Cada vez más, la actividad de las nubes disminuye, al tiempo que la descarga se intensifica y se acompaña de fuertes lluvias, granizo y vientos violentos (fase de descargas).

#### Descargas

Hay dos categorías de descarga:

- **Directa:** la electricidad provoca daños a la propiedad: incendios, caída de árboles, etc.).
- **Indirecta:** descarga cerca de una instalación eléctrica que se propaga y causa sobrecargas en las redes.

Cada descarga provoca una sobretensión (tensión con valor por encima del valor nominal de la red eléctrica) que puede interrumpir las redes de diferentes maneras.

- Impacto directo en las líneas externas aéreas.
- Campo electromagnético.
- Potencial de tierra.

Estas sobretensiones se superponen a la tensión nominal de la red, que puede afectar los equipos de diferentes maneras, inclusive a varios kilómetros desde el punto de descarga. Las más comunes son:

- Destrucción o debilitamiento de componentes electrónicos.
- Destrozo de circuitos impresos (pistas que se diseñan en una placa de baquelita donde se acoplan los diferentes dispositivos electrónicos que arman un circuito eléctrico).
- Bloqueo o perturbación del funcionamiento de los dispositivos.
- Envejecimiento acelerado de los materiales.

## Dispositivos de protección

Para hacer frente a las diferentes características de las instalaciones que van a ser protegidas, como: nivel de riesgo, tamaño de la construcción, tipo de equipos que deben resguardarse, etc., la protección contra la caída de rayos se puede realizar con la ayuda de dispositivos que es posible instalar en el interior o en el exterior de edificios.

### Protecciones externas

Para prevenir incendios y degradaciones que pueden causar un impacto directo de la descarga en el edificio. Se llevan a cabo de acuerdo con las situaciones, por ejemplo, al instalar un pararrayos. Estos dispositivos se montan en las partes más altas de los edificios con el fin de ofrecer un “camino” para el rayo sin que llegue al edificio. La sobretensión transitoria se desvía a tierra gracias a uno o varios conductores previstos para ello.

### Protecciones internas

Para salvaguardar las cargas conectadas a los circuitos eléctricos. Estos dispositivos están formados principalmente por pararrayos y son conocidos porque limitan sobretensiones y eliminan la corriente de descarga.



## Protección de las instalaciones eléctricas contra surtos sobretensiones eléctricas, uso de dispositivos DPS (dispositivo de protección contra surtos, sobretensiones)

El DPS protege el cableado y componentes contra la sobretensión causada directamente por un rayo en el edificio o instalación o indirectamente motivada por la caída de rayos cerca del sitio. En algunos casos, la sobretensión también puede ser la consecuencia de ligamentos o paradas que se producen en las redes de distribución del concesionario eléctrico.

En muchas ocasiones, las sobretensiones son responsables de daños en equipos electrónicos y electrodomésticos, en particular los más sensibles, como computadoras, impresoras, escáneres, televisores, reproductores de DVD, fax, contestadores automáticos, teléfonos inalámbricos, etc.

### Dónde y qué tipo de DPS usar

La localización y el tipo de DPS dependen de la protección que se busca para combatir los efectos de las descargas directas o indirectas.

La norma ABNT NBR 5410:2004 (IEC 60364 *Electrical Installations of Buildings*) requiere el uso de DPS en ambos casos:

- En edificios alimentados por líneas aéreas.
- En edificios con pararrayos.

En el primer caso, el objetivo es proteger contra las sobretensiones originadas por las descargas indirectas. En el segundo, la preocupación es el efecto de las descargas directas.

En la protección general que la norma NBR 5410: 2004 establece para instalaciones eléctricas en edificios equipados con la construcción de pararrayos, se dice que se debe instalar DPS de clase I. El DPS de clase II se instala en el cuadro principal y se queda lo más cerca posible del punto de entrada.

### DPS Protectores de clase I

Según la norma IEC 61643-11<sup>2</sup> los protectores de sobretensiones que pertenecen a esta clase son equipos capaces de soportar ondas de gran energía del tipo 10/350  $\mu$ s. Se recomienda su uso en acometidas de baja tensión en el cuadro del tablero general, con las aguas debajo del totalizador general.

Los protectores de clase I son necesarios cuando se espera una descarga directa del rayo en las siguientes situaciones:



- Edificios de gran altura (más de 35 m) con sistema de protección externa contra rayos.
- Preservación de industrias con sistemas de protección externa.
- Hospitales, edificios públicos o de patrimonio cultural, etc., con distancias inferiores a 50 m de una instalación con protección externa.
- Salvaguarda de viviendas rurales con sistema de protección externa.

### DPS Protectores clase II

- Con capacidad para derivar a tierra corrientes altas en curva 8/20  $\mu$ s.
- Nivel de protección ( $U_p$ ) medio.
- Son los más ampliamente utilizados porque ofrecen un nivel de protección compatible con la mayoría de equipos que se conectan a la red de alimentación.
- Su uso es adecuado como protección media cuando se tienen instalados protectores de tipo I como primer escalón en viviendas o comercios.
- Se instalan siempre aguas abajo de los protectores tipo I, en todas las instalaciones con protección externa, en el cuadro de baja tensión. Su instalación en cabecera será suficiente cuando no exista protección externa.

### Instalación del DPS

El DPS se emplaza cerca del origen de la instalación o del cuadro de distribución principal. No obstante, puede ser necesario colocar un DPS adicional para proteger equipos sensibles, y también cuando la distancia del DPS instalado en el cuadro principal es amplia ( $> 30$  m). Estos DPS secundarios se coordinan con DPS anteriores.

La capacidad del DPS se define al tener en cuenta dos factores:

- Si la localización es más propensa a la caída de rayos se elige un DPS con mayor intensidad.
- Si la localización es menos propensa a la caída de rayos se elige un DPS con menor intensidad.

Las intensidades más utilizadas en el mercado son: 20 kA, 40 kA y 65 kA. En instalaciones residenciales, donde el conductor neutro es aterrado (se

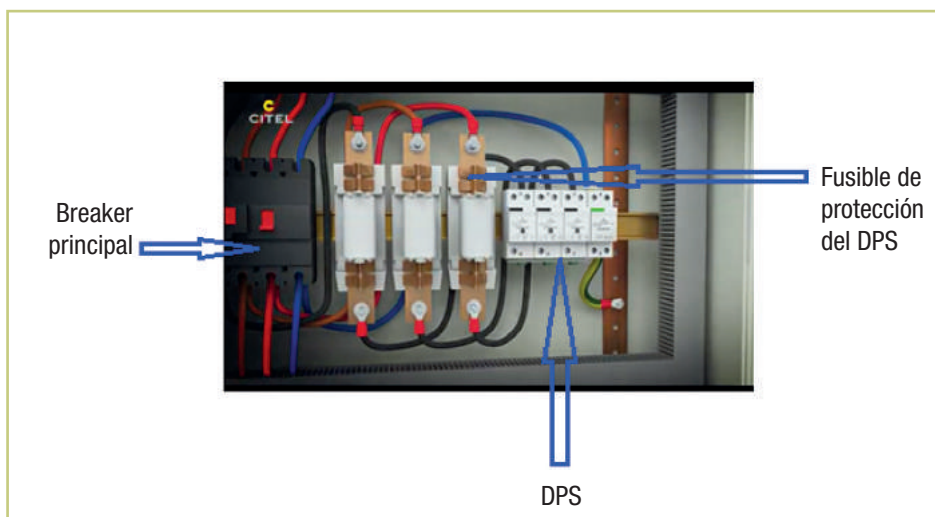
conecta a un sistema de puesta a tierra) en el patrón de entrada de la construcción, los DPS se conectan entre los conductores de fase y la barra de puesta a tierra del cuadro de distribución.

### Instalación de los DPS en punto de entrada o en el cuadro de distribución principal

El DPS se instala en el edificio o en la red de distribución principal, pero siempre lo más cerca posible del punto de entrada de la línea eléctrica.

Diagramas de cableado en el punto de entrada de línea de alimentación o en el cuadro principal del edificio, de acuerdo con la ABNT NBR 5410 (IEC 60364 *Electrical Installations of Buildings*):

- Con neutro no conectado en el bus de equipotencial BEP (opción 1).
- Con neutro aterrado, pero no en el bus de equipotencial BEP.
- Línea eléctrica sin neutro.



**Nota:** el DPS se conecta a cada conductor de fase favoreciendo condiciones de flujo de corriente para el sistema de puesta a tierra.

El tamaño de cada conductor de conexión del DPS al conductor de fase, más el tamaño de cada conductor de conexión del DPS a la barra de puesta a tierra, no podrá superar los 50 cm.

La sección del cable no debe ser inferior a 4 mm<sup>2</sup>. Para la clase I, cuando hay un sistema de protección contra el rayo, la sección no debe ser inferior a 16 mm<sup>2</sup>.

Después de la elección de DPS es necesario elegir el disyuntor de desconexión apropiado para la protección de la instalación:

- La capacidad de interrupción del disyuntor debe ser compatible con la de interrupción.
- Cada conductor activo se protege; por ejemplo, en un DPS 1P + N se hace con un disyuntor de desconexión bipolar (2P).

**Nota:** la protección contra sobretensiones originadas por un rayo se puede ignorar si el resultado de esta omisión es un riesgo calculado, asumido y estrictamente material. En ningún caso se podrá eludir si estas consecuencias proporcionan un riesgo directo o indirecto para la seguridad y la salud de las personas.

La instalación de dispositivos de protección contra sobretensiones DPS se realiza con la impedancia común (resistencia) más baja posible entre el sistema de puesta a tierra y el circuito que se va a proteger. El tamaño del conductor en serie con el limitador de tensión será lo más corto posible.

Aunque con un mal aterramiento se pueden preservar eficazmente los equipos contra sobretensiones externas, es suficiente conectar el limitador de tensión a la masa (carcasa o estructura metálica) del equipo con el cable más corto posible.

### Dispositivo diferencial residual DDR

Consta de un disyuntor termomagnético acoplado a otro dispositivo: el diferencial residual. Por lo tanto, combina las dos funciones:

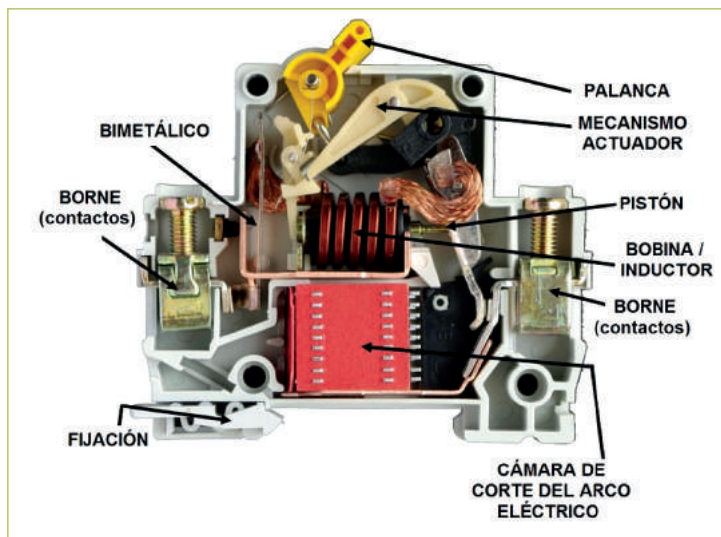
- El disyuntor termomagnético protege los conductores del circuito contra sobrecarga y cortocircuito.
- El disyuntor diferencial protege a las personas contra descargas eléctricas por los contactos directos e indirectos.

El DDR preserva a las personas y a los animales de los efectos de una descarga eléctrica por contacto directo o indirecto (causada por la corriente de fuga) y también protege de incendios. Está compuesto por un interruptor acoplado a otro dispositivo: el diferencial residual.

Por lo tanto, combina dos cometidos:

- El disyuntor enciende y apaga manualmente el circuito.
- El dispositivo de corriente residual (interno) protege a las personas contra descargas eléctricas de los contactos directos e indirectos.

## Funcionamiento del dispositivo DR



Las bobinas principales se enrollan sobre el núcleo magnético con el fin de determinar en qué momento la corriente es atravesada por dos flujos magnéticos iguales y opuestos, de modo que, en condiciones de funcionamiento normal, el flujo resultante sea cero. La bobina secundaria está conectada al relé polarizado.

Si la corriente diferencial-residual (es decir, la corriente que fluye a la tierra) es mayor que el límite de actuación IDN, la bobina secundaria enviará una señal suficiente para causar la apertura del relé polarizado y, por lo tanto, de los contactos principales.

Para comprobar las condiciones de funcionamiento del dispositivo se activa el botón de prueba (T), que crea un “desequilibrio” de dicha corriente que provoca una acción del dispositivo diferencial y la consiguiente apertura de los contactos principales.

### Protección del DDR

El dispositivo DR salvaguarda a las personas y a los animales contra descargas eléctricas de los contactos directos o indirectos para producir una corriente a tierra.

### Protección básica (contacto directo)

Contacto accidental, ya sea por los fallos de aislamiento, ruptura o eliminación inadecuada de partes aislantes. También se puede provocar por la actitud imprudente de una persona que manipula una parte eléctrica normalmente energizada (parte en vivo).

## Protección supletiva (contacto indirecto)

Contacto entre una persona y una parte metálica de una instalación o componente, normalmente sin tensión, pero que puede quedarse energizado por un fallo de aislamiento o debido a un fallo interno.

En condiciones normales, la corriente que entra en el circuito es igual a la que sale cuando se produce un fallo, generando así la corriente de fuga. La corriente de salida es menor que la de entrada, ya que una parte se pierde en el fallo de aislamiento. El dispositivo DR es capaz de detectar cualquier corriente de fuga y, cuando esto ocurre, el circuito se apaga automáticamente. Como la desconexión del circuito es instantáneo, la persona no sufre ningún problema físico grave como consecuencia de una descarga eléctrica, como podría ser paro respiratorio, paro cardíaco o quemaduras.

El D-DDR (corriente residual) no protege de cortocircuito o sobrecarga, por lo tanto, no se debe eliminar el uso del disyuntor en el circuito; los dos se conectan en serie y el DR viene después del disyuntor.

La norma NBR 5410 2004 recomienda el uso del dispositivo DR (corriente residual) en todos los circuitos, especialmente en las zonas frías y húmedas o sujetas a la humedad, como cocinas, baños, áreas de lavandería y zonas exteriores (piscinas, jardines). El DDR, así como el disyuntor del circuito, también se puede desconectar manualmente si es necesario.

**Tabla 19. Efectos de la corriente en el cuerpo**

EFECTOS DE LA CORRIENTE EN EL CUERPO HUMANO	
1 A	Paro cardíaco
75 Ma	Riesgo de fibrilación cardíaca irreversible
30 mA	Ningún efecto peligroso si hay interrupción en 5 segundos - límite de parálisis respiratoria
10 Ma	Contracción muscular leve
0.5 Ma	Sensación de entumecimiento

## Incendios

Alrededor del 30 % de los incendios en los edificios se producen debido a una falla eléctrica. La más común tiene que ver con el deterioro de aislamiento de los conductores, entre otras cosas debido a:

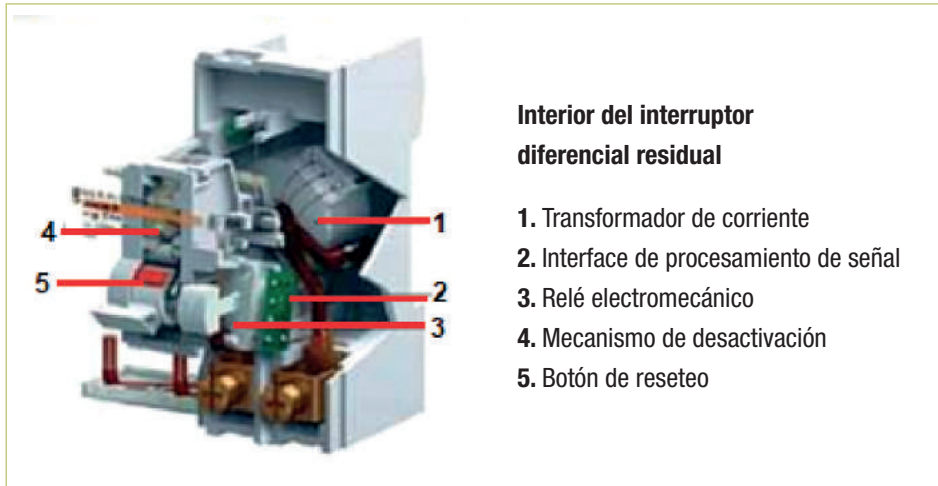
- Rotura repentina y accidental del aislamiento del conductor.
- Envejecimiento y ruptura definitiva del aislante del conductor.
- Cables no dimensionados adecuadamente.

Los resultados de diversas pruebas han demostrado que una corriente de fuga pequeña (unos pocos miliamperios) puede producir un incendio de tan solo 300 mA.

El aislamiento de la maquinaria o equipo se deteriora con el tiempo, lo que da lugar a corrientes de fuga que aumentarán hasta producir un incendio dentro de la máquina.

### Tipos de interruptor diferencial residual

En el mercado encontramos dos tipos de interruptor diferencial residual de alta y baja sensibilidad (30 mA - protegen a las personas / 300 mA protegen contra incendios): bipolar y tetrapolar.



### Circuitos protegidos con DR

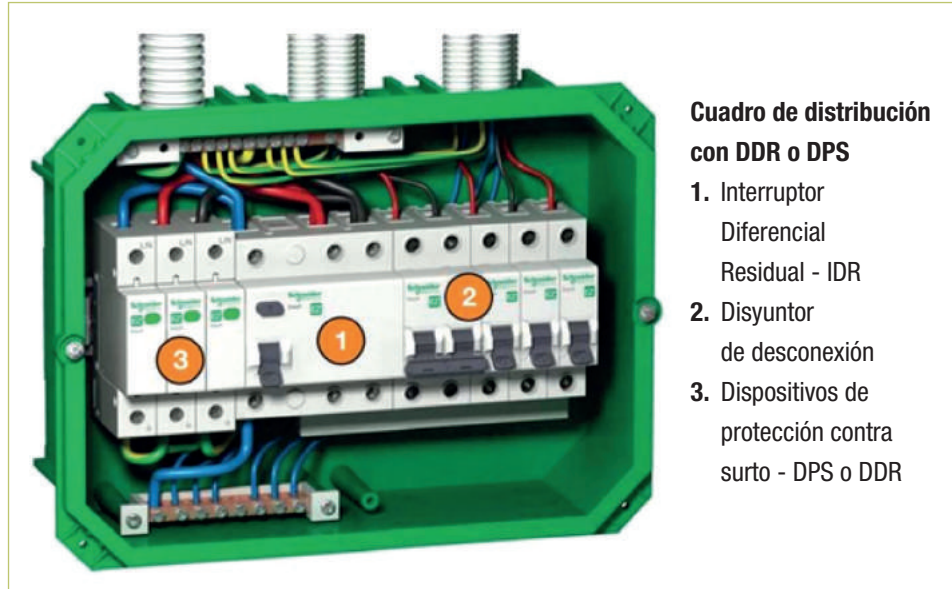
- Circuitos que alimenten enchufes localizados en áreas externas al edificio.
- Circuitos que alimenten enchufes situados en las áreas interiores que pueden alimentar los equipos en la parte exterior.
- Circuitos de extensión y del alumbrado exterior, tales como jardines.

### Áreas en las cuales no son necesarios los DDR

- Circuitos en áreas húmedas.
- Dependencias internas mojadas en uso normal o sujetas a limpiezas.
- Circuitos que sirven a las salidas de uso en lugares con bañera o ducha.
- Puntos de uso en las cocinas, despensas, lavanderías, áreas de servicio, garajes y otras dependencias internas mojadas o sujetas a limpieza.

Es posible aceptar la exclusión de estos puntos para alimentar luminarias situadas a una altura igual o superior a 2.5 m en las que, por estar en áreas húmedas, sí se debe conectar un DDR.

**Nota:** la ABNT NBR 5410 2004 (IEC 60364 *Electrical Installations of Buildings*) también prevé la posibilidad de optar por la instalación de DR en protección general.

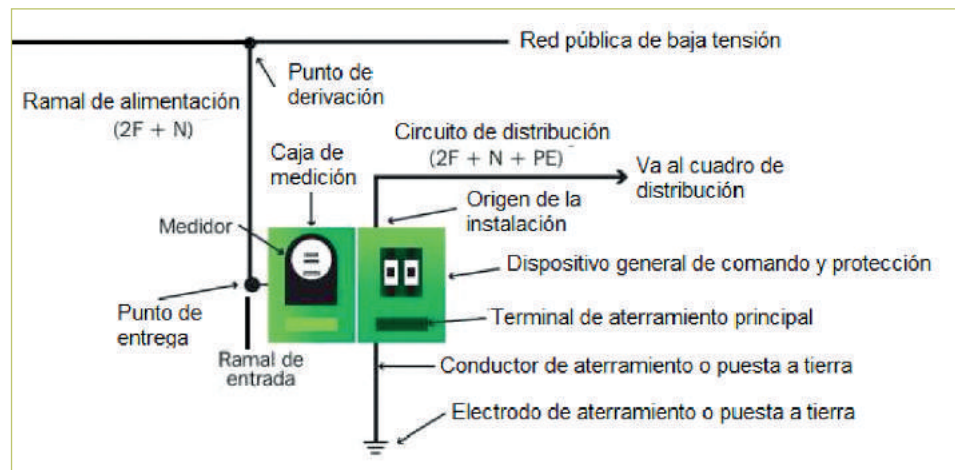


### Circuito eléctrico

Es el conjunto de equipos y conductores conectados al mismo dispositivo de protección. En una instalación eléctrica residencial podemos encontrar dos tipos de circuito: los de distribución y los terminales.

### Circuito de distribución

Conecta el cuadro del medidor al cuadro de distribución.





## Circuitos terminales

Salen del cuadro de distribución y alimentan directamente las lámparas, enchufes y enchufes dedicados.

**Nota:** en los siguientes ejemplos se consideró que la tensión entre fase(F) y neutro (N) es de entre 127 V, y entre fases es de 220 V. Ver las tensiones que se ofrecen en su zona.

Ejemplo de circuitos terminales protegidos por disyuntores termomagnéticos:

- Circuito de iluminación (FN).
- Circuito de iluminación externa (FN).
- Circuito de puntos de tomacorrientes (FN).
- Circuito de puntos de tomacorrientes dedicados (FN).
- Circuito de puntos de tomacorrientes dedicados o especiales (FF).

La instalación eléctrica de una residencia se divide en circuitos terminales. Hacerlo de esa manera facilita el mantenimiento y reduce la interferencia.

### Criterios establecidos por la norma ABNT NBR 5410:2004 (IEC 60364 *Electrical Installations of Buildings*) para los circuitos terminales

- Las instalaciones de los circuitos de iluminación son independientes de los circuitos de enchufes.
- La instalación de circuitos independientes son exclusivos para cada equipo y tienen una corriente nominal mayor de 10 A. Por ejemplo, los dispositivos conectados en 127 V con una potencia por encima de 1270 VA (127 V x 10 A) tendrán un circuito único para ellos.
- Los puntos de tomacorrientes de cocinas, despensas, áreas de servicio, lavanderías y lugares similares se alimentan por los circuitos destinados exclusivamente a estos sitios.

Además de estos criterios, el diseñador también está obligado a considerar las dificultades relacionadas con la ejecución de la instalación.

Si hay demasiadas cargas en los circuitos los conductores adecuados para su instalación necesitarán de una sección nominal (calibre) muy grande, lo que puede resultar complejo:

- La instalación de los conductores en los conductos solo puede ser del 75 % del área del ducto.



- Las conexiones terminales (interruptores y tomacorrientes) deben considerar que una buena recomendación es limitar la corriente a 10 A en los circuitos de iluminación y los puntos con enchufe, es decir, 1.270 VA en 127 V, o 2200 VA en 220 V.

En este ejemplo hacen falta al menos cuatro circuitos-terminales:

- Uno para iluminación.
- Uno para los puntos de enchufes.
- Dos para los puntos de tomacorrientes dedicados o especiales (ducha o calentador eléctrico). Con respecto a los circuitos de tomacorrientes dedicados, permanecen los dos circuitos independientes.

Esta división de los circuitos, y sus respectivas cargas, se indican en la siguiente tabla:

**Tabla 20. Grado de electrificación**

GRADO DE ELECTRIFICACIÓN	ALCANCE DE LA ELECTRIFICACIÓN	CIRCUITOS INDEPENDIENTES QUE HA DE INCORPORAR
<b>Básico.</b> (potencia no inferior a 5750W a 230 V)	Debe cubrir necesidades primarias sin necesidad de obra posterior.	C1 - Iluminación C2 - Tomas de corriente generales y frigorífico C3 - Tomas de cocina y horno C4 - Tomas de lavadora, lavajillas y termo C5 - Tomas de corriente del baño
<b>Elevado.</b> (potencia no inferior a 9200 W a 230 V)	Debe cubrir las necesidades de la electrificación básica y además viviendas que requieran alguno/s de los siguientes circuitos adicionales: C8, C9, C10 ó C11.	Además de los circuitos de la electrificación básica, adicionalmente puede incorporar los siguientes circuitos: C6 - Circuito tipo C1 adicional C7 - Circuito tipo C2 adicional C8 - Calefacción C9 - Aire acondicionado C10 - Secadora independiente C11 - Domónica y seguridad C12 - Tipo C3, C4, C5 adicional

**Nota:** esta es una tabla estándar que se utilizará durante todo el curso. Se completará a medida que se respondan las preguntas de cada columna.

En este ejemplo el tipo de alimentación es bifásica, es decir, con dos fases y un neutro que alimentan el cuadro de distribución. Por lo tanto, en este diseño se adoptaron los siguientes criterios:

- **Circuitos de iluminación y tomacorriente:** se conectaron a la menor tensión entre fase y neutro (127 V).
- **Circuitos de tomacorrientes dedicados con corriente superior a 10 A:** fueron conectados a la tensión más alta entre fase y fase (220 V).

En cuanto al circuito de distribución, siempre se debe considerar el mayor voltaje (fase-fase) cuando es bifásica o trifásica. En este caso, la tensión del circuito de distribución es 220 V.

Una vez que la instalación eléctrica está dividida o distribuida por circuitos, en el tablero de distribución se tiene que marcar el número correspondiente a cada punto de luz y enchufes. En el ejemplo, la instalación tiene un circuito de distribución y 12 circuitos terminales que se presentan en el centro de carga.

**Nota:** si bien esta simbología es habitual, no cumple en su totalidad la norma NBR 5444 1989 que la regula.

## Simbología

Los símbolos gráficos utilizados en los diagramas unifilares se definen por la norma NBR5444 / 1989 para su uso en planta baja (arquitectónica) de la propiedad. En este tipo de plantas se indica la localización exacta de los circuitos de iluminación, fuerza, teléfono y sus dispositivos.

Al saber la cantidad de puntos de luz, enchufes y el tipo de alimentación, el diseñador puede comenzar el diseño del proyecto eléctrico en la planta, usando símbolos gráficos estandarizados. Más adelante se presentan algunos símbolos según la norma NBR 5444 1989 y la simbología utilizada en este diseño.

Una vez determinado el número de circuitos eléctricos en la instalación eléctrica se realiza la división y se define el tipo de protección de cada uno. Es allí cuando empieza el momento de hacer las conexiones.

Para planificar la forma de colocación del conducto es conveniente seguir estas pautas:

- Ubique el cuadro de distribución en un lugar de fácil acceso y que se encuentre lo más cerca posible del contador de energía.
- Inicie el trayecto del conducto desde el cuadro de distribución trazando su camino con el fin de acortar las distancias entre los puntos de conexión.
- Utilice simbología gráfica para representar, en la planta residencial, el camino del conducto.
- Elabore una leyenda de la simbología usada.
- Conecte los interruptores y enchufes al punto de luz de cada habitación.

Para acompañar el desarrollo de los caminos del conducto tomaremos el ejemplo anterior de la planta con los puntos de luz y enchufes y sus números de circuitos representados. A partir de la conducción de los conductos, siguiendo las directrices vistas anteriormente, primero hay que determinar la localización del cuadro de distribución.

Una vez localizado el cuadro se inicia la distribución de los conductos desde el cuadro hasta el punto de luz en el techo de la sala y luego a los interruptores y enchufes de esta dependencia. En este momento, también se representa el conducto que va a contener el circuito de distribución. El cuadro se instala lo más cerca posible del límite de la construcción donde entran los alimentadores de electricidad de la red.

Desde el cuadro parte otro conducto de distribución que se encarga del resto de las conexiones para las otras habitaciones de la casa.

- Distribución de los conductos.
- Detalle de la distribución de los conductos.
- Representación tridimensional de los conductos en la planta.
- Localización de los conductos.

Una vez representados los conductos o tuberías y, a través de ellos, con los circuitos de los cables, se puede hacer lo mismo con el cableado representándolo por una simbología característica.

Sin embargo, antes de utilizar la simbología gráfica de los conductores hay que identificar qué cables van en cada conducto representado.

La detección de los conductores que van a pasar dentro de cada conducto se realizará fácilmente, una vez que se conoce cómo las lámparas, interruptores y enchufes son puntos conectados.

A continuación, veremos los tipos de instalación más utilizados en residencias:

- Conexión de una lámpara controlada por interruptor simple (diagrama funcional) instalación interna.
- Instalación de más de una lámpara con interruptores simples.
- Instalación de lámpara conjugada con enchufe 2P +T.
- Instalación de lámpara comandada desde dos puntos (interruptores paralelos).

- Instalación de puntos de enchufes (monofásicos).
- Instalación de puntos de enchufes dedicada monofásica.

**Nota:** Conectar siempre:

- La fase al interruptor.
- El retorno al contacto del disco central de la lámpara.
- El neutro directamente al contacto de la base de la rosca de la lámpara.
- El conductor a la tierra a la lámpara metálica.

Si sabemos cómo se realizan las conexiones eléctricas, es posible exponer-  
lo gráficamente en la planta, pero siempre teniendo en cuenta lo siguiente:

- Representar los cables que pasan dentro de cada conducto a través de simbología propia.
- Identificar a qué circuitos pertenecen.

### ¿Por qué es necesario realizar una representación gráfica del cableado?

En la representación gráfica de la instalación eléctrica se tiene que hacer referencia a la planta, para aclarar cuántos y qué cables están pasando por dentro de cada conducto, y a qué circuito pertenecen.

**Recomendaciones:** en la práctica se sugiere no instalar más de 6 o 7 conductores por conducto con el fin de facilitar la inserción y/o eliminación de los cables, y de esta manera evitar la aplicación de factores de corrección por agrupamiento.

El término conductor eléctrico se utiliza para describir un producto destinado para transportar corriente (electricidad), y los hilos y cables eléctricos son los tipos más comunes de los conductores. En concreto, el cobre es el metal más utilizado en la fabricación de conductores eléctricos para instalaciones residenciales, comerciales o industriales.

Un cable es un cordón que presenta distintos conductores, aislados unos de otros, y protegido por algún tipo de envoltura, que se utiliza directamente como un conductor de la electricidad. A su vez, por el término cable se entiende también al conjunto de cables que se utilizan para formar un conductor eléctrico.

Un conductor tiene diferentes grados de flexibilidad dependiendo del número de hilos que componen un cable y el diámetro de cada uno de

ellos. La norma brasileña NBR NM 280 define algunas clases de flexibilidad para los conductores eléctricos:

- **Clase 1:** conductores sólidos (cables) que tienen un bajo grado de flexibilidad.
- **Clases 2, 4, 5 y 6:** están formados por varios hilos conductores (cables) y, cuanto mayor sea el número de la clase, mayor será la flexibilidad del cable durante la manipulación.

### La importancia de la flexibilidad de un conductor en instalaciones eléctricas residenciales

Generalmente, en una instalación residencial los conductores están alojados en el interior del conducto y pasan por curvas y cajas hasta llegar a su destino final, que es casi siempre una caja de conexión de 5 x 10 cm o 10 x 10 cm, instalada en paredes o caja octogonal en el techo o revestimiento.

Otra cuestión muy importante al momento de la instalación de los cables es su durabilidad, pues están concebidos para durar, en circunstancias normales, más de 25 años. Además, en muchas ocasiones hay varios conductores de diferentes circuitos en el mismo conducto, lo que provoca dificultad a la hora de pasarlos. El uso de cables flexibles reduce significativamente el esfuerzo de pasarlos por los conductos y facilita su eventual retirada. Durante el uso normal pueden presentarse situaciones que llevan el sistema a la sobrecarga, sobrecalentamiento de cables y, por ende, a la reducción de su vida útil.

### Conductor de protección (PE)

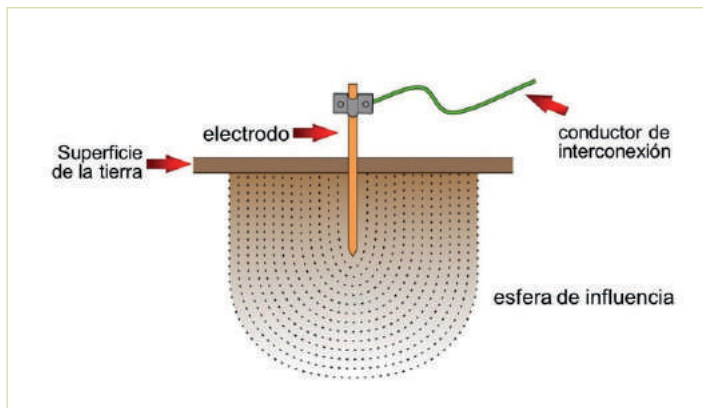
Dentro de todos los aparatos eléctricos hay electrones que quieren “alejarse” del interior de los conductores provocando una corriente eléctrica. Recordemos que el cuerpo humano tiene la capacidad de conducir electricidad; por ejemplo, si una persona toca equipos eléctricos estará sujeta a un choque eléctrico, que no es más que la sensación desagradable causada por el paso de electrones a través del cuerpo.

El concepto básico de protección contra choques es que los electrones se deben “desviar” de la persona.

Sabemos que un conductor de cobre es un millón de veces mejor conductor que el cuerpo humano, por lo que, es evidente que, si ofrecemos a los electrones que circulen por los dos caminos, un cuerpo y otro un conductor, la mayoría de ellos lo hagan a través del conductor, minimizando los efectos del choque en la persona. Este conductor mediante el cual los electrones pasarán desde los dispositivos se llama conductor de protección y popularmente se conoce como cable de tierra.

La función del cable de tierra es “recoger” electrones “fugitivos” sin interferir con el funcionamiento de la máquina. Lamentablemente, muchas veces las personas se olvidan de este dispositivo y su importancia para la seguridad.

### Cómo instalar el conductor de protección (conexión a tierra)



La imagen indica la forma más sencilla de la instalación en una residencia. Tenga en cuenta que la sección del cable de tierra debe seguir la tabla de especificaciones. Puede utilizar un solo cable a tierra por conducto, conectando varios dispositivos y enchufes. Según la norma, se requiere que el color del cable de tierra sea verde/amarillo o solo verde.

### Cálculo de corriente de los circuitos terminales

La fórmula  $P = U \times I$  sirve para calcular la corriente cuando se conocen los valores de potencia y tensión.

En la fórmula sustituimos las letras que corresponden a la potencia y tensión por sus valores conocidos:

$$P = U \times I$$

$$635 \text{ W} / 127 \text{ V} = I$$

$$\text{¿}I = x\text{?}$$

Para encontrar el valor de la corriente simplemente debemos dividir los valores conocidos, es decir, el valor de la potencia por el valor de la tensión:

$$I = ?$$

$$I = P \div U$$

$$I = 635 \text{ W} / 127 \text{ V} =$$

$$I = 5 \text{ A}$$

Para el cálculo de la corriente:

$$I = P \div U$$

En el diseño eléctrico que se muestra de ejemplo ya están previstos los valores de los enchufes y de la iluminación de cada circuito terminal, e igualmente ya está determinada la tensión de cada circuito.

**Tabla 21. Potencias de iluminación y enchufe de cada circuito terminal y la tensión de cada uno de ellos**

TABLA DE TIPIFICACIÓN DE POTENCIA DE LAS UNIDADES ELÉCTRICAS		
NO.	APARATO A CONECTAR	POTENCIA EN WATTS (VATIOS)
1	Lámparas incandescentes corrientes	150*
2	Lámparas fluorescentes 2 tubos	80 - 200*
3	Lámparas fluorescentes 4 tubos	160 - 400*
4	Tomacorrientes simples 110 voltios	150
5	Tomacorrientes dobles 110 voltios	300

\*Se considera instalar una bombilla de 150 Watts máximo, o dos bombillas de 75 watts.

\*\*80 Watts para 2 tubos de 40 Watts cada uno, 200 Watts para 2 tubos de 96 watts cada uno.

\*\*\*160 Watts para 4 tubos de 40 Watts cada uno. 400 Watts para 4 tubos de 96 watts cada uno.

Para calcular la corriente del circuito de distribución es necesario, en primer lugar, conocer la potencia de este circuito.

## Cálculo de la potencia del circuito de distribución

### Iluminación y tomacorrientes

Sumar los valores de las potencias activas de iluminación y enchufes.

Potencia activa de iluminación:	1 080 W
Potencia activa de tomacorrientes:	5 520 W
Suma:	6 600 W

Multiplique el valor calculado (6600 W) con el factor de la demanda correspondiente a esta potencia.

### Factores de demanda para la iluminación y enchufes

El factor de demanda representa un porcentaje de qué parte de las potencias previstas se utilizarán simultáneamente en el momento de mayor requerimiento de la instalación. Este cálculo se realiza para no dimensionar demasiado los componentes de los circuitos de distribución, teniendo en cuenta que en una residencia no todas las lámparas y enchufes se usan al mismo tiempo.

*Por lo tanto, la previsión de uso simultáneo de potencia de la iluminación y enchufes es de 2650 W.*

**Tabla 22. Potencia sobre la que se aplica el factor de demanda**

TIPO DE CONSUMIDOR	POTENCIA SOBRE LA QUE SE APLICA EL FACTOR DE DEMANDA		FACTOR DE DEMANDA
	TRAMO	KW	
Casa habitación	Primeros	3,0	1,00
	Sobre	3,0	0,35
Hospitales	Primeros	50,0	0,40
	Sobre	50,0	0,20
Hoteles y moteles	Primeros	20	0,50
	Desde	20,1 a 100	0,40
	Sobre	100,0	0,30
Bodegas	Primero	15	1,00
	Sobre	15	0,50
Todo otro tipo	Toda la potencia		1,00

Por tratarse de un consumo tipo casa habitación aplicamos el factor de la siguiente forma:

Primeros 3 kw X 1, 00 = 3 kw

Sobre 3 kw X 0,35 = 4,9 kw X 0,35 = 1,71kw

Al sumar: 3 kw + 1,71 KW = 4,71 kw.

**Potencia de dimensionamiento 4,71 kw.**

### Tomacorrientes dedicados o especiales

Para obtener el cálculo de los tomacorrientes dedicados se multiplican las potencias de los enchufes dedicados por el factor de demanda correspondiente. El factor de demanda para los tomacorrientes dedicados se obtiene en función del número de circuitos de enchufes dedicados previstos en el proyecto. Así, la previsión de uso simultáneo de potencia de enchufes dedicados es 9196 W.

### Potencia del circuito de distribución

Para obtener el cálculo de la potencia del circuito de distribución se suman los valores de las potencias activas de iluminación, de puntos de enchufes y de puntos de enchufes dedicados o especiales ya corregidos o multiplicados por los respectivos factores de demanda.

Potencia activa de iluminación y puntos de enchufes:	2 650 W
Potencia activa de puntos de enchufes dedicados:	9 196 W
	11 846 W

El valor obtenido se divide por el factor de potencia media de 0.95 (como se vio en el apartado (potencia eléctrica); obteniendo así el valor de la potencia del circuito de distribución.

- $11836 \div 0,95 = 12\ 459$  VA potencia del circuito de distribución: 12 459 VA
- Una vez obtenida la potencia del circuito de distribución se efectúa el cálculo de la corriente del circuito de distribución:



- Fórmula:

$$I = P \div U \quad P = 12459 \text{ VA}$$

$$U = 220 \text{ V}$$

$$I = 12459 \div 220 \quad I = 56,6 \text{ A}$$

Por lo tanto, la previsión de uso simultáneo de potencia del circuito de distribución será 11846 W o 12459 VA con corriente de 56.6 A

### Dimensionamiento de los conductores y de los disyuntores de los circuitos

Dimensionar el cableado de un circuito es determinar la sección transversal (calibre) de los conductores del circuito para asegurar que la corriente calculada pueda circular a través de los cables por un tiempo ilimitado y sin producir un sobrecalentamiento.

Dimensionar el disyuntor (protección) es determinar el valor de la corriente nominal del disyuntor, de modo que se garantice que los conductores de la instalación no sufran daños por el sobrecalentamiento causado por sobrecorriente o cortocircuito.

La sección transversal correcta del cable que se utilizará en cada circuito se muestra en la tabla basada en los tipos de líneas eléctricas de la norma NBR 5410 2004 (IEC 60364 *Electrical Installations of Buildings*), donde se encuentra el método de referencia de las principales formas de instalar hilos y cables en una residencia.

Supongamos que el techo sea de losa y que los conductos se embutirán en ella; podemos utilizar conductores aislados o cables unipolares en conductos de sección circular embutidos en la albañilería. Es el segundo esquema en la tabla. Su método de referencia es B1. Si en lugar del techo de losa hablamos de un techo de madera o yeso, usaríamos el cuarto esquema de distribución y el método de referencia cambiaría.

**Tabla 23. Tipos de líneas eléctricas de la norma ABNT NBR 5410:2004**

MÉTODO DE REFERENCIA (ESQUEMA ILUSTRATIVO)	DESCRIPCIÓN
B1	Conductores aislados o cables unipolares en conducto expuesto de sección no-circular sobre pared.
B1	Conductores aislados o cables unipolares en conducto de sección circular embutido en albañilería.
B1 o B2*	Conductores aislados en conducto de sección circular en espacio de construcción.
D	Cable multipolar en conducto (de sección circular o no) o en canaleta no ventilada enterrada. Cables unipolares en conducto (de sección circular o no) o en canaleta no ventilada enterrada. Cables unipolares o cables multipolares directamente enterrados con protección mecánica adicional.

\*Si la altura (h) del espacio es de entre 1.5 y 20 veces mayor que el diámetro (D) de los conductos que pasan por los mismos, se adoptará el método B2. Si la altura (h) es mayor de 20 veces, el método adoptado será el B1.

## Capacidades de conducción de corriente, en amperios, en relación con los métodos de referencia B1, B2 y D

Después de determinar el método de referencia se elige la sección transversal del cable o hilo que se utilizará en la instalación según la tabla. El número de conductores cargados en el circuito (fase y neutro) también influye en la elección.

Hay dos conductores cargados (uno de fase y neutro). Su actual corriente corregida  $I_b$  es 8A y el método de referencia es B1. De esta forma, de acuerdo con la siguiente tabla, la sección transversal mínima del conductor será de 0.5 mm<sup>2</sup>.

### Características y condiciones de temperatura de los conductores

- Se elaboran en cobre
- Aislamiento de PVC
- Temperatura en el conductor de 70 °C
- Temperaturas de referencia del ambiente: 30 °C (aire), 20 °C (suelo)

**Nota:** las tablas resumen versiones de la norma NBR 5410 2004 (IEC 60364 *Electrical Installations of Buildings*) en las que muestran solo los casos más utilizados en instalaciones residenciales. Es imprescindible consultar la norma cuando se presenta una situación que no se contempla en este manual.

La aplicación del mismo principio en todos los circuitos se resume a continuación:

**Tabla 24. Sección de los conductores de los circuitos**

SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES DE LOS CIRCUITOS					
CIRCUITO	FORMA DE INSTALACIÓN	MÉTODO DE REFERENCIA	Nº DE CONDUCTORES CARGADOS	CORRIENTE CORREGIDA IB (A)	SECCIÓN NÓMINAL (MM <sup>2</sup> )
1	Hilos aislados en conducto de sección circular embutido en albañilería	B1	2	8	0,5

Para realizar el dimensionamiento de los conductores y los disyuntores del circuito hay que seguir ciertos pasos. El mayor grupo para cada uno de los circuitos del diseño está resaltado en planta baja residencial.

**Primera etapa:** verificar la planta con la representación gráfica de cableado y seguir el camino de cada circuito observando cuál es el mayor número de circuitos que se agrupan con él. El mayor número de circuitos agrupados para cada circuito del diseño está explicado a continuación.

**Tabla 25. Número de circuitos agrupados para cada circuito del diseño**

CIRCUITO DE UTILIZACIÓN	CORRIENTE MÁX. DEL PIA DE PROTECCIÓN (A)
C1 Iluminación	10
C2 Tomas de uso general	16
C3 Cocina y horno	25
C4 Lavadora, lavavajillas y termo eléctrico	20
C5 Baño, cuarto de cocina	16

**Segunda etapa:** determinar la sección transversal apropiada y el disyuntor adecuado para cada uno de los circuitos. Para hacerlo se necesita conocer el valor de la corriente del circuito y con el número de circuitos agrupados conocidos, obtener la sección del conductor y el valor de la corriente nominal del disyuntor.

Ejemplo -> circuito 3

Corriente = 7,1 A, 3 circuitos agrupados por conducto: de acuerdo con la tabla, en la columna de 3 circuitos por conducto, el valor de 7.1 A es menor que 10 A y, por lo tanto, la sección adecuada para el circuito 3 es de 1.5 mm<sup>2</sup> y el disyuntor apropiado es el de 10 A. Ejemplo -> circuito 12.

Corriente = 22,7 A, 3 circuitos agrupados por conducto: según la tabla, en la columna de 3 circuitos por conducto, el valor de 22,7 A es mayor que 20 A y, por lo tanto, la sección adecuada para el circuito 12 es 6 mm<sup>2</sup> y el disyuntor apropiado es el de 25 A. Dicho esto, los criterios mencionados se aplican para todos los circuitos, de manera que tenemos:

**Tercera etapa:** revisar el valor de la sección mínima de los conductores establecidos en cada circuito por NBR 5410 2004 (IEC 60364 *Electrical Installations of Buildings*), dependiendo del tipo de circuito.

La norma NBR 5410 2004 (IEC 60364 *Electrical Installations of Buildings*) establece que las secciones mínimas de conductores para cada uno de los circuitos del diseño son:

**Tabla 26. Secciones mínimas de los conductores para cada uno de los circuitos del diseño de acuerdo con NBR 5410 (IEC 60364 *Electrical Installations of Buildings*)**

La siguiente tabla muestra las secciones transversales para cada circuito después de realizar los cálculos y seguir los criterios de NBR 5410:2004 (IEC 60364 *Electrical Installations of Buildings*).

CALIBRE AWG/MCM	SECCIÓN NOMINAL [MM <sup>2</sup> ]	CALIBRE AWG/MCM	SECCIÓN NOMINAL [MM <sup>2</sup> ]
14	2.08	2/0	67.4
12	3.31	3/0	85
10	5.26	300	152
8	8.37	400	202.7
1/0	53.5	500	253

Ejemplo -> circuito 3

2.08 mm<sup>2</sup> es menor que 3,31 mm<sup>2</sup> sección de los conductores: 3,31 mm<sup>2</sup>

En los casos donde el cuadro de distribución o contador de energía esté alejado de la casa se tendrá en cuenta la longitud máxima del conductor, debido a la caída de tensión.

Por ejemplo, si el contador de energía utilizado en nuestro diseño se encuentra a 60 m del cuadro de distribución se consultará la tabla de referencia, basada en NBR 6148 (IEC 61000-4-2).

### Longitud máxima de los circuitos

Las longitudes máximas indicadas se calculan considerando los circuitos trifásicos con carga concentrada en la extremidad, corriente igual a su capacidad de conducción respectiva, con un factor de potencia de 0.8 y caídas de tensión máximas del 2 % en las secciones de 1.5 a 6 mm<sup>2</sup>, inclusive, y de 4 % en las restantes en el peor de los casos.

**Tabla 27. Longitud máxima de los circuitos**

Sección nominal (mm <sup>2</sup> )	Capacidad de conducción de corriente (A)	Longitud máxima del circuito debido a la caída de tensión (m)
		Conducto no metálico

**Consideración:** otros factores importantes durante la ejecución del diseño eléctrico son las temperaturas máximas de servicio continuo, el límite de sobrecarga y el límite de cortocircuito para los conductores. En un diseño de instalación eléctrica la temperatura de un conductor por períodos prolongados de funcionamiento normal nunca debe exceder el límite recomendado por la norma. A continuación, veremos los límites de temperatura del tipo más común de conductores utilizados. Si su diseño no cumple con estos límites, consulte la norma NBR 5410 2004 (IEC 60364 - *Electrical Installations of Buildings*).

Según la tabla 27 la longitud máxima de un conductor de 10 mm<sup>2</sup> es 56 m. Por lo tanto, si el contador de energía está a 60 m desde el cuadro de distribución, en su entrada se producirá una caída de tensión significativa. La solución a este problema es utilizar una sección más grande del conductor, que en la misma situación puede conducir sin caída de tensión. Además, la tabla señala que este conductor es de 16 mm<sup>2</sup> o más.

**Tabla 28. Límites de temperatura del conductor más común**

TIPO DE AISLAMIENTO	TEMPERATURA MÁXIMA DE SERVICIO CONTINUO (°C)	TEMPERATURA LÍMITE DE SOBRETENSIÓN (°C)	TEMPERATURA LÍMITE DE CORTOCIRCUITO (°C)
PVC con sección hasta 300 mm <sup>2</sup>	70	100	160

## Dimensionamiento del disyuntor aplicado en el cuadro del contador de energía

Para el dimensionamiento del disyuntor aplicado en el cuadro del contador de energía es necesario saber, en primer lugar:

- Capacidad instalada total que determina el tipo de alimentación
- Tipo de sistema de distribución de la compañía eléctrica local

Con estos datos se puede consultar la norma de suministro de la compañía de electricidad local para obtener la corriente nominal del disyuntor que se utilizará.

## Dimensionamiento de los dispositivos DR

Dimensionar el dispositivo DR es determinar el valor de la corriente nominal y la corriente diferencial-residual nominal para actuar de tal manera que se garantice la protección de las personas contra descargas eléctricas.

- **Corriente diferencial residual nominal de actuación.** La norma NBR 5410 2004 (IEC 60364 *Electrical Installations of Buildings*) establece que en el caso de los dispositivos DR de alta sensibilidad el valor máximo de esta corriente es 30 mA.
- **Corriente nominal.** En general, las corrientes nominales típicas disponibles en el mercado son: 25, 40, 63, 80, 100 y 125 A.

Los valores de la corriente nominal se eligen con base en la corriente de los disyuntores:

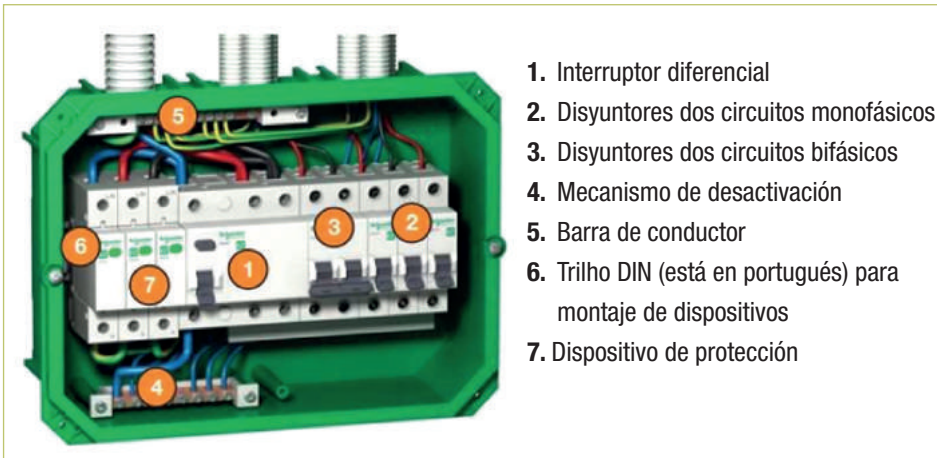
- Corriente nominal del disyuntor (A).
- Corriente nominal mínima del DR (A).

Si aplicamos los métodos de selección de disyuntores y dispositivos DR ya conocidos anteriormente tendremos el dimensionamiento de los dispositivos DR y de los disyuntores.

**Tabla 29. Dimensionamiento de los dispositivos DDR y de los disyuntores**

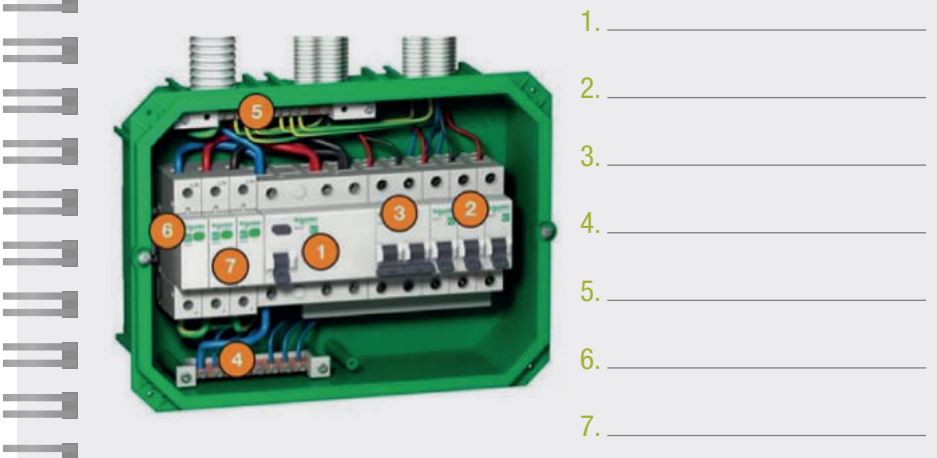
CALIBRE CONDUCTOR	TOLERANCIA	DISYUNTOR IDEAL	DISYUNTOR MÁXIMO
14	25 A	15 A	20 A
12	30 A	20 A	30 A
10	40 A	30 A	40 A
8	55 A	50 A	50 A
6	75 A	70 A	70 A
4	95 A	90 A	90 A
2	130 A	100 A	125 A

## Partes de un tablero de distribución principal



Actividad práctica sugerida:

Instalación de cuadro de distribución. Colocar las partes del tablero principal de distribución:



## Conductores de neutro y de protección

Tradicionalmente, los conductores de un mismo circuito en una instalación tienen la misma sección transversal (calibre), pero la ABNT NBR 5410 2004 (IEC 60364 *Electrical Installations of Buildings*) permite el uso de un conductor neutro y de protección con una sección más pequeña que la obtenida en las siguientes situaciones:

- **Conductor de neutro:** en circuitos trifásicos en los que la sección obtenida en el dimensionamiento sea igual o superior a  $35 \text{ mm}^2$  la sección de conductor de neutro puede ser como se indica en la tabla 30.

El conductor de neutro transporta la corriente de retorno de circuitos monofásicos o la corriente de desequilibrio de circuitos trifásicos de cuatro hilos y monofásicos trifilares.

El aislamiento del conductor neutro será de color blanco o gris natural (Norma NTC 2050 Sección 200-6 y RETIE) o, en su defecto, con marca- ción en las partes visibles con pintura, con cinta o con rótulos adhesivos de color blanco o gris. El terminal al que se conectará el conductor del neutro se identificará con color blanco o gris natural (NTC 2050 art. 200-9).

El calibre del conductor del neutro se escogerá de acuerdo con la sec- ción 220-22 de la NTC 2050 la siguiente forma:

**Tabla 30. Dimensionamiento de neutro**

Igual al de la fase en caso de acometidas monofásicas bifilares.
El 70 % como mínimo del amperaje de las fases, en el caso de acometidas trifásicas de cuatro hilos (para cargas líneas).
Igual al 140 % como mínimo del amperaje de la fase en caso de acometidas trifilares de un sistema monofásico de fase partida de tres hilos (120/240 V).
Para sistemas trifásicos de baja tensión con cargas no lineales, el conductor de neutro se dimensiona con al menos el 173 % de la capacidad de corriente de las cargas no lineales de diseño de las fases para evitar sobrecargarlo.
El neutro en los sistemas eléctricos de baja tensión se conectará intencionalmente a un electrodo de puesta a tierra y por ello también se le denomina: “conductor puesto a tierra” (grounded).
En las instalaciones eléctricas está expresamente prohibido utilizar el suelo o terreno como camino de retorno de la corriente en condiciones normales de funcionamiento; por esta razón no se permite el uso de sistemas monofilares, es decir, donde solo se tiene conductor de fase.

- **Conductor de protección:** en circuitos donde la sección obtenida sea igual o más grande que 25 mm<sup>2</sup>, la del conductor de protección será como se indica en la siguiente tabla:

**Tabla 31. Conductor de protección**

SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES DE FASE DE LA INSTALACIÓN S (MM <sup>2</sup> )	SECCIÓN MÍNIMA DE LOS CONDUCTORES DE PROTECCIÓN S <sub>p</sub> (MM <sup>2</sup> )
S ≤ 16	S <sub>p</sub> = 16
16 < S ≤ 35	S <sub>p</sub> = S
S > 35	S <sub>p</sub> = S/2

Los conductores de protección serán de cobre aislados, de color amari- llo-verde, y su sección dependerá de los conductores de fase que acom- pañe según la tabla 30. Si la aplicación de la tabla conduce a valores no normalizados se utilizarán conductores que tengan la sección normaliza- da superior más próxima.

### Los colores de los conductores

De acuerdo con la norma ABNT NBR 5410 2004 (IEC 60364 *Electrical Ins- tallations of Buildings*) los conductores tendrán los siguientes colores:

- **Conductor de protección (PE o tierra):** verde o verde-amarillo.
- **Conductor de neutro:** azul.
- **Conductor de fase:** cualquier color, excepto los utilizados en los conductores de protección y de neutro.
- **Conductor de retorno (utilizado en circuitos de iluminación):** usar preferentemente el color negro.

### Dimensionamiento de los conductos

Dimensionar un conducto es determinar su tamaño/longitud nominal para cada sección de instalación. Con secciones de los hilos y cables de todos los circuitos ya dimensionados, el siguiente paso es dimensionar los conductos. El tamaño (la longitud) nominal es el diámetro externo en mm estandarizado por la norma, el cual facilitará el paso de los conductores. Por lo tanto, se recomienda que los conductores no ocupen más del 40 % de la superficie de los conductos. Proceda como se indica a continuación para culminar cada parte de la instalación:

- Cuente el número de conductores que pasan por el tramo.
- Dimensione el conducto desde el conductor con la mayor sección (calibre) que pasa por el tramo.

### Ejemplo:

- Número de conductores en un tramo del conducto = 6
- Mayor sección de los conductores = 4 mm<sup>2</sup>

El tamaño nominal del conducto será de 20 mm. Para dimensionar el conducto de un diseño eléctrico se contará con:

- La planta con la representación gráfica del cableado con las secciones de los conductores indicadas.
- La tabla específica que proporciona la longitud/tamaño del conducto.

### ¿Cómo proceder?

Para cada sección de conducto, según el plan de diseño, es preciso:

- Comprobar el número de conductores que hay en cada tramo.
- Comprobar cuál es la sección transversal más grande de estos conductores.



Con estos datos, en la tabla específica se puede obtener el tamaño nominal, a fin de establecer el conducto adecuado a este tramo.

**Tabla 32. Tamaño nominal del conducto adecuado por tramo**

SECCIÓN NOMINAL DE LOS CONDUCTORES UNIPOLARES (MM <sup>2</sup> )	DIÁMETRO EXTERIOR DE LOS TUBOS (MM)				
	NÚMERO DE CONDUCTORES				
	1	2	3	4	5
1,5	12	12	16	16	20
2,5	12	16	20	20	20
4	12	16	20	20	25
6	12	16	25	25	25
10	16	25	25	32	32
16	20	25	32	32	40
25	25	32	40	40	50
35	25	40	40	50	50
50	32	40	50	50	63
70	32	50	63	63	63
95	40	50	63	75	75
120	40	63	75	75	--
150	50	63	75	--	--
185	50	75	--	--	--
240	63	75	--	--	--

Los conductores y conductos sin indicación en la planta serán: 2.5 mm<sup>2</sup> y/o 20 mm<sup>2</sup>, respectivamente.

### Tipos de conductos

Los tipos de conductos que se utilizan en la mayoría de las instalaciones residenciales son:

- Conducto rígido metálico o de PVC, adecuado para lugares lineales.
- Conducto flexible o metálico o de PVC, adecuada para lugares con curvas o irregulares.



Conducto rígido de PVC



Conducto eléctrico plegable no metálico



Conducto flexible metálico



Conducto flexible metálico con revestimiento de PVC

- Accesorios para conductos flexibles



Terminales de aluminio para conducto flexible



Terminales de latón zincado para conducto flexible



Unión para conducto flexible

**NOTA:** la norma NBR 15465 regula los requisitos de rendimiento para sistemas de conductos de plástico utilizadas en instalaciones eléctricas de baja tensión.

### Color del conducto plegable

El color que posee el conducto plegable establece el tipo de aplicación óptima. A continuación veremos cada color con su respectiva sugerencia de uso:

- **Color amarillo:** conducto indicado para ser embutido en la albañilería, resistiendo a la compresión de hasta 320 N (unidad de fuerza).
- **Color naranja:** conducto indicado para ser embutido en losas y áreas externas, resistiendo a la compresión de hasta 750 N (unidad de fuerza).

### Levantamiento de material

Para la ejecución del cableado eléctrico se lleva a cabo el levantamiento del material, que consiste en medir, contar, sumar y relacionar todo el material que se utilizará y que estará representado en la planta residencial.

A partir de este, hay que medir y determinar cuántos metros de conductos y conductores se van a adquirir para construir el diseño en las secciones indicadas. Para determinar la cantidad de conductos y cables se miden los conductos representados desde la planta en el plano horizontal y, si es necesario, se añaden los conductos que descienden o ascienden a las cajas.

### Medidas del conducto en el plano horizontal

Se toman en la propia planta baja con la ayuda de una regla. Después se convierten al valor real, en función de todas las medidas para la escala diseñada para la planta, que indicará cuál es la relación de la medida y su valor verdadero.

**Tabla 33. Medidas del conducto en el plano horizontal**

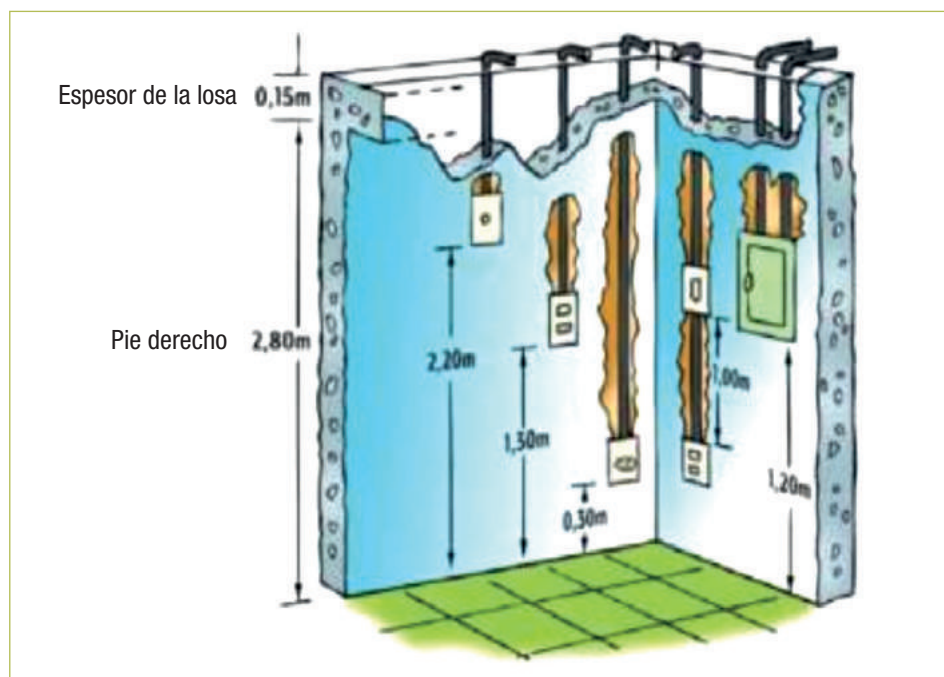
ESCALAS DE REDUCCIÓN NORMALIZADAS: USOS TÍPICOS DE LAS MISMAS			
PARA FABRICACIÓN E INSTALACIONES	EN CONSTRUCCIONES INDUSTRIALES O CIVILES	EN TOPOGRAFÍA	EN URBANISMO
1:2,5	1:20	1:100	1:5.000
1:5	1:50	1:200	1:10.000
1:10	1:100	1:500	1:25.000
1:20	1:200	1:1.000	1:50.000
1:50	1:500	1:2.000	
1:100	1:1.000	1:5.000	
1:200		1:10.000	
		1:25.000	
		1:50.000	

Ejemplos:

*Escala 1:100* significa que cada 1 cm en el diseño corresponde a 100 cm en las dimensiones reales.

## Medidas de los conductos que descienden hasta las cajas

Se determinan mediante la sustracción de la medición pie derecho, lo que supone restar de la medida total de la altura de la construcción (desde el piso hasta el inicio del espesor de la losa), más el espesor de la losa de la residencia dónde la caja será instalada.



**Tabla 34. Cálculos de los conductos que descienden hasta la caja**

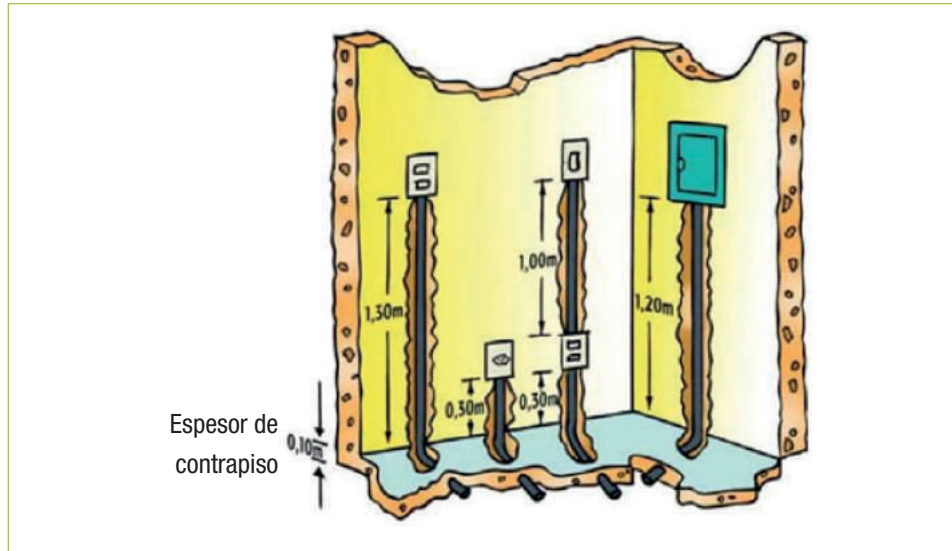
CAJAS	ALTURA
Salida alta	2.20 m
Interruptor y punto de enchufe medio	1.20 / 1.30 m
Punto de enchufe bajo	0.30 / 50 m
Cuadro de distribución	1.20 / 1.50 m

Ejemplo:

$$\begin{array}{r}
 \text{Pie derecho} = 2.80 \text{ m} \\
 \text{Espesor de la losa} = \underline{0.15 \text{ m}} \\
 \phantom{\text{Espesor de la losa}} 2.95 \text{ m} \\
 \\
 \text{Caja para salida alta sustraer } 2.20 \text{ m} = \begin{array}{r} 2.95 \text{ m} \\ - \underline{2.20 \text{ m}} \\ 0.75 \text{ m} \end{array}
 \end{array}$$

## Medidas de los conductos que ascienden hasta las cajas

Se hallan mediante la suma de la altura medida de la caja más el espesor del contrasuelo.



**Tabla 35. Medidas de las cajas**

CAJAS	SUSTRAR
Interruptor y punto de tomacorrientes medio	1.30 m
Punto de enchufe bajo	0.30 m
Cuadro de distribución	1.20 m

**Nota:** las medidas presentadas son sugerencias de lo que normalmente se utiliza en la práctica. La norma NBR 5410: 2004 (*IEC 60364 Electrical Installations of Buildings*) no hace recomendaciones al respecto.

## Empalmes de conductores eléctricos

### Empalmes en instalaciones eléctricas

En instalaciones eléctricas en general, las conexiones son inevitables en la mayoría de los casos. Cuando se realiza de forma incorrecta, la conexión de conductores entre sí (empalmes) puede causar muchos problemas de naturaleza eléctrica, mecánica y de seguridad para el usuario y la instalación. En este sentido, es vital asegurar la continuidad eléctrica duradera, la protección suficiente y la resistencia mecánica. Algunos agravantes que podemos observar en los lugares en los que hay un exceso de conexiones es la reducción en cerca de un 20 % de la conductividad de la corriente eléctrica y una reducción de aproximadamente 20 % de la tracción de los conductores.

Para eliminar la mayor parte de los problemas con las conexiones en ese tema abordaremos algunos procedimientos y criterios básicos para realizar ciertos tipos de empalmes cumpliendo con los criterios que permiten que la corriente fluya con las mínimas pérdidas posibles (Joule).

## Empalmes de conductores tipo *western union*

Esta operación consiste en extender las líneas que unen dos conductores. Se recomienda utilizar este tipo de empalme en las líneas abiertas.

### Procedimiento:

1. Con la ayuda de pinzas o *stylus* eliminar gran parte del aislamiento con cuidado de no dañar el cobre del cable.
2. Cruzar los extremos, formando un ángulo de aproximadamente 90 °.
3. Sostener el conductor con pinzas e iniciar las primeras vueltas con los dedos, dejándolos siempre uniformes.
4. Finalizar la primera parte apretándola con alicates.
5. Empezar la segunda parte de la enmienda como se ve en los pasos 1, 2 y 3.6 utilizando los alicates para finalizar el empalme y eliminar las brechas entre las vueltas.

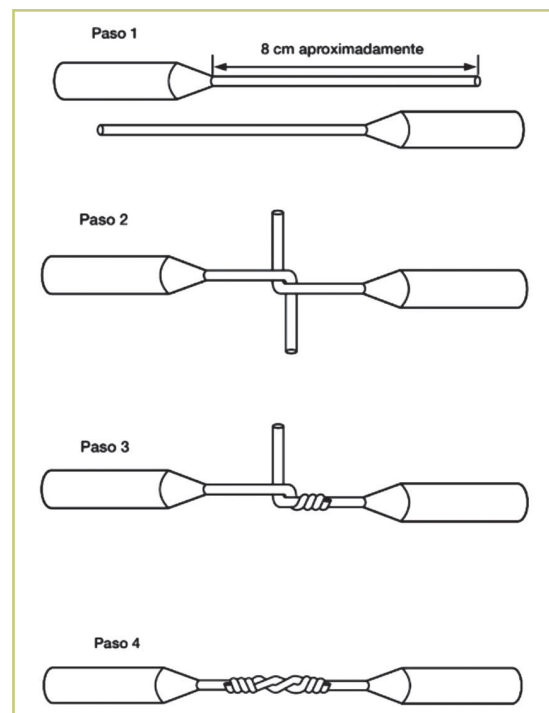
- Actividad práctica sugerida:
- Practicar empalme tipo *western union*.

## Empalme de conductores en derivación

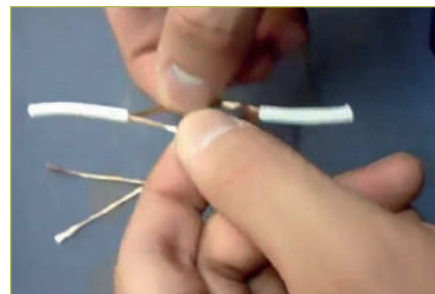
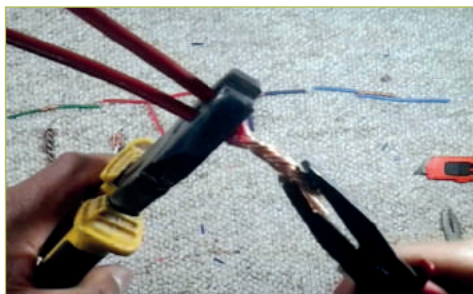
Consiste en derivar la red principal a otro circuito.

### Procedimiento:

1. Con la ayuda de pinzas o estilete/cúter/navaja eliminar parte del aislamiento del conductor de la línea principal sin cortar o dañar el cable de cobre. Con el conductor del circuito derivado retirar parte del aislamiento que implique posiblemente enrollarlo o envolverlo.
2. Cruzar los conductores formando un ángulo de aproximadamente 90°. Sostener con pinzas y comenzar a realizar el empalme con los dedos, con el fin de involucrar al conductor del circuito derivado de manera uniforme en el circuito principal del conductor, de acuerdo con las imágenes.





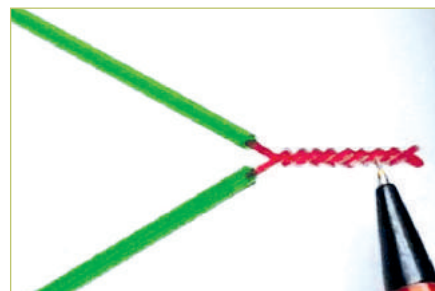
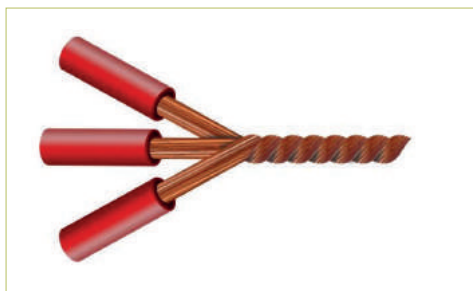


3. Utilizar las pizas para terminar y presionar el empalme.

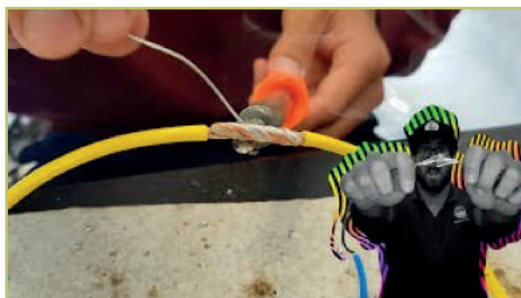
### Empalme de conductores tipo “cola de rata”

Este tipo se utiliza frecuentemente en empalmes que se mantendrán en el interior, y se puede hacer con dos, tres o cuatro conductores juntos, siguiendo el siguiente procedimiento:

1. Con la ayuda de pizas o estilete eliminar parte del aislamiento de los cables que se van a empalmar y colocar uno junto al otro con la porción de cobre ligeramente doblada en un ángulo de aproximadamente  $90^\circ$ .
2. Sostener con las pinzas e iniciar las primeras vueltas con los dedos.
3. Envolver los conductores de forma uniforme y terminar de apretar con las pinzas poco después de cortar un pedazo pequeño del final para que los conductores tengan el mismo tamaño, como se muestra en la imagen.



### Soldadura de empalmes



Todos los empalmes y conexiones se tienen que soldar, debido a que la soldadura tiene los siguientes beneficios para la instalación:

- Previene la oxidación.
- Aumenta el área de contacto del conductor.
- Incrementa la resistencia mecánica.



*Rollo de material para soldadura, material utilizado para soldar los empalmes de los conductores, y un soldador.*

### Procedimiento:

1. Desenrollar un pedazo del estaño utilizado para soldar conductores y piezas electrónicas.
2. Con la temperatura del ferro (punta de hierro del soldador) estabilizada, ponerlo en contacto con el empalme.
3. En el lado opuesto del contacto de la punta del hierro, fundir la soldadura/estaño hasta que se llenen los espacios entre las vueltas de los conductores empalmados.

**Nota:** incluso si la soldadura se ha realizado correctamente, es necesario tener cuidado en la manera cómo se manipulan los instrumentos, por ejemplo, hay que mantener la limpieza de la punta del hierro de soldadura y de los conductores y evitar el sobrecalentamiento, ya que se puede dañar su aislamiento.

**Nota:** al finalizar el procedimiento de soldadura se tienen que esperar unos segundos para continuar con su manejo, ya que el área que se soldó estará caliente. De esta forma se previenen accidentes por quemaduras.



## Aislamientos de empalmes

Cualquier empalme se tiene que aislar forzosamente. Por lo general, los aislamientos se hacen con una cinta negra de PVC (cinta aislante) que sirve específicamente para el aislamiento de conductores eléctricos. Para un uso más seguro se utilizarán solamente cintas aislantes certificadas de acuerdo con la ABNT NBR IEC 60454-3 y que cumplan con los requisitos de la norma RoHS (metales pesados). También se puede encontrar en el mercado un tipo de cinta más resistente llamada de goma de aislamiento (auto de fusión), que sirve para aislar conductores en los que circulan corrientes altas, pero hay que recordar que la cinta de alta fusión nunca trabaja sola y tendrá que ir acompañada de cinta aislante PVC certificada, resistente a la intemperie (UV) y libre de metales pesados.

Un empalme expuesto o mal aislado implica varios factores perjudiciales, tanto para la instalación como para el usuario, ya que puede ser víctima fatal de una descarga eléctrica de un conductor expuesto o aislamiento fallido.

- Cinta aislante común de PVC y cinta aislante de goma de auto fusión.
- Cinta de goma hecha a base de etileno propileno (EPR) con una alta conformidad en cualquier superficie y hecha para la fusión instantánea sin calefacción (autofusión).

### Procedimiento para aislar un empalme con cinta aislante:

1. Con la cinta colocada aproximadamente a 45° aplique una capa con unos 50 % de superposición sobre el empalme en toda su longitud. Estire la cinta lo suficiente para conseguir una capa uniforme y sin defectos de superposición, pliegues o burbujas. Es así como se aplica la primera capa de la aislación.
2. Aplique una segunda capa, sin olvidar que la nueva capa debe ocupar aproximadamente el 50 % de la anterior (solo en el área del empalme, que es el 50 % de la longitud total que se va a encintar). Termine la aplicación con una superposición de 100 % en la parte posterior de la propia cinta.
3. Repita el proceso hasta que el empalme esté completamente envuelto por la cinta y evite dar demasiado volumen.

**Nota:**

- Ningún empalme se hará en conductos cerrados, ya que esto compromete la accesibilidad del circuito y la seguridad de la instalación y del usuario. Las modificaciones se realizan en unión cajas, cuadros o condulete.
- Antes de hacer cualquier empalme es importante que siempre se limpien muy bien las partes desnudas de los conductores y asegurarse de que no se encuentren oxidadas, con grasa o muy dañadas.
- Pele el conductor lo suficiente para que al final del empalme no exista exceso ni la falta de conductor.

Las cintas aislantes de PVC son adecuadas para usarlas en instalaciones eléctricas de baja tensión hasta 750 V. Para empalmes con clase de tensión hasta 69 KV se requiere utilizar cinta de goma hasta el espesor del cable y aplicar en superposición de las capas de cinta aislante para protección contra la intemperie.

**Medidas  
eléctricas**

**6**



## Conversión de magnitudes eléctricas

Cuando se trabaja con una cierta magnitud eléctrica es común sentir la necesidad de cambiar la forma en que se presenta, con el fin de adquirir más precisión y comodidad en esa tarea.

### Conversión de valores de corriente eléctrica

Movimiento ordenado de electrones dentro de un material conductor. La unidad de la corriente eléctrica es el amperio y su símbolo se representa por la letra "A".

- Múltiplos del amperio: **Kiloamperio**, cuyo símbolo son las letras kA. 1 kiloamperio es igual a 1000 A.

Para convertir kiloamperio (kA) en amperios (A) se lleva a cabo el siguiente procedimiento: el valor en kiloamperio (kA) se multiplica por 1000 (mil) y el resultado será en amperios.

Por el contrario, para pasar de amperio (A) a kiloamperio (kA), con el valor en amperios, se divide por 1000 (mil) y el resultado será en kiloamperios.

- Submúltiplos del amperio: **Miliamperios**, cuyo símbolo se representa por las letras mA. Un miliamperio es igual a 0.001 A.

Para la conversión de miliamperios (mA) a amperios(A) se realiza la siguiente operación: el valor en miliamperios (mA) se divide por 1000 (mil) y el resultado será en amperios.



El instrumento utilizado para medir la corriente eléctrica es el amperímetro.

### Conversión del valor de tensión eléctrica

Es la fuerza que hace que los electrones comiencen a moverse. También se conoce como diferencia de potencial (ddp) o fuerza electromotriz (fem). La unidad de medida de ddp es el voltio y su símbolo es la letra “V”.

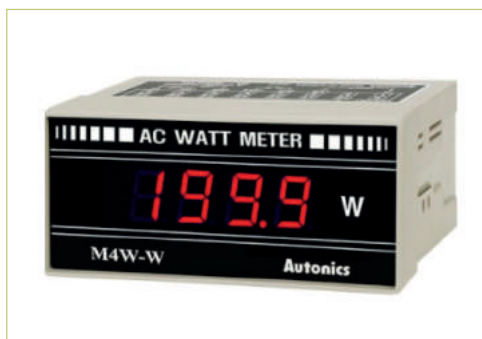
### Conversión del valor de resistencia eléctrica

La resistencia es la dificultad (oposición) ofrecida al paso de la corriente eléctrica a través de un material conductor. La unidad de medida de la resistencia es el ohm y su símbolo es la letra griega “ $\Omega$ ”.

### Potencia eléctrica

Cantidad de energía eléctrica entregada o absorbida por un elemento en un momento determinado. La unidad de medida de la energía eléctrica es el vatio y su símbolo es la letra “W”.

### Vatímetro



Dispositivo electrodinámico que sirve para medir la potencia eléctrica o la tasa de suministro de energía eléctrica de un circuito eléctrico.

## Multímetro

Instrumento multifuncional para la medición de múltiples magnitudes eléctricas como voltaje, resistencia, corriente baja, entre otras. En el mercado existe una amplia gama de multímetros de tamaño pequeño (de bolsillo) o grande; de baja o de alta precisión, y de diferentes precios.

El personal que usa el multímetro con asiduidad también lo llama multi-test o simplemente prueba, por su capacidad para verificar componentes y circuitos. El multímetro es muy versátil, dado que también cumple otras funciones: creación y detección de la frecuencia intermedia de un aparato, sincronización con otros instrumentos de medida para efectuar medidas de potencia puntual, conexión a una línea telefónica, etc.

En electricidad hay tres variables básicas que el multímetro mide con precisión:

- Tensión eléctrica, que se mide en voltios.
- Corriente eléctrica, que se mide en amperios.
- Resistencia eléctrica, que se mide en ohmios.

## Multímetro digital



Con referencia a los multímetros digitales, las indicaciones de lectura se pueden ver directamente en una pantalla de cristal líquido, donde se muestra la información en forma de números o dígitos.

El multímetro digital utiliza circuitos complejos que requieren una alimentación adecuada en todas las escalas. Se alimenta por una batería de 9 V.

## Multímetro analógico

La designación analógica significa que, a través de un puntero, el instrumento muestra una cantidad muy grande de valores de una magnitud diferente de la denominación digital, en la que se presentan dentro de los límites prescritos.

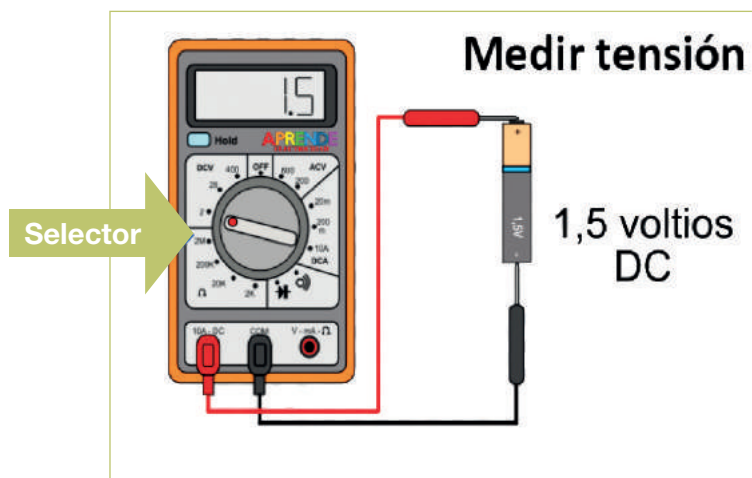
El puntero está conectado a la bobina móvil de un galvanómetro (componente principal del multímetro analógico) y pasa a través de las escalas graduadas, obedeciendo a un mecanismo electromagnético que le da la capacidad de posicionarse en un ángulo proporcional a la intensidad de corriente que fluye por la bobina.

El movimiento de la bobina es limitado por la acción de los muelles que forman parte del conjunto y su giro equivale al campo magnético creado que, a su vez, es proporcional a la corriente a través de la bobina.

La especificación de un instrumento viene dada por la corriente de fondo y de la escala del instrumento, que es la encargada de que la movilidad del puntero llegue hasta el final de la escala. Hay que poner atención en la medición con el instrumento analógico, ya que siempre debe mantener una relación entre el valor que se muestra en el medidor con el fondo de la escala elegida (última medición).

## Aplicación

### Medición de tensión de corriente continua (CC)



A continuación, presentamos un ejemplo para medir tensión continua proporcionada por un tipo de baterías (pila) AA simple de 1.5 V. Coloque el selector (dispositivo de mando manual) en la posición deseada en la tensión CC a una escala mayor, lo más cerca posible del objeto que va a medir (con el valor más cercano a la pila, pero superior a 1.5 V).

Si la persona a cargo tiene dudas sobre el valor de la tensión del objeto que va a medir se sugiere que compruebe los valores en una escala decreciente hasta tener una idea más aproximada del valor y leerlo directamente en la pantalla.



Hay que tener en cuenta que en la pantalla del multímetro se muestra el punto en lugar de la coma. En el caso de colocar las puntas o punteras de medición con la polaridad cambiada aparecería un signo menos en la pantalla.

Ejemplos de fuentes de CC: pilas, baterías de automóvil, baterías de teléfono, etc.

### Medición de tensión de corriente alterna (CA)

Se realiza de manera similar a la de CC, pero tomando en cuenta dos consideraciones: la primera es que si las punteras (cables de color rojo y negro en cuyo extremo existe una punta con la cual se mide el valor que se desee) se encuentran invertidas, el signo negativo delante de la medición no aparecerá. Y la segunda es que, por lo general, existirá una variación en el valor mostrado, pero que es común, debido a la caída de voltaje.

Ejemplos de fuentes de CA: enchufes residenciales, salidas de transformadores, generadores de tensión alterna, etc.

### Medición de resistencia

Para medir cualquier elemento resistivo (mecanismo que posee una resistencia) simplemente coloque la llave en la posición (escala) más apropiada, conecte las punteras en los terminales del elemento, y directamente lea el valor en quiloohm.

Cuando en la pantalla vemos la medición de una resistencia de 1 k advertimos que su tolerancia es de  $987 \Omega$ , dado que la del resistor es del 10 %. En este caso, la escala elegida fue de 2000  $\Omega$ .

**Nota:** la definición de la escala depende del valor del resistor.

Si la pantalla muestra un valor inferior a uno, (0.34, por ejemplo), se multiplica por la escala que se ha seleccionado.

Si el mismo resistor de 1 k (mil ohmios) está en la escala de 200  $\Omega$ , el valor que aparecerá en el extremo izquierdo de la pantalla será de 1, pero ese número funciona a modo de alerta para hacer notar que la escala es menor que el material medido. Esta situación se produce porque el valor máximo en el que puede trabajar la escala es 200  $\Omega$ . Esta observación también sirve para otras cantidades (V, I, etc.).

### Pinza amperimétrica

Consiste básicamente en un semicírculo (núcleo) con una palanca para abrirlo, de tal manera que los conductores del circuito se coloquen dentro del núcleo.

Por medio del conductor la corriente produce un campo magnético que, a su vez, induce un flujo en la bobina que está dentro del núcleo. Esta corriente circula mediante un medidor, calibrado para indicar el torrente que fluye a través del conductor en prueba. Por lo tanto, las pinzas amperimétricas se utilizan normalmente para medir altas corrientes, por ejemplo, en motores, transformadores y máquinas de alta potencia. La medida de corriente solo se puede realizar en un conductor a la vez.

**Nota:** la pinza amperimétrica también mide la tensión y otras variables como corriente continua y alterna. El uso de accesorios puede calcular la resistencia eléctrica.

## Errores de medición

En el día a día del profesional es muy común que algo vaya mal durante el proceso de medición. Estos errores son frecuentes y se clasifican en tres tipos: grosero, sistemático y aleatorio. Vamos a hablar brevemente acerca de cada uno de ellos.

### Error grosero

Está generalmente ligado a un fracaso directo del operador del instrumento. Se producen, por ejemplo, por un cambio en las posiciones de los números, por la colocación inexacta del punto en números decimales, o por aplicaciones incorrectas de los instrumentos.

El error grosero se puede remediar fácilmente con una nueva medición realizada por el mismo operador o por otros operadores.

### Error sistemático

Usualmente se origina por factores externos y provoca valores alterados, especialmente en los instrumentos analógicos. Algunas de las causas son las siguientes: deficiencias del método utilizado en la calibración de los equipos; uso de materiales poco adecuados; efectos ambientales sobre el instrumento, como la temperatura o la luz ambiente; instrumento dañado, y error de paralaje (por una mala posición del observador).

### Error aleatorio

Surge cuando el operador realiza las mismas pruebas de medición de la tensión alterna en el mismo circuito, pero no logra el mismo resultado. Por tanto, en este caso el operador y el instrumento no son causantes del error.

## Tipos de medidores

A pesar de que los dispositivos digitales (visualización en forma de dígitos) prácticamente se han apoderado del mercado, aún quedan muchos

aparatos analógicos para su uso, en laboratorios e instalaciones eléctricas en general. En el instrumento analógico el desplazamiento de un puntero representa la intensidad de la cantidad que se va a medir. Así, vamos a analizar inicialmente los instrumentos analógicos.

Los instrumentos de medición están divididos en 3 grupos en cuanto a la forma de indicación:

- **Indicador:** solo muestra el valor instantáneo de la cantidad medida. Es el caso del voltímetro analógico de panel.
- **Acumulador o totalizador:** la pantalla muestra el valor acumulado de la cantidad de electricidad que se requiere medir, ya que su instalación está especialmente diseñada para ello.
- **Medidor de energía eléctrica o contador de electricidad:** su objetivo específico es medir el consumo de energía eléctrica de un circuito o un servicio eléctrico.

Para el uso correcto de estos instrumentos es recomendable conocer las siguientes características:

- **Naturaleza del instrumento:** identificado según la cantidad que va a medir. Ejemplos: amperímetro (A), voltímetro (V), vatímetro (W), etc.
- **Naturaleza del conjugado motor:** cuenta con principio de funcionamiento físico (en el caso de instrumentos analógicos). Ejemplos: electrodinámico, térmico, ferro-móvel, etc.
- **Clase de precisión:** distancia entre la medición efectuada (instrumento) y el valor de referencia (valor real). Esto significa que el límite de error, garantizado por el fabricante, se puede cometer al efectuar cualquier tipo de medición.
- **Calibre del instrumento/Corriente de fondo de escala:** es el valor máximo posible que puede medir y hace que el movimiento de la aguja llegue hasta el final de la escala o corriente máxima.
- **Resolución:** menor división de la escala.
- **Rigidez dieléctrica:** aislamiento entre la parte activa y la carcasa del instrumento.
- **Precisión:** distancia mutua entre las distintas magnitudes en relación con sus medidas aritméticas.
- **Posición de trabajo:** característica extremadamente importante para instrumentos analógicos, ya que depende del movimiento mecánico del galvanómetro.



**Motores  
eléctricos y  
controles  
eléctricos**

**7**



## Definiciones

### Automática (O)

Estudio de los métodos y procedimientos cuya finalidad es la sustitución del operador humano por un operador artificial en la generación de una tarea física o mental, previamente programada (Real Academia de las Ciencias Exactas Físicas y Naturales).

### Automatización

Estudio y aplicación de la automática al control de los procesos industriales.

### Automatismo

Dispositivo que sustituye las operaciones manuales para garantizar el funcionamiento de una maquina o de una instalación.

## Elementos de los automatismos eléctricos

Existen dos tipos: sistemas cableados y sistemas programados.

### Sistemas cableados

Se realizan por la unión física de los elementos que constituyen la unidad de control. La forma de dichas uniones se diseña, ya sea por la experiencia o por un conjunto de ecuaciones lógicas.

Este tipo de automatismos los encontramos dentro del llamado cuadro eléctrico, cuyos componentes más comunes son los siguientes:

- **Pulsadores:** elementos mecánicos de cierre y apertura. Se dividen en “normalmente abiertos” (para la puesta en marcha o funcionamiento de las máquinas) o “normalmente cerrados” (hacen el efecto contrario, paran la maquinaria o el equipo).
- **Interruptores:** conectan o desconectan la maquinaria o las instalaciones. Se diferencian de los pulsadores en que se mantienen en la posición en la que han sido accionados.
- **Conmutadores:** dispositivos para cambiar la dirección o interrumpir el paso de la corriente eléctrica en un circuito. A diferencia de los interruptores, una vez que han desconectado un circuito conectan otro inmediatamente.
- **Finales de carrera:** sensores de contacto que se sitúan al final de un recorrido o de un elemento móvil y que cuando se activan envían una señal que sirve para modificar el estado de un circuito.
- **Detectores:** encontramos de diversos tipos:
  - **Termostatos:** abren o cierran un contacto en función de la temperatura.
  - **Presostatos:** abren o cierran su mecanismo, dependiendo de la presión programada.
  - **Detectores de nivel de líquido:** controlan el nivel de líquido.
  - **Sensores de presencia:** detectan algún objeto o persona en un radio de acción determinado.
  - **Relés:** elementos básicos del automatismo cableado. Se trata de un dispositivo electromecánico accionado por interruptores y/o sensores de diversos tipos (termostatos, detectores de movimiento, etc.). Está constituido por una bobina y un grupo de contactos que pueden ser abiertos o cerrados, cuya función es la de habilitar o desconectar circuitos cuando circula corriente por su bobina.





- **Temporizadores:** automatizan el encendido o apagado de maquinaria, electricidad, etc., en función del tiempo.
- **Contactores eléctricos:** actúan de forma similar a los relés, aunque estos habilitan circuitos con corrientes más elevadas. Otra diferencia es que tienen dos grupos de contactos: principales y auxiliares.

## Sistemas programados

Como su nombre indica, son los automatismos que se realizan con elementos programables.

### Otros elementos

Existen más elementos que, aunque no pertenecen completamente al apartado de los automatismos eléctricos, también podemos tenerlos en cuenta para trabajar con ellos, si así lo requiere la ocasión.

A modo de ejemplo, vamos a nombrar el más habitual:

- Variador de velocidad: dispositivo o conjunto de dispositivos (mecánicos, hidráulicos, eléctricos o electrónicos) empleados para controlar la velocidad giratoria de maquinaria, especialmente de motores.

## Evolución de los automatismos eléctricos

Una vez que ya hemos visto los principales elementos de los automatismos (contactores eléctricos, temporizadores, etc.) y otros dispositivos, como el variador de velocidad, queremos remarcar la importancia de la evolución científica para mejorar cualquier tipo de maquinaria.

Gracias a la automatización de máquinas y de procesos se ha perfeccionado de manera exponencial tanto la productividad como la calidad de los productos, a lo que hay que sumar otro concepto que, en ocasiones, se nos olvida nombrar: la adecuación de los costos.

La incorporación de elementos con el fin de optimizar el control de cualquier automatismo eléctrico supone, sin lugar a duda, que todo el proceso industrial se lleve a cabo con una calidad más alta y mucha más seguridad.

### Motor eléctrico

Se ha convertido en uno de los inventos más notables de la humanidad, y lo ha hecho a lo largo de todo su avance tecnológico. Es una máquina de construcción sencilla, rentable, versátil y no contaminante. Sus principios

de funcionamiento, construcción y selección se conocen por el importante papel que desempeña en el mundo contemporáneo.

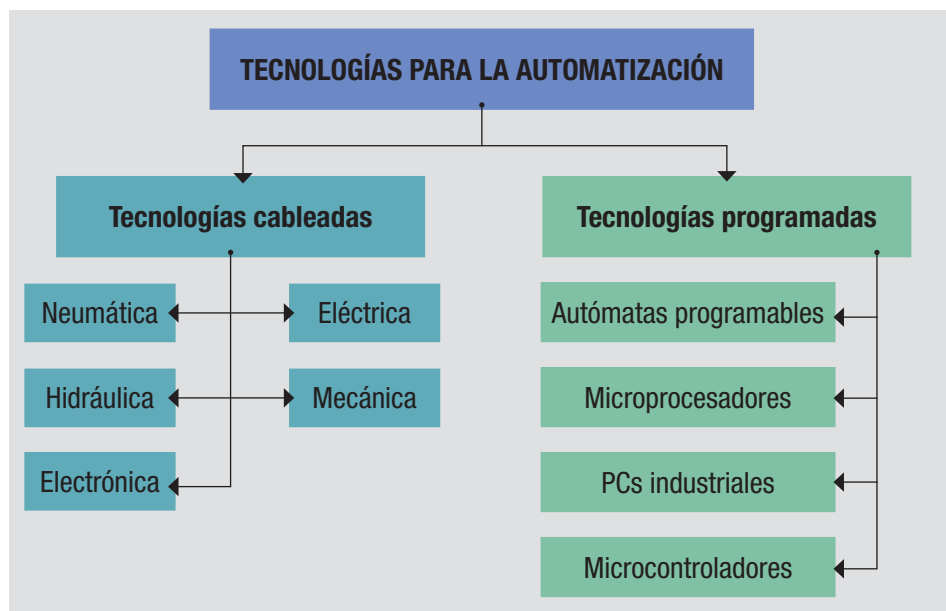
El motor eléctrico es capaz de convertir la energía eléctrica en energía mecánica. Entre todos los modelos, el motor de inducción es el más utilizado, debido a la combinación de bajo costo, simplicidad, robustez, versatilidad y un buen rendimiento, ya que tiene un bajo consumo de energía, en comparación con otros tipos de motores.

### Motores de corriente continua

Son más costosos y, por otra parte, necesitan una fuente de corriente continua, o un dispositivo que convierta la corriente alterna en continua. Pueden funcionar con velocidad ajustable entre grandes límites y se prestan a controles de flexibilidad y precisión. Por lo tanto, su uso se limita a casos especiales, en los que estos requisitos son más apreciados.

### Tecnologías para la automatización

La realización física de los automatismos ha dependido, desde sus inicios, del desarrollo de las tecnologías asociadas. En las últimas décadas, las tecnologías cableadas han sustituido a las tecnologías programadas.



### Motores de corriente alterna

Son los más utilizados, si bien la distribución de energía eléctrica se hace generalmente en corriente alterna. Los principales tipos son:

- **Motor sincrónico:** funciona con velocidad fija. Se destina únicamente para grandes potencias (debido a su alto costo en tamaños más pequeños) o cuando se necesita velocidad variable.

- **Motor de inducción:** trabaja, por lo general, a una velocidad constante, que varía ligeramente con la carga mecánica aplicada a su eje. Por su gran sencillez, robustez y bajo costo se recurre a él habitualmente, y también es el más adecuado para casi todos los tipos de máquinas que encontramos en la práctica. Actualmente es posible controlar la velocidad del motor de inducción con la ayuda de convertidores de frecuencia.

A pesar de la gran cantidad de motores eléctricos, en este capítulo vamos a centrarnos en el más empleado en las instalaciones residenciales: el motor de corriente alterna monofásica asíncrono.

Los motores monofásicos se utilizan en los siguientes casos: sistemas de bombeo de agua, bombas comerciales e industriales, bombas residenciales y bombas centrífugas, compresores, ventiladores, trituradoras, y maquinaria en general que requiere servicio continuo.

## Conceptos básicos sobre motores

### Conjugado

El conjugado (también llamado momento de torsión, momento o binario) es una medida del esfuerzo requerido para hacer girar un eje. Para calcular el esfuerzo necesario para detener el giro del eje no es suficiente con definir la fuerza aplicada, pues igualmente es preciso saber hasta qué distancia se aplica esta fuerza en el eje, dado que el conjugado es el producto de la fuerza por la distancia.

### Energía y potencia mecánica

La potencia mide la velocidad a la que se aplica o se consume la energía; es decir, dos motores diferentes tienen el mismo conjugado, pero si el motor 1 hace el trabajo más rápido que el motor 2, significa que el motor 1 es más rápido, por tanto, tiene más potencia. Así, la potencia expresa la velocidad con que se aplica esta energía y se calcula dividiendo la energía o conjugado total por el tiempo necesario para su realización.

La unidad más común para la medición de la energía mecánica es el CV (caballo vapor), o HP (*horse power*), que equivalen a 736 W y 746 W, respectivamente. Sin embargo, para fines de cálculo, en algunas ocasiones los dos se consideran igual.

### Energía y potencia eléctrica

Aunque la energía sea única, puede presentarse de diferentes formas. Debido a sus características electromecánicas, el motor de inducción

eléctrico, no es el ideal, ya que su rendimiento no llega al 100 %; en otras palabras, no tiene la capacidad para convertir completamente la energía eléctrica de la red en energía mecánica. La electricidad o la energía eléctrica que un motor consume es la de la red eléctrica, es decir, la que se paga en la correspondiente factura.

### **Velocidad nominal**

Es aquella que el motor genera en la punta de su eje cuando está conectado con la red, la tensión y la frecuencia nominal. Se da en revoluciones por minuto (RPM).

### **Tensión nominal**

Valores globales de tensión que el fabricante garantiza para el buen funcionamiento del motor, el mismo que puede tener la capacidad de trabajar con hasta 4 tensiones diferentes.

### **Corriente nominal**

De acuerdo con la potencia del motor y la tensión a la que está conectado, hay un valor de corriente que representa un límite de operación del motor. Dicho en otras palabras, si la corriente de funcionamiento está por encima de la corriente nominal significa que el motor está sobrecargado o que opera en un régimen inadecuado. Para cada valor de la tensión nominal hay un valor de la corriente nominal.

### **Frecuencia nominal**

Valor específico de la frecuencia de la que se construyen los motores para funcionar satisfactoriamente. Los valores de frecuencia estándar son 50 o 60 Hz, pero existe la posibilidad de que la frecuencia pueda ser cambiada, aunque esto requiere el uso de equipos específicos.

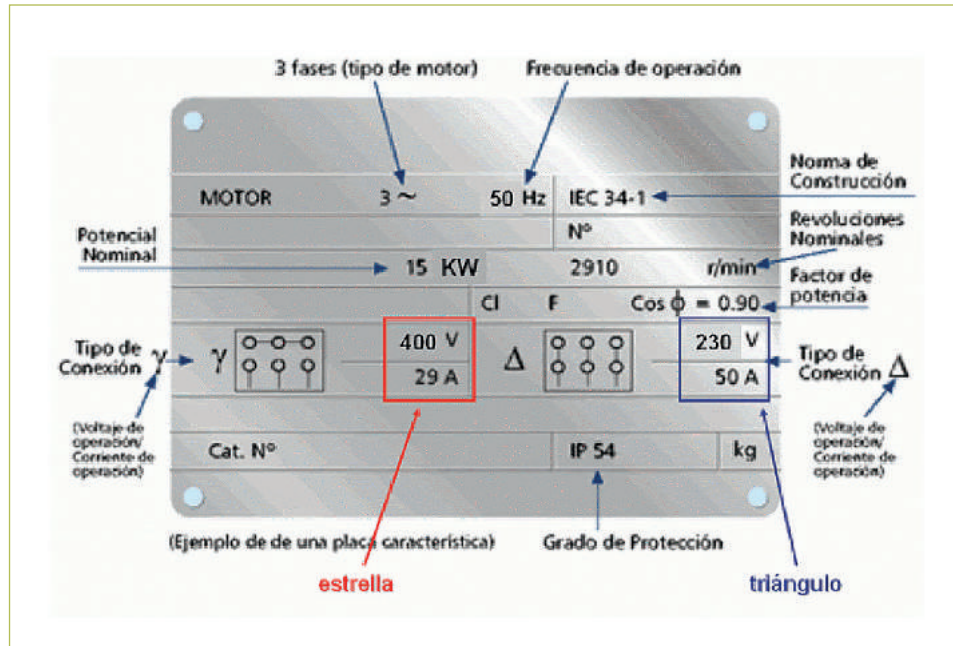
### **Rendimiento**

Porcentaje de la energía consumida que se transforma efectivamente en trabajo mecánico.

### **Factor de potencia**

El factor de potencia es el resultado de la división entre la potencia aparente con la potencia activa.

Si bien hay otros datos específicos, en la práctica estos son suficientes para elegir el mejor motor para cualquier aplicación. Todos los datos se encuentran en la placa de identificación, que es algo así como la tarjeta de identidad del motor. La siguiente figura muestra la placa de características de un motor monofásico.



## Construcción de un motor de CA monofásico asíncrono

La siguiente figura muestra un despiece de las partes que componen un motor de corriente alterna asíncrono monofásico.

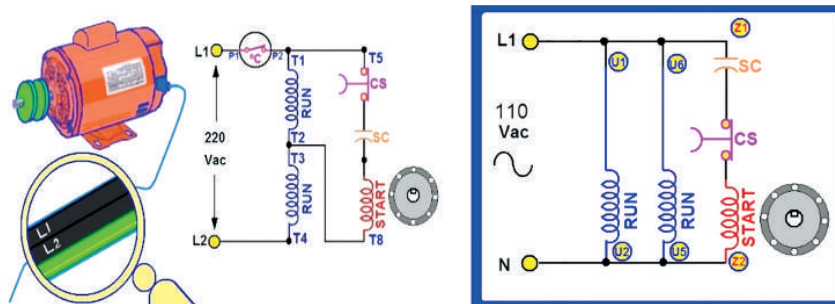
### Despiece del motor de inducción monofásico



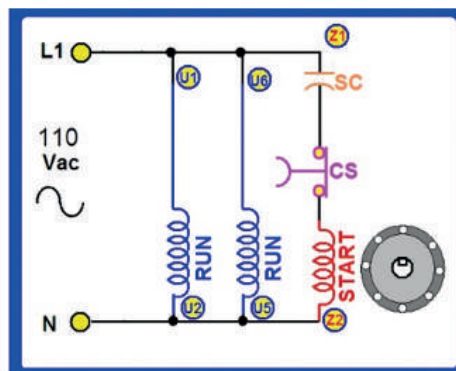
Los motores monofásicos se construyen de tal forma que sus arrollamientos (bobinas) están conectados a una única fase. Este tipo de motor tiene internamente tres pares de bobinas: dos pares llamados la bobina primaria, y uno denominado bobina auxiliar o bobina de arranque. Sin embargo, sin incluir la caja de bornes, solo hay 6 cables a los que puede

tener acceso, y para que el motor esté conectado correctamente, se agrupan de una manera específica en la que se define el valor de la tensión con que el motor se puede alimentar; en el caso de un motor monofásico, puede funcionar tanto en 127 V (110 V) como en 220 V.

La siguiente figura muestra las dos conexiones posibles:



A la vista de la secuencia de conexión de los cables de alimentación, el motor puede girar en sentido horario (hacia la derecha) o antihorario (hacia la izquierda). Para invertir el sentido del giro hay que cambiar la posición del terminal U5 con U6, como se muestra en la siguiente figura:



## Motor de ventilador de techo

Es de inducción monofásico de corriente alterna, similar al motor de inducción monofásico visto anteriormente, aunque difieren en sus aspectos constructivos.

### Características técnicas

Se clasifica como motor de capacitor permanente y tanto la bobina auxiliar como el capacitor electrolítico están constantemente energizados. El capacitor en este motor asegura la partida, aumenta la eficiencia y el factor de potencia. Debido a su baja torsión y a la falta de contactos eléctricos, su nivel de ruido es leve.

Su construcción es menor y su grado de intervención de mantenimiento es bajo. Aunque su conjugado de arranque sea normalmente menor que el de motor monofásico visto previamente (50 % a 100 % del conjugado nominal), es adecuado para su uso en equipos que no requieren alto conjugado de arranque, tales como máquinas de oficina, extractores de aire, ventiladores, bombas centrífugas, molinos, pequeñas sierras, taladros, acondicionadores de aire, aerosoles, etc. Normalmente se fabrican para las potencias desde 1/50 hasta 1.5 CV.

## Características constructivas motor de ventilador de techo

### Aspecto general del motor del ventilador de techo

El motor de ventilador de techo tiene el mismo principio de funcionamiento que el del motor monofásico que se ha mencionado antes, pero difiere en su construcción. En el motor de ventilador de techo las bobinas auxiliares y las principales se montan en el interior, que es fijo. En la carcasa, donde se forman los polos magnéticos, no hay bobinas, y esta parte giratoria es el rotor del motor del ventilador.

### Motor abierto

- **Parte girante y sus bobinas.** El capacitor se monta en la parte externa del motor, normalmente en la caja de instalación de control. Además de la función de fijar el flujo magnético que asegura la torsión de arranque del motor, el capacitor también cambia su velocidad. El mercado ofrece capacitores simples para motores de velocidad individuales y capacitores dobles para motores de tres velocidades (mínima, media y máxima).
- **Capacitor simple y duplo.** En el capacitor doble hay dos capacitores, uno de 1,5 mF para la velocidad mínima, y otro 2,5 $\mu$ F para la velocidad media. La velocidad máxima se logra mediante la conexión de los dos capacitores en paralelo, lo que resulta en un condensador 4 mF.
- **Controles del motor de ventilador.** Por lo general, estos motores tienen control de velocidad, a través de capacitores conmutados o por aplicación de control electrónico dimmer conectado a las bobinas del motor y al control de la dirección de rotación (ventilación, escape) realizado por el cambio de las conexiones del bobinado auxiliar.

Los ventiladores más modernos presentan estas mismas funciones con control remoto con la transmisión de señales de frecuencia de radio o infrarrojas.



## Controles eléctricos

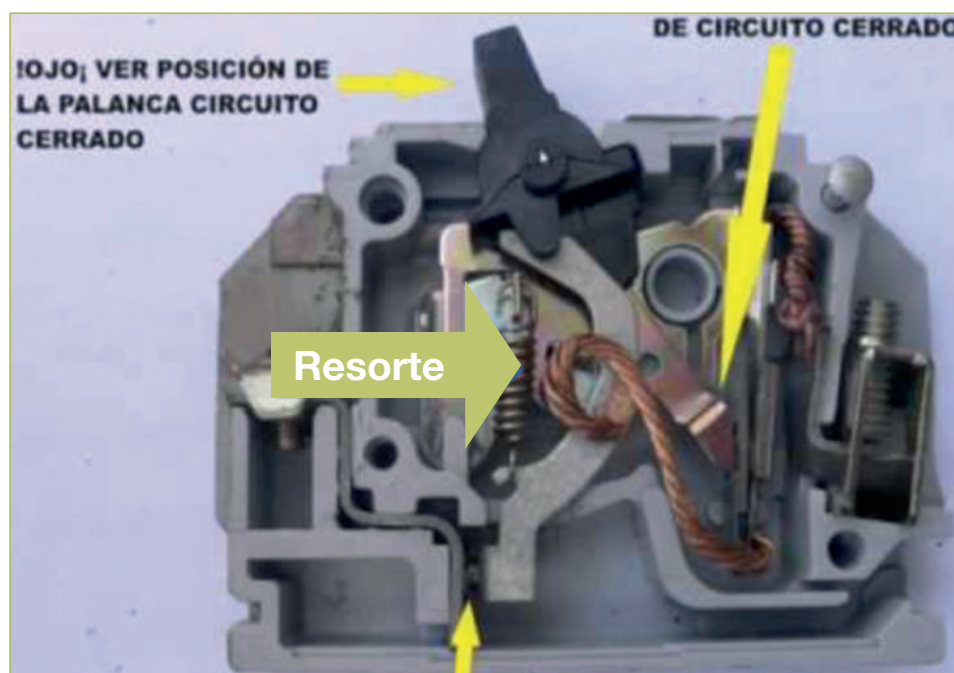
El objetivo es conocer algunos instrumentos simples, pero necesarios, para el montaje de un control eléctrico. Del mismo modo que cuando se pincha la rueda de un auto hace falta conocer las herramientas correctas para cambiarla, también es fundamental comprender el funcionamiento de un circuito para su posterior diseño.

En este punto, es importante resaltar que, por regla general, los circuitos de accionamiento están clasificados en “mando” y “fuerza”, garantizando así la seguridad del operador y la automatización. Si esta división no es lo suficientemente clara en este momento, una vez que el estudiantado se haya familiarizado con el tema, se convertirá en algo mucho más fácil.

### Pulsador

Cuando se trata de arrancar un motor, el primer elemento que viene a la mente es la llave para encenderlo. Solo en el caso de los accionamientos eléctricos, la llave (protección exclusiva) que conecta el motor es diferente de una llave de costumbre (protección común), como las que hemos visto en capítulos anteriores y tenemos en nuestras casas para encender la luz, por ejemplo.

La principal diferencia es que cuando activamos, accionamos o presionamos la llave residencial (interruptor), esta va de una posición y se mantiene en ella, incluso cuando se retira la presión ejercida por los dedos. En la llave industrial o pulsador hay un retorno a la posición de reposo por un resorte, como se puede ver en la figura.





Según la IEC 73 y VDE 0199, los botones/pulsadores de uso industrial tienen colores específicos para el uso, como podemos observar en la siguiente tabla:

**Tabla 36. Uso de los botones pulsadores según el color**

COLOR	SIGNIFICADO	APLICACIONES COMUNES
Rojo	Parar y apagar en caso de emergencia	Para uno o más motores, parada de unidades de una máquina; parada de un ciclo de operación; parada en caso de emergencia, y apagado en caso de sobrecalentamiento peligroso.
Amarillo	Intervenir	Para el retroceso o interrupción debido a condiciones anormales.
Blanco o azul	Cualquier función, excepto las listadas arriba.	A discreción del operador, tales como el restablecimiento de relés térmicos o el mando de funciones auxiliares que no tienen correlación directa con el ciclo de funcionamiento de la máquina o equipo.
Verde o negro	Arrancar, encender, pulsar	Partida de uno o más motores; partida de unidades de una máquina; operación por pulsos, energización de circuitos de mando.

En accionamientos eléctricos trabajamos con un elemento muy simple que es el contacto. A partir de él toma forma toda la estructura lógica de un circuito y también es el encargado de dejar o no que circule la corriente. Hay dos tipos de contactos:

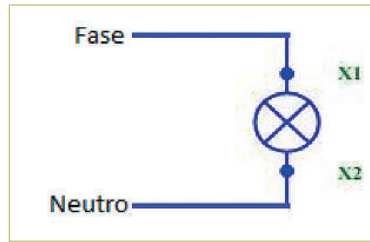
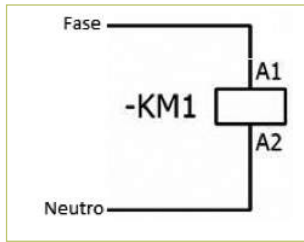
- **Contacto normalmente abierto (NA):** no hay paso de corriente eléctrica en la posición de reposo. Por lo tanto, la carga no es accionada.
- **Contacto normalmente cerrado (NC):** hay un paso de corriente eléctrica en la posición de reposo. Por lo tanto, la carga es accionada.

Estos contactos se pueden asociar para un fin determinado, por ejemplo, solo es viable que se active una carga cuando dos de ellos estén conectados.

### Pilotos de señalización

Se trata de componentes importantes y de fácil instalación. Su principal función es indicar, mediante una señal luminosa, cualquier condición concreta dentro del circuito; ejemplos: si el circuito está activado, si se trata de un estado de emergencia o de atención, entre otros.

La conexión de este componente se hace simplemente conectando los terminales A1 y A2, o también se puede encontrar como X1 y X2. La colocación siempre tiene que ser positiva o fase en los terminales A1 (X1) y el terminal negativo o neutral en el terminal A2 (X2).



Vale la pena señalar que los pilotos de señalización cuentan con una tensión específica, por lo que antes de adquirirlo o conectarlo al circuito se recomienda identificar cuál es su tensión de trabajo, por ejemplo: 12 VDC, 24 VDC, 110 VAC, 220 Vac, etc.

Según la IEC 73 y VDE 0199, los pilotos de señalización tienen unos colores determinados, como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 37. Significado de los colores en los pilotos de señalización**

COLOR	SIGNIFICADO	APLICACIONES COMUNES
Rojo	Condiciones anormales, peligro o alarma	La temperatura excede los límites de seguridad, aviso de paralización (ejemplo: sobrecorriente)
Verde	Condición de servicio segura	Indicación de que la máquina está lista para operar
Amarillo	Atención, cuidado	El valor de una cantidad se aproxima a su límite
Blanco	Circuitos energizados, funcionamiento normal	Máquina en movimiento
Azul	Informaciones especiales, excepto las citadas arriba	A discreción del operador, tales como señalización de mando remoto, preparación o configuración de la máquina

## Pulsadores luminosos

Son componentes en los que en el mismo cuerpo se encuentra tanto la parte de accionamiento (pulsador/botón) como la de señalización.

Facilitan el trabajo y reducen el espacio ocupado, pues tienen casi el mismo tamaño que un pulsador/botón común. El diagrama de cableado es muy similar a un pulsador/botón común con los contactos NC y NA y también tiene los contactos relativos al piloto de señalización, que en este caso es A1/X1 y A2/X2. Sin embargo, hay que prestar atención al voltaje de funcionamiento de los semáforos para que no se queme.



*Ejemplo de pulsador luminoso.*

## Contactor

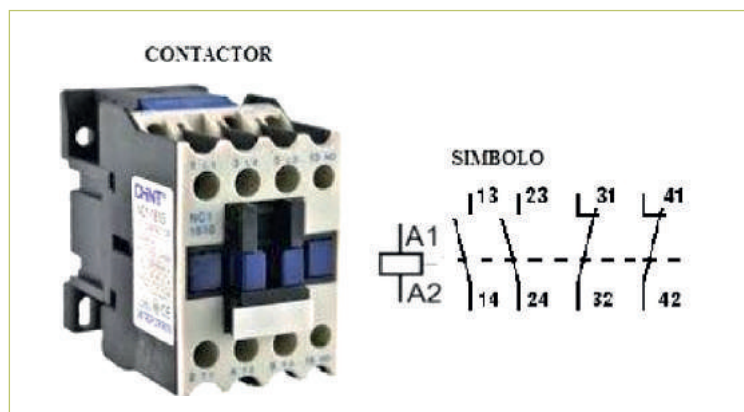
Dicho de un modo sencillo, es un elemento electromecánico del mando a distancia/remoto, con una única posición de reposo y sin bloqueo.



Como puede verse en la figura, el contactor se compone principalmente de un núcleo magnético con una bobina. Una parte del núcleo magnético es móvil y es atraído por la fuerza del campo magnético cuando la atraviesa la corriente eléctrica. Este campo magnético finaliza cuando la corriente se interrumpe, momento en que la acción de los muelles repele la parte de núcleo.

Los contactos eléctricos se colocan en la parte móvil del núcleo para constituir un conjunto de contactos móviles.

En la carcasa del contactor se añaden un conjunto de contactos fijos y móviles, y cada uno de ellos puede ser del tipo normalmente abierto (NO) o normalmente cerrado (NC). En la imagen se muestra el diagrama esquemático de un contactor con dos contactos NA y un contacto NC.



En cuanto a la numeración, es común revisar la especificación técnica de los contactores. Por ejemplo:

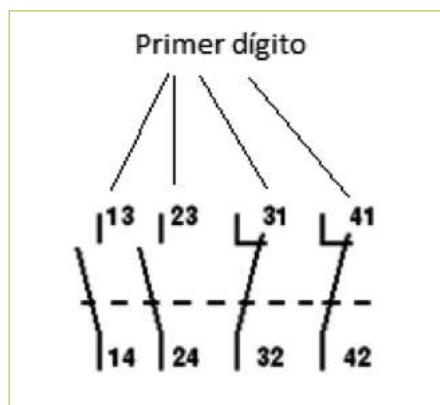
A1 y A2 siempre están relacionados con la bobina de alimentación (fase y neutro, fase y fase, positivo y negativo, etc.). Es extremadamente importante identificar con qué valor de tensión se construyó la bobina para trabajar (110 Vca, 220 Vca, 24 Vcc, 12 Vcc, etc.).

Los contactos principales del contactor son de fuerza o de potencia y siempre son NA, ya que serán los responsables de la potencia del motor eléctrico. **1, 3 y 5 o L1, L2 y L3** están conectados a la entrada de los contactos de potencia, por lo que son aquellos que alimentan a los conductores que están conectados a la red, por donde pasan altas corrientes.

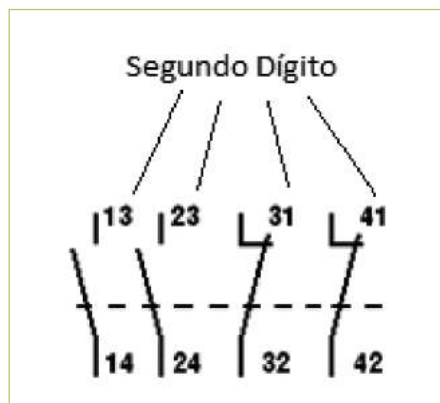
**2, 4 y 6 o T1, T2 y T3** están relacionados con la salida de los contactos de potencia, porque están conectados al motor, de acuerdo con una tensión de trabajo.

Con relación a los contactos de comando (auxiliares) se determinan dos tipos de numeración, ya que no son usados para alimentar el motor, sino que sirven para asegurar la lógica y el circuito de seguridad - enclavamiento. La siguiente figura muestra la secuencia de numeración de los contactos y la numeración que indica si es NA o NC:

- El primer número señala la secuencia del contacto (si es el 1º, 2º, 3º, etc.).



- El segundo número indica si el contacto es NA o NC, es decir, los contactos que tienen el segundo número 1 o 2 son NC, mientras que los que tienen el segundo número 3 o 4, son NA. La siguiente figura muestra la identificación de estos contactos.



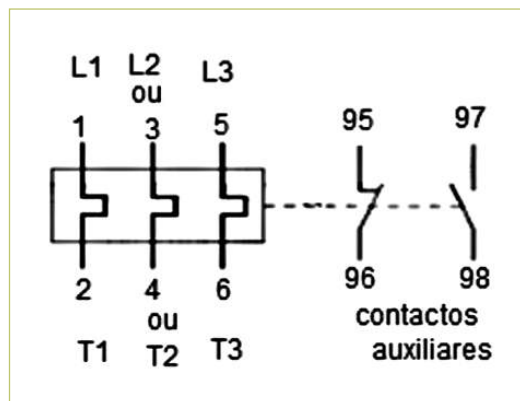
## Relé térmico o de sobrecarga

Originalmente, la protección contra sobrecarga se realiza mediante un elemento llamado relé térmico o de sobrecarga. Este componente comprende una tira bimetálica que cuando se calienta (mediante una corriente más grande que la corriente nominal durante un largo período de tiempo) se curva, provocando el disparo de un sistema de gatillo que desconecta el circuito de control, interrumpiendo también el circuito de alimentación.

La facilidad del relé de sobrecarga es que tiene un rango razonable de ajuste de la corriente de disparo y, cuando lo hace, la condición normal es que se puede regresar de forma automática o manual. Los disyuntores que se denominan guardamotores incluyen esta función, así como la protección de cortocircuito, lo que es adecuado para el sistema de arranque del motor.

Así como contactores, el relé de sobrecarga tiene contactos de fuerza (principales) y contactos de mandos (auxiliares).

Las siguientes figuras muestran la disposición de estos contactos.



*Identificación de los contactos de fuerza y auxiliar del relé de sobrecarga*

## Conceptos de arranque directo

Esta denominación se caracteriza porque el sistema hace que el motor arranque en sus características nominales, es decir, que la forma más sencilla de arrancar un motor eléctrico es a través del voltaje, la corriente y la. Se utiliza en los siguientes casos:

- Baja potencia del motor para evitar trastornos extremos en la red debido a la corriente de pico.
- Máquinas que no requieren aceleración o freno.
- Arranque con bajo costo.

## Objetivos de un arranque de motores

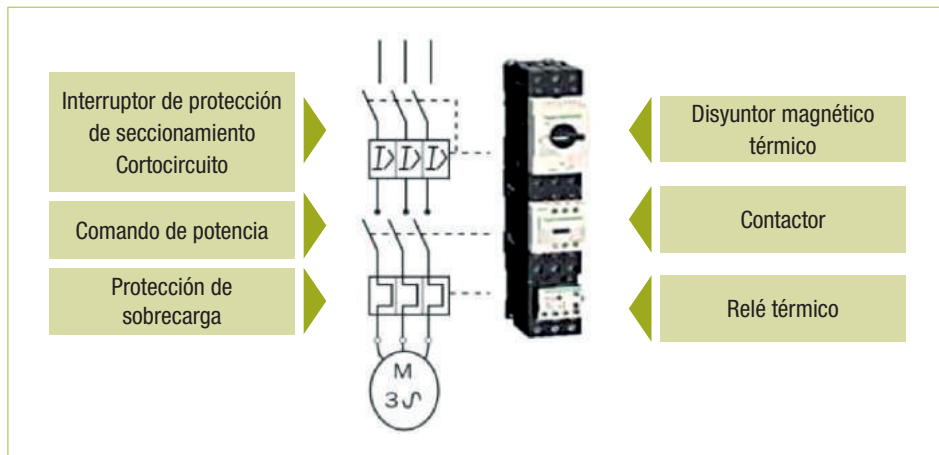
- Arrancar o parar un motor.
- Proteger los equipos contra fallo eléctrico.
- Garantizar la seguridad de las personas.
- Optimizar la continuidad del servicio.

## Funciones y composición de los dispositivos de arranque

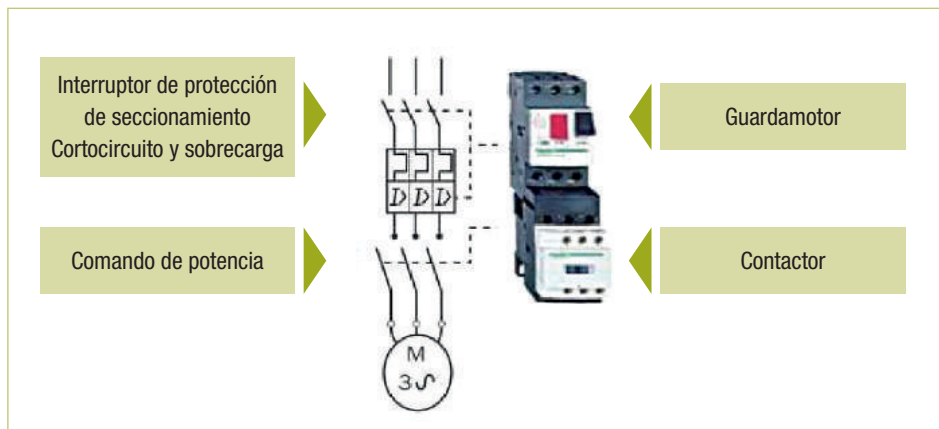
De acuerdo con la norma NBR IEC 60947-4-1 (disyuntores industriales), un dispositivo de arranque debe tener las siguientes funciones:

**Tabla 38. Funciones y objetivos del motor**

FUNCIÓN	OBJETIVO
Aislamiento	Aislar el equipo de su alimentación
Desconexión	Interrumpir la corriente que pasa por el equipo
Protección contra cortocircuitos	Proteger contra daños materiales y humanos causados por corrientes de cortocircuitos
Protección contra sobrecargas	Proteger contra los efectos de las corrientes de sobrecarga



*Ejemplo de asociación de dispositivos de protección para el arranque directo de motores*



*Ejemplo de asociación con dos dispositivos*

## Motobomba

La motobomba monofásica es un equipo electromecánico de bombeo de líquido a través de largas distancias. Por lo general, es ampliamente utilizado en las residencias, piscinas, riego y otros. Se compone de un motor eléctrico y un acoplamiento mecánico, tal y como se ve en la siguiente figura.

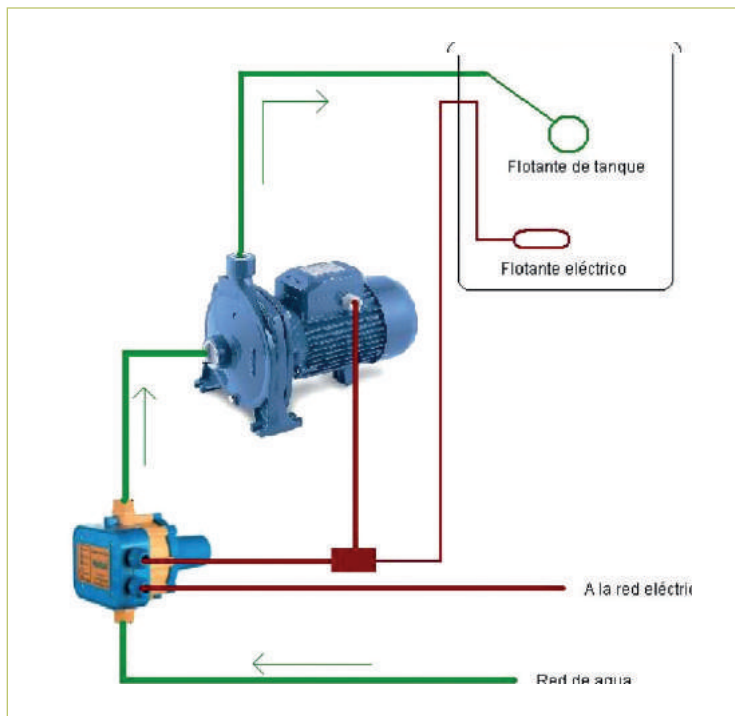


### Recomendaciones necesarias para el buen funcionamiento de la motobomba:

- Nunca deje que la motobomba funcione sin agua (para evitar que se dañe el sello mecánico y el rotor).
- No permita que la bomba trabaje con las válvulas cerradas (excepto la operación de cierre del filtro, seguido del tiempo máximo indicado en la operación).
- Limpie el prefiltro colector siempre que sea necesario.
- Antes de arrancar la motobomba asegúrese de que la tapa del prefiltro esté fijada y las conexiones orbitales bien pegadas y unidas, porque cualquier entrada de aire podría causar ruido en el conjunto.
- La succión de la motobomba nunca se realiza con un solo dispositivo, ya sea drenaje de fondo, por aspiración o *skimmer* (expulsar).
- Antes de arrancar la motobomba asegúrese de que al menos dos dispositivos estén trabajando en la succión y con sus válvulas abiertas. De lo contrario, no opere la bomba mientras su sistema hidráulico no esté acorde con los puntos antes mencionados y, si es posible, proporcione un dispositivo de reflujo en el sistema de agua.

## Arranque directo de una motobomba monofásica

En el siguiente diagrama se representa la agrupación de los componentes, de manera que el motor puede funcionar en condiciones normales y su accionamiento se realiza indirectamente por un esquema denominado mando. En este, los contactos NA y NC, tanto de los botones como de los otros componentes, se utilizan a menudo para formar algo llamado enclavamiento.



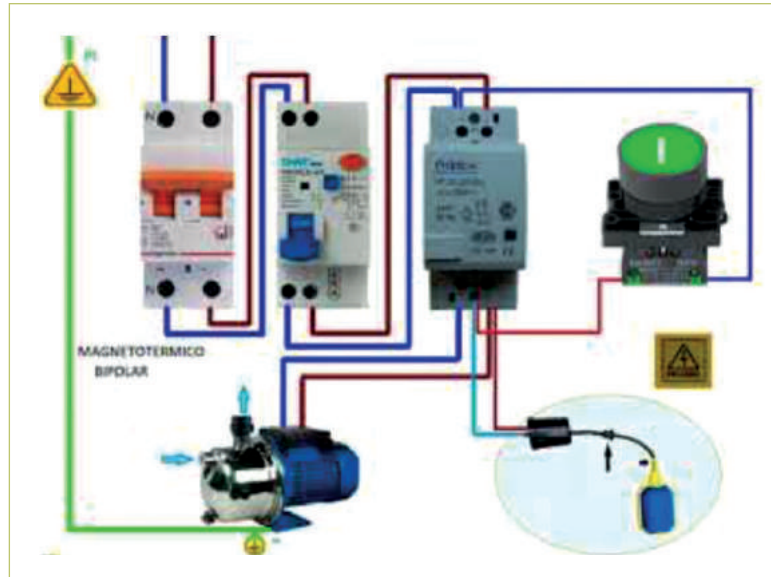
Con el mando eléctrico se activa una carga (bomba de agua) de corriente alta (corriente de arranque) con posibilidad de maniobras más prácticas y rápidas.

Todos los componentes del esquema reciben una nomenclatura, revelando así que tienen una numeración específica, como vimos anteriormente.

### Descripción de los componentes

- Q1 breaker bifásico.
- F1 interruptor diferencial.
- F2 fusible (de mando).
- FT1 relé de sobrecarga.
- K1 contactor de fuerza.
- B0 pulsador NF boya.
- B1 pulsador NA con función de encender el mando.
- Motor monofásico.





En la figura anterior vemos la red de una sola fase (fase y neutro) en la que el conductor de fase está conectado al fusible F1, que es la protección de la fuerza. Poco después de pasar a través del fusible, la fase y el neutro atraviesan los contactos principales del contactor y, después de pasar a través del relé de sobrecarga, desconectan el motor del mando (en caso de sobrecarga).

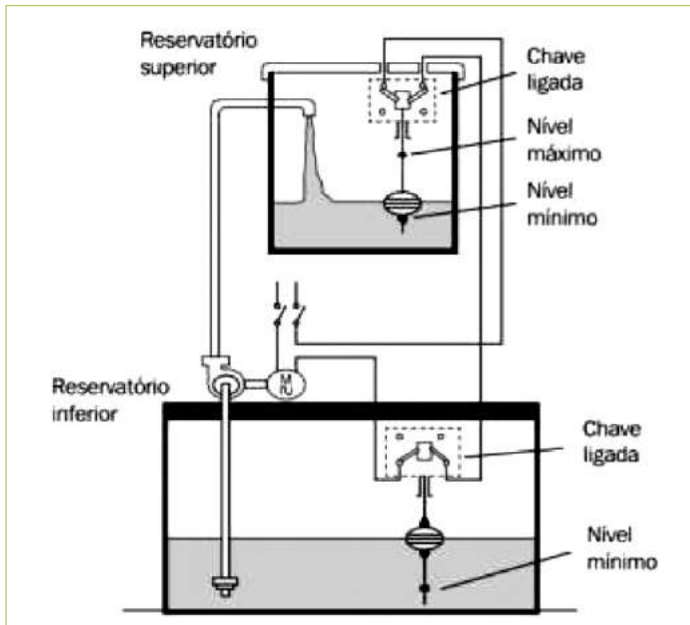
Pulsando el botón B1 en el diagrama de control la corriente eléctrica llega a la bobina (A1 y A2) del contactor K1. Cuando el contactor se alimenta automáticamente se activan cada uno de los contactos de K1 y el principal (fuerza) hace que se accione el motor. Por su parte, el contacto de control que está junto al B1 también cambia y cierra, por lo que incluso así, después de soltar B1, la bobina de K1 se quedará alimentada a través del contacto auxiliar 13-14, conocido como la retención de contacto.

El motor se apaga tan pronto el botón B0 es pulsado mediante el corte de la fuente de alimentación de la bobina de K1 o si el contacto del guardamotor se activa debido a una sobrecarga.

### Control de nivel utilizando motobomba monofásica

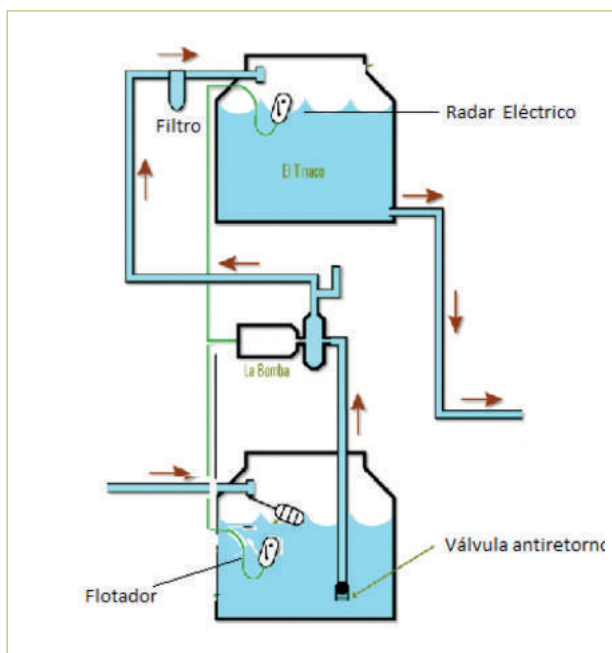
Interruptores conocidos como radar. Se instalan dentro del agua del tanque elevado y el flotador que se coloca dentro del agua de la cisterna. Un control de nivel se puede hacer de dos maneras:

- **Control directo por flotador de dos reservorios.** Esta es la manera más sencilla para controlar el nivel, pues el mando de la bomba se realiza directamente por los contactos del flotador.
- **Control de nivel de un tanque con dos sensores.** El control de nivel de un tanque con dos sensores está indicado para las aplicaciones en las que se tiene la garantía de abastecimiento del agua, de la cisterna y del tanque elevado.



### Funcionamiento

1. Tanque vacío: los contactos de los sensores de nivel superior e inferior están cerrados y alimentan la bobina (A1/A2) del contactor K, que actúa por los contactos 13/14, accionando la bomba y el piloto de señalización H1 e indicando que la bomba está encendida.
2. El nivel inferior del tanque se eleva abriendo el contacto del sensor de nivel inferior, pero la bobina (A1/A2) del contactor K se queda energizada a través del contacto cerrado del sensor de nivel superior y de los contactos 13/14 del contactor K.



3. El contacto del sensor de nivel superior se abre cuando el tanque está lleno, apagando la bobina A1/A2 del contactor K y la bomba y el piloto de señalización H1.

- **Control a través de flotador y contactores dos tanques.** El control de nivel presentado muestra el mismo funcionamiento del sistema de control directo con el flotador, aunque está equipado con un contactor que asegura la operación de conmutación de alta velocidad y el sistema de señalización de funcionamiento.

Dependiendo del tipo de alimentación de los motores eléctricos existen dos grandes grupos: motores monofásicos y motores trifásicos.

#### Actividad 1:

Teniendo en cuenta la placa de características, complete la tabla con los datos solicitados.

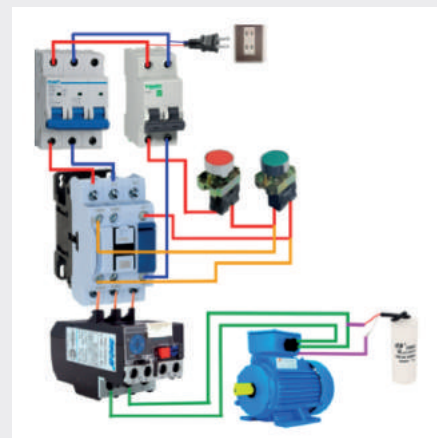
Calcule el valor de corriente y anote en la placa.

Fabricante: Ibérica de Motores S.A.		
Tipo: Motor 3	No. Serie: 01224/M/00	
Tensión: 380/220V	Corriente: 29/50A	
Potencia: 15kW	f.d.p.: 0,90	Clase F
Velocidad: 1440 rpm	Frecuencia: 50Hz	
Protección: IP447	CEI 34	Año: 2002

Fabricante: Ibérica de Motores S.A.		
Tipo: Motor 3	No. Serie: 01224/M/00	
Tensión: 380/220V	Corriente:	
Potencia: 20kW	f.d.p.: 0,90	Clase F
Velocidad: 1440 rpm	Frecuencia: 60Hz	
Protección: IP447	CEI 34	Año: 2021

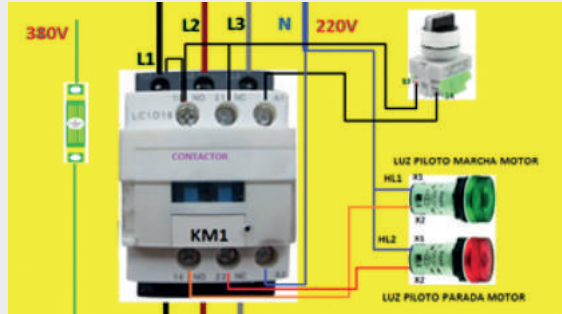
#### Actividad 2:

Considerando que la figura siguiente se refiere a un pulsador utilizado para arranque directo de un sistema de motor de inducción, ¿cuál es la función de los botones pulsadores?



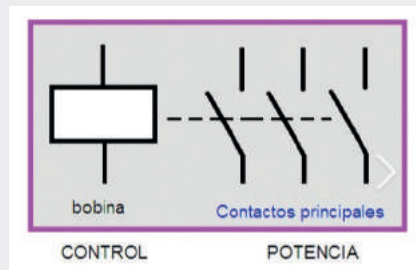
Actividad 3:

La figura siguiente se refiere a pilotos de señalización utilizados en un sistema de arranque directo de motor de inducción. ¿Cuál es su indicación?



Actividad 4:

En la figura que está a continuación puede verse un contactor. Identifique los contactos con letras y números, de acuerdo con la convención.



Actividad 5:

En el siguiente sistema de arranque directo introduzca el dispositivo y su función en el sistema.



**Energía  
sostenible**

**8**



## Uso razonable de la energía

El consumo de energía de forma razonable se ha convertido en un tema cada vez más común, ya sea en las discusiones académicas o mediante los medios de comunicación. Con el aumento de la población mundial y la escasez de los recursos naturales responsables de la producción de energía, la preocupación es que, a futuro, no exista energía disponible para las generaciones futuras. Mientras que la investigación científica busca averiguar acerca de posibles soluciones, podemos tomar algunas pequeñas acciones para ahorrar energía para marcar una diferencia.

Siga estos consejos e informe a sus familiares y amistades para que hagan lo mismo.

### Refrigerador

- No deje la puerta abierta por mucho tiempo.
- Ponga y saque los alimentos simultáneamente.
- Evite el almacenamiento de alimentos o líquidos calientes.
- No cubra los estantes del refrigerador con plásticos o vidrios.
- Impida que se formen capas espesas de hielo; descongele periódicamente.
- Disminuya la temperatura durante el invierno.

- No utilice la parte trasera del refrigerador para secar paños u otros objetos.
- Mantenga en buenas condiciones la goma de vedación (cauchos de las puertas).

### Ducha eléctrica

- No tome baños calientes prolongados y cierre la válvula mientras se enjabona. Así va a ahorrar agua y energía.
- Utilice el modo “invierno” solamente en los días fríos. En el modo “verano” el gasto es de hasta un 40 % menos de energía. No cambie el botón “verano-invierno” con la ducha abierta.
- No reutilice la resistencia quemada de la ducha o aparatos con resistencias eléctricas.
- Instale un cableado adecuado y con buenas conexiones. Los cables fundidos, las pequeñas descargas eléctricas y el olor a quemado indican problemas que hay que corregir inmediatamente.
- El conductor de protección (tierra) ha de estar instalado en el circuito de la ducha.

### Televisión, equipo de sonido y computadora

- Mantenga conectado solo el dispositivo que está utilizando.
- Evite dormir con los dispositivos conectados.
- No deje los dispositivos conectados sin necesidad.

### Iluminación

- Abra las cortinas y aproveche al máximo la luz del sol para no tener que usar las lámparas durante el día.
- Use colores claros en las paredes internas; los colores oscuros requieren lámparas que consumen más energía.
- Elija lámparas fluorescentes: iluminan mejor, consumen menos energía y duran hasta diez veces más que las incandescentes.
- Apague siempre las luces en los ambientes desocupados.
- Limpie regularmente las luminarias para tener una buena iluminación.



## Plancha

- Acumule ropa y planche todas las prendas a la vez. Conectar la plancha varias veces al día es un desperdicio de energía.
- La plancha automática tiene indicación de temperaturas para diferentes tipos de tejido; inicie el planchado con la ropa que requiere temperaturas más bajas.
- Deje la plancha desconectada cuando no esté en uso, incluso en intervalos cortos.

## Lavadoras y lavaplatos

- Utilícelos siempre a su máxima capacidad.
- Emplee la cantidad apropiada de jabón para no repetir la operación de enjuague.

## Calentador de agua

- No mantenga el equipo permanentemente conectado.
- Planee el uso del equipo.
- Ajuste la temperatura de uso de acuerdo con la temporada.

## Acondicionador de aire

- Ajuste la temperatura a un valor confortable, pues cuando está demasiado baja genera mayor tiempo de actividad.
- Impida la pérdida de calor ocasionada por la apertura y rendijas de las ventanas, puertas, mampostería, etc.
- Planee desconectar el equipo 30 minutos antes de finalizar la jornada.
- Desenchufe el aparato si va a estar ausente por un período prolongado.
- Siga un plan de mantenimiento de los filtros, porque cuando están sucios dificultan la libre circulación del aire.

## Equipos para ahorrar energía

Con el desarrollo tecnológico y la globalización, la sociedad exige a los fabricantes productos más eficientes, con bajo consumo de energía y que no degraden el medioambiente. Además, con la tecnología moderna se hace cada vez más evidente la necesidad de contar con equipos de bajo consumo de energía.

## Ejemplos de progreso en la tecnología que se traducen en menor consumo de energía

- **Refrigerador:** en el mercado existen refrigeradores de bajo consumo, resultado de los avances de la tecnología aplicada al compresor y sistema de aislamiento térmico.
- **Computador:** los monitores, conocidos como tubo de rayos catódicos, están siendo reemplazados por modelos con pantallas de cristal líquido LCD /LED.
- **Detector de movimiento:** el control de iluminación por detector de movimiento es un dispositivo que detecta el cambio repentino de la radiación infrarroja en el ambiente, emitida por el cuerpo humano, accionando automáticamente una carga eléctrica. Permite el control automático de un sistema de iluminación cuando hay movimiento de personas en el ambiente, mantiene la iluminación en funcionamiento durante un tiempo. Se puede configurar y luego se apaga automáticamente.
- **Relé fotoeléctrico:** es un componente capaz de medir la intensidad de la luz de un entorno, en función de la cual activará un relé cuando detecta ausencia de luz natural o de otra fuente.
- **Minutería electrónica:** el interruptor de minutería es un dispositivo utilizado en el mando de un sistema de iluminación que acciona el ser humano. El interruptor se apaga automáticamente después de un tiempo, que puede ser ajustado y programado (el dispositivo se programa manualmente).
- **Calentador solar:** hace uso de la energía solar renovable, lo cual evita la contaminación ambiental. Puede reemplazar a los calentadores eléctricos, dado que estos últimos utilizan energía no renovable que puede ser térmica o hidráulica.
- **Aire acondicionado Split:** se caracteriza por su alta eficiencia y bajo nivel de ruido, evitando, en algunos casos la instalación de los sistemas centrales de aire acondicionado.

## Sistemas electrónicos de control de motor

Son mecanismos electrónicos de control de arranque y velocidad de motor eléctrico.

### Motor eléctrico de alto rendimiento

Utiliza técnicas modernas para la producción de materias primas. Los fabricantes de motores ofrecen al mercado los motores de dimensiones reducidas, con mayor potencia y menor consumo de energía.

## Gestión de consumo

### Control del costo de la energía eléctrica

Para tener un control preciso del costo de la electricidad, en primer lugar hay que conocer la potencia de los equipos en cuestión, ya que cada dispositivo tiene una potencia, de acuerdo con la función que realiza, por lo tanto, su consumo de energía es diferente.

Como se explicó anteriormente, la energía eléctrica se mide en vatios y su cobro se hace tomando en cuenta el tiempo de uso de la máquina/equipo/aparato. De esta forma, la electricidad se cobra en kWh (kilovatios hora) durante un período de 30 días.

Para calcular el consumo de energía de cada dispositivo basta multiplicar su potencia por el tiempo de uso mediante la aplicación de la siguiente fórmula.

$$\text{Consumo (kWh)} = \frac{\text{Potencia (W)} \times \text{horas de uso por día} \times \text{días de uso en el mes}}{1\,000}$$

Ejemplo:

Una ducha de 6000 W utilizada media hora al día durante 30 días consume 90 kWh en un mes.

Al revisar el costo de utilización de esta ducha tomamos como referencia el valor del kWh del concesionario (CNEL. Corporación Nacional de Electricidad).

SIGLA	CONCESIONARIO	RESIDENCIAL (\$/kWh)
CNEL SD	Corporación Nacional de Electricidad Santo Domingo	0.09

### Gerenciamiento del consumo

Se puede hacer a través de equipos especiales que entre sus funciones disponen de un *software* de control de consumo de los circuitos monitoreados, generando gráficos, informes, factura de energía y selección de circuitos para desconectar los diversos equipos eléctricos cuando el consumo alcanza un determinado valor.

De una forma práctica, podemos hacer la gestión manualmente si tenemos la cultura del uso racional de la energía. A través del levantamiento de las cargas de todos los equipos es factible calcular el consumo en kWh / mes y el costo de uso de cada uno de ellos, con el fin de definir su uso y detectar posibles puntos de pérdida.



**Normalización**

**9**



## Normas técnicas

Las normas técnicas se construyen sobre diversos aspectos, como son la madurez industrial y social de una nación. Así, por ejemplo, en la vida cotidiana, la norma técnica está presente en la fabricación o elaboración de electrodomésticos, muebles, alimentos, ropa, juguetes, etc.

De esta forma, las normas técnicas se elaboran a partir de los acuerdos tomados en las correspondientes reuniones de los comités de los distintos segmentos de la sociedad que tienen interés en un tema en particular y aportan los siguientes beneficios:

- Aseguran la calidad de los productos y servicios.
- Protegen la salud humana.
- Respetan el medioambiente.

El consumidor tiene la posibilidad de comparar los productos y servicios a razón de sus seguros de garantía, y con ello mejorar la calidad de su uso.

Actualmente, el país cuenta con empresas más competitivas y la empresa dispone de métodos para evaluar la categoría de los productos y servicios, lo que conlleva que los ciudadanos tengan una mejor calidad de vida, y al mismo tiempo se cumpla el cometido de preservar el medioambiente.

Por otra parte, como respuesta a la competitividad de las empresas, existen nuevas vacantes en el mercado laboral, lo que requiere una mejor calificación técnica de las personas que solicitan un empleo.

Al cumplir un estándar, el emprendedor gana conocimiento y la tecnología probada y aprobada que se refleja directamente en el proceso de producción, lo que conduce a la reducción de costos por pérdidas, desechos y reprocesos y contribuye a optimizar la calidad de productos y servicios a la par que aumenta la eficiencia del proceso de producción.

Un buen ejemplo de la aplicación de las normas para asegurar un crecimiento empresarial sostenible se muestra en la siguiente figura.

**Tabla 39. Soluciones para mejorar la sostenibilidad**

ACTUALMENTE	SOLUCIÓN
Organización social que lleva a un falso sentimiento de seguridad.	Cambiar la mentalidad con el fin de alcanzar la sostenibilidad.
Los temas medioambientales y socioeconómicos se aíslan, no hay relación entre ellos.	Reordenar la planificación de los procesos de manera interrelacionada.
No hay una visión clara de sostenibilidad.	Alterar las metas del sistema creando una visión hacia la sostenibilidad.
Confusión sobre causa y efecto.	Reestructurar las reglas de compromiso en el comunicado.
Falta de información.	Cambiar los flujos de información del sistema comunicando incansablemente la necesidad, la visión y las estrategias para alcanzar la sostenibilidad.
Mecanismos de aprendizaje insuficientes.	Corregir los bucles de retroalimentación animando y recompensando el aprendizaje e innovación.
Fallo en la institucionalización de la sostenibilidad.	Ajustar los parámetros del sistema alineando sistema, estructuras, políticas y procedimientos con sostenibilidad.

Existen normas para diversos fines, por ejemplo:

**Normas para los estándares de calidad de los productos:**

- NBR 104436
- NBR 10307

**Normas de sistemas de gestión:**

- ISO 9001
- ISO 14001

**Normas para los perfiles profesionales:**

- NBR 15028
- NBR 15018

**Normas para los dispositivos eléctricos:**

- NBR NM 61008-1
- NBR 14136
- NBR 14936
- NBR NM 60898
- IEC 61643-1

**Normas para instalaciones eléctricas:**

- NBR 5410



## **Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), código NEC-SB-IE y ABNT Asociación Brasileña de Normas Técnicas**

La Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) actualiza el Código Ecuatoriano de la Construcción, que estuvo vigente desde el 2001 hasta el 2011, y determina la nueva normativa aplicable para la edificación MIDUVI, Registro Oficial, Año I, Edición Especial número 358, del 16 de marzo de 2018. Junto a la Asociación Brasileña de Normas Técnicas (ABNT), fundada en 1940, son los organismos responsables de la normalización técnica en el país, proporcionando la base necesaria para el desarrollo tecnológico de Brasil.

La ABNT es una organización privada sin fines de lucro y es el único y exclusivo representante en Brasil de las siguientes organizaciones internacionales: Organización Internacional de Normalización (ISO); Comisión Electrotécnica Internacional (IEC), y de los organismos de normalización regional Comisión Panamericana de Normas (COPANT) y Asociación MERCOSUR de Normalización (AMN).

Las instalaciones eléctricas para sitios residenciales se rigen por la norma NBR 5410. El cumplimiento técnico con la norma es obligatorio para una serie de disposiciones:

### **NBR 5410. Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión (IEC 60364 *Electrical Installations of Buildings*)**

5410 NBR es el estándar principal para los sistemas eléctricos de bajo voltaje, es decir, hasta que la tensión nominal sea menor o igual a 1000 V de corriente alterna, a frecuencias por debajo de 400 Hz o 1500 V de corriente continua, aproximadamente.

El estudio de las normas nacionales e internacionales es una manera de conocer la forma correcta de realizar una instalación eléctrica segura y fiable.

### **NBR 5410. Uso obligatorio del dispositivo de protección contra descargas eléctricas (DR)**

El uso obligatorio de DR de alta sensibilidad ABNT NBR 5410 (punto 5.1.3.2.2) se requiere 30 milamperios en la protección de los lugares que se enlistan a continuación:

- Circuitos que alimentan las tomas de corriente ubicadas en áreas fuera de los circuitos de construcción y tomas de corriente situadas en las zonas internas que pueden alimentar equipo en el exterior. Se pueden añadir los circuitos de alumbrado exterior, como los jardines.

- Todos los enchufes de los baños.
- Cocinas, despensas, lavanderías, áreas de servicio, garajes y zonas húmedas generales.

### **NBR 5410. Uso obligatorio del dispositivo de protección contra sobretensiones DPS**

El DPS se coloca cerca del origen de la instalación o en el cuadro de distribución principal, el cual, si es grande (> 30 m), admite un DPS adicional en el caso de que sea necesario para proteger equipos sensibles. Estos dispositivos secundarios tendrán que estar coordinados con los DPS aguas arriba, es decir, los que se colocan a modo de protección previa.

La sección del cable no puede ser menor de 4 mm<sup>2</sup>. Cuando existe un sistema de protección contra rayos, el tipo de conductor y su sección no será inferior a 16 mm<sup>2</sup>.

6.3.5.2.2 Instalación de DPS en el punto de entrada o cuadro principal. Como se indica en 6.3.5.2.1, cuando se instalan DPS en el punto de entrada de la línea eléctrica en el edificio o en el cuadro principal se disponen como se muestra en las figuras 60 a 63. La longitud de cada conductor de conexión DPS al conductor de fase, más la longitud de cada conexión de conductor DPS al bus de tierra será lo más corto posible y no excederá de 50 cm. También se evitarán los bucles (unión o derivación de un conductor eléctrico).

6.3.5.2.9 Conductores de conexión del DPS. La longitud de los conductores destinados a conectar los DPS (enlaces fase-DPS, neutral-DPS, DPS-PE y / o DPS-neutrales, dependiendo del esquema de conexiones, véase la figura 60 y 63) será la mínima posible, sin curvas o lazos. Preferentemente, la longitud total, como se ilustra en la figura 230-A y 230-b, no excede de 0.5 m.

### **Normas reguladoras de seguridad en el trabajo NR**

Las normas reglamentarias (NR) han sido elaboradas por el comité tripartito: Gobierno, empleadores y empleados. Se publicó el 10 de septiembre de 2012 por el Ministerio de Trabajo y cuenta con un total de 34 normas. Está disponible en el sitio web de [www.mte.gov.ca](http://www.mte.gov.ca). En su consideración general están destinadas a mejorar la seguridad y el trabajo del empleado en diversas actividades, de acuerdo con su ámbito de aplicación.

Las siguientes son algunas normas reguladoras (NR) relacionadas con electricidad, mantenimiento, máquinas y equipos.

**Tabla 40. Ejemplos de normas reglamentarias aplicables para trabajar con electricidad, mantenimiento, máquinas y equipos**

NR	DESCRIPCIÓN	CAMPO DE APLICACIÓN
06	Equipos de protección individual (EPI)	Estados: definiciones legales, forma de protección, requisitos de comercialización y responsabilidades (empleador, empleado, fabricante, importador y Ministerio de Trabajo).
10	Instalaciones y servicios de seguridad de la electricidad	Establece los requisitos y condiciones mínimas para aplicar de medidas de control y sistemas de prevención, con el fin de garantizar la seguridad y salud de las personas directa o indirectamente, e interactuar en instalaciones eléctricas e instalaciones de servicios especiales que funcionan con la electricidad.
12	Seguridad en el trabajo, en maquinaria y equipo	La norma y sus anexos definen referencias técnicas, principios básicos y medidas de protección para garantizar la salud y la integridad física de las personas. Indica los requisitos mínimos para la prevención de accidentes y enfermedades profesionales (producidas en el trabajo y durante el tiempo de estar laborando en la empresa y en esa actividad) en la fase de diseño y el uso de maquinaria y equipo de todo tipo, así como la fabricación, importación, comercialización, exposición y venta, por cualquier motivo, en todas las actividades económicas.
15	Actividades y operaciones poco saludables	Describe las actividades, operaciones y agentes no saludables (por ejemplo, estar en una sola área y en una misma actividad es una operación poco saludable: si una persona esté sola, digitando sin hacer pausa, con el tiempo sufrirá una afección como puede ser el síndrome del túnel carpiano). Se incluyen los límites de tolerancia, las situaciones en las que no se realizan pausas activas, y también los medios para proteger a las personas de aquellas exposiciones perjudiciales para su salud.
18	Condiciones y medioambiente de trabajo en la industria de la construcción	Precisa las directrices administrativas, de planificación y organización, cuyo objetivo es poner en práctica las medidas de control y sistemas de seguridad preventivos en los procesos.
23	Protección contra incendios	Señala las medidas de protección contra incendios con las que tienen que contar los lugares de trabajo.
26	Señalización y seguridad	Indica la normalización de los colores que se utilizarán como señales de seguridad en el lugar de trabajo.

## Preguntas de razonamiento

- ¿Cuáles son las ganancias para una sociedad cuando tiene la cultura de aplicar la norma?
- ¿Qué sabe usted acerca de la institución ABNT?
- ¿Qué significa la sigla IEC?
- Nombre dos aspectos relevantes de la NBR 5410.

- ¿Cuál es el principal objetivo de la norma ISO 14136 cuando se trata de clavijas y enchufes para uso doméstico y similar?
- ¿Qué cita el NBR 5410 sobre el DPS?
- Revisar NBR NM 61008-1.
- ¿Qué conoce sobre la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC)?

**El mercado  
de trabajo**

**10**





## Actitud profesional

La persona que desempeña su carrera en cualquier área siempre asume los estándares dictados por las industrias, que suelen formar un triángulo que define el éxito a través de la interacción de sus características personales y profesionales y los deseos de la empresa.

### Características profesionales de alto nivel

Las empresas, cada vez más exigentes, buscan personas dinámicas, casi completas. Hoy en día no basta solamente con atenerse a los requisitos técnicos para una función determinada, pues son muchas las exigencias para cumplir con el rol del profesional de calidad, por ejemplo:

- **Presentación adecuada:** compatible con la actividad profesional.
- **Afinidad con la empresa:** compartir los objetivos de negocio para hacer propios los éxitos de la compañía.
- **Integración:** acoplarse al espíritu de la empresa para asimilar su filosofía y sus valores.
- **Objetivos profesionales y de vida definidos:** no conformarse solamente con tener una situación estable en la empresa, sino tratar de crecer y alcanzar una mejor posición, lo que indudablemente redundará en un mayor confort familiar.
- **Motivación:** desarrollar las actividades sin esperar estímulos externos.

- **Confianza:** capacidad para evaluar su potencial y, por lo tanto, establecer su nivel de autoconfianza.
- **Autonomía:** iniciativa propia; no esperar únicamente a que las cosas sucedan, sino también planear actividades.
- **Iniciativa:** tener proactividad, tomar la iniciativa dentro de sus parámetros de actuación, no solo en función de las órdenes superiores.
- **Responsabilidad:** discernir la importancia que tienen sus acciones para la empresa y asumir la responsabilidad por ellas.
- **Dedicación:** tener en cuenta que cumplir con sus obligaciones de trabajo no siempre es suficiente, ya que hace falta comprometerse con el objetivo de realizar sus actividades de la mejor manera.
- **Ambición:** proponerse metas y deseos de superación que van más allá de su actividad cotidiana.
- **Capacidad de aprender:** mantener un aprendizaje constante a través de distintas fórmulas (trabajo en equipo, autoeducación, etc.) que le ayuden a mejorar sus procesos.
- **Creatividad / Innovación:** capacidad de pensar en soluciones no obvias para determinadas situaciones o tareas. Presentar nuevas ideas o estrategias de trabajo.
- **Capacidad para trabajar en equipo:** interactuar con colegas, participar en las decisiones sin imponer su opinión y buscar la sensatez del grupo.
- **Relaciones interpersonales:** tener claro que no hay dos personas idénticas y saber cómo manejar la individualidad y las diferencias.
- **Orientado a resultados:** ser consciente de que la compañía espera un determinado resultado que tendrá que demostrar y dependerá de sus acciones.





- **Actitud positiva:** no anticiparse a un resultado negativo antes de que se produzca y, en caso de que ocurra, aprender de los errores.
- **Habilidades de comunicación:** facultad para hacerse entender y expresar sus ideas con claridad.
- **Capacidad de soñar:** establecer los objetivos y los medios para lograr un sueño.
- **Flexibilidad:** facilidad para adaptarse a los cambios y considerarlos como una oportunidad, no como amenazas. Estar abierto a nuevos desafíos.
- **Cumplimiento de metas:** establecer metas y comprometerse a hacer todo lo posible para cumplirlas. Estar orientado a resultados.
- **Trabajo en equipo:** disfrutar del trabajo en equipo y tener disposición para ayudar a las personas sin descuidar las tareas propias.
- **Administrar el tiempo:** establecer prioridades y evitar distracciones en asuntos sin importancia.
- **Organización:** mantener ordenado el lugar de trabajo, llevar un control de la información y planificar las tareas en curso.
- **Networking (red de relaciones profesionales):** contar con una amplia red de contactos profesionales, ya que ellos contribuyen a mantenerse al día con temas relacionados con su área de especialización. Además, suponen una importante fuente de información.

Mucha personas aunque están altamente capacitadas, descuidan estas características. Si bien se esfuerzan por adquirir una buena formación técnica, no toman en cuenta otras facetas importantes para ser competente, como trabajar en equipo, tener una gran motivación, crear e innovar de forma continua y relacionarse con eficacia.

### Trabajando en la construcción civil

El mercado laboral de la construcción es uno de los que tienen un crecimiento más rápido. Las oportunidades de empleo están abiertas en el campo de la arquitectura, la ingeniería y el diseño, pero también para el personal de las áreas operativas, donde existe un mayor número de puestos de trabajo disponibles; por ejemplo, actividades relacionadas con electricidad, ingeniería eléctrica y automatización de edificios. En concreto, en el campo de la electricidad, diseños e implementación en los diferentes niveles, donde proporcionan, controlan y administran los materiales y equipos del almacén. Los profesionales de este sector de-

ben adquirir habilidades técnicas básicas sobre el funcionamiento y uso de los equipos.

El área de las instalaciones eléctricas en la construcción también es muy prometedora, ya que los equipos de instaladores están siempre presentes en el trabajo, cumpliendo funciones que van desde la aplicación estructural y el cableado hasta la parte más específica, como es la automatización de edificios.

Además de todo lo anterior, en el ámbito de la construcción se requiere experticia en el uso de equipos de protección individual (EPI), y practicar rutinariamente políticas de prevención, dado que el ambiente laboral se transforma constantemente debido a cambios en los procesos. Cabe resaltar que se trata del área con la tasa más alta de accidentes en el país.

Otro rasgo destacado es la organización del ambiente y los procesos de trabajo para evitar los despilfarros y la generación de residuos, situación que muchas veces es inevitable y para la que hay que disponer de estrategias de reciclaje.

Aunque los puestos de trabajo en la construcción están ocupados mayoritariamente por hombres, año tras año se observa un aumento en la participación femenina, especialmente en el área de acabados y en el de instalaciones eléctricas. Históricamente, el nivel de educación del personal que se dedica a la construcción es bajo (la mayoría no ha completado el primer grado), por lo que la tasa de analfabetismo es alta. Como respuesta a la inherente modernización de la sociedad, la gerencia empresarial está destinando recursos para mejorar la educación del capital humano y también invierten en la formación profesional.



## Mayores ingresos (ejemplo de la Comunidad Andina)

### Perspectivas del mercado de energía regional

Después de la significativa recuperación mostrada por las economías de América Latina en el 2010, luego de la crisis financiera de los años 2008 y 2009, el crecimiento se desaceleró en el 2011, especialmente en Brasil, la economía más grande de la región, en un contexto de lento restablecimiento de las finanzas mundiales. Esta desaceleración se apreció con mayor claridad en la segunda mitad del año, con menores exportaciones y una demanda interna más débil en un entorno de incertidumbre y volatilidad en los mercados financieros internacionales a raíz de la crisis de deuda en varios países de la eurozona.

No obstante, entre los países de la Comunidad Andina, tal desaceleración en la tasa de crecimiento del 2011 se observó únicamente en Perú, donde pasó de 8.8 % en el 2010 a 6.9 % en el 2011. En el resto de países se registraron más bien mayores tasas de crecimiento que en el año previo (en Bolivia, 5.2 %; en Colombia, 5.9 %, y en Ecuador, 7.8 %).

### Comercio de materiales eléctricos

El área de comercio de materiales eléctricos presenta algunas características específicas, tales como:

No se requiere formación técnica en el área, pero sí es necesario el conocimiento general de funcionamiento y características técnicas de los productos en cuestión.

Los puestos de trabajo están generalmente relacionados con ventas de mostrador, almacén, inventario, presupuestos, cotizaciones y exploración (descubrimiento) para captar nuevos clientes.

Al margen de los trabajos mencionados anteriormente, es común que las empresas que venden materiales eléctricos proporcionen los paneles, lo que requiere de profesionales con aprendizajes específicos, tales como la manipulación del control eléctrico y la habilidad con herramientas eléctricas y manuales, conocimientos que se adquieren normalmente en cursos de formación profesional en el uso y manejo de los controles eléctricos.

## ¿Qué se espera de los empleados en el comercio de materiales eléctricos?

- Tener conocimientos generales y de la aplicación operacional de la línea de productos de actuación.
- Expresarse fácilmente de forma técnica y objetiva.
- Poseer una comprensión básica de informática y familiaridad con las computadoras, preferentemente en programas de Microsoft Office.

## Conceptos empresariales

El emprendimiento es reconocido por su valor como promotor de desarrollo económico, por su capacidad para crear puestos de trabajo y por la generación de productos innovadores.

Cuando se habla de emprendimiento se establece una estrecha relación con la búsqueda de soluciones a los conflictos sociales e incluso se incorpora en los programas de gobierno, con el fin de generar desarrollo local y regional.

“El empresario es una persona que percibe una oportunidad y crea una organización para perseguirla” (Willia Bygrave – Prof. Do Bobson College).

“El empresario es una persona que destruye el orden económico existente, mediante la introducción de nuevos servicios y productos, la creación de nuevas formas de organización y la exploración de nuevos materiales” (Joseph Schumpeter).

## Elementos conceptuales de emprendimiento

El emprendimiento se puede describir por ciertas características que se advierten en muchos empresarios, tales como:

- Poseen una actitud proactiva para detectar posibles oportunidades de negocio.
- Tienen facilidad para capturar y evaluar oportunidades de negocio.
- Obtienen el apoyo del personal de la empresa y de las personas que tienen vínculos laborales con ella.
- Demuestran agilidad y seguridad en la toma de decisiones.
- El ambiente de la iniciativa empresarial.

El emprendimiento se pone en marcha en un entorno que cuenta con algunas características inherentes al proceso emprendedor y estas son:

- **Innovación:** es el elemento diferenciador. “La diferenciación puede radicar en una marca, el desempeño del producto, el tiempo o lugar de entrega, la garantía y muchos otros elementos diferenciadores que no tienen que ver necesariamente con el producto sino con la propuesta de valor” para la empresa.
- **Comunicación:** puede optimizarse a través de los recursos de la tecnología, por ejemplo, con el uso del correo electrónico.
- **Información:** los canales de comunicación deberían ser una de las principales fuentes utilizadas por la gerencia empresarial dada la velocidad con la que se genera y la facilidad de acceso a la información.
- **Distribución:** el suministro de un producto o servicio ha de tener un sistema de logística que, en gran medida, dependerá del tamaño de la empresa.
- **Tecnología:** está en constante desarrollo y progresa a una velocidad incalculable. Depende del nivel de producto, de la obsolescencia de los equipos y, fundamentalmente, de la demanda señalada por el mercado.
- **Globalización:** gracias a la facilidad de intercambio de información y la celeridad del avance tecnológico, se tiene ahora una visión y una acción más allá de los límites del dominio de la clientela, ya que puede detectar una oportunidad de negocio en cualquier parte del mundo, situación que también se ve en la competencia externa.
- **Nuevos conceptos:** cada día se crean planteamientos novedosos, dictados por la empresa o por los administradores (tiempo de entrega de productos y servicios para lograr la eficiencia del mercado), por ejemplo: políticas de cuidado del medioambiente, promoción de acciones sociales en la comunidad donde se estableció la empresa; aplicación de fórmulas adicionales de beneficios laborales y económicos para los empleados, etc.

## Fases del proceso emprendedor

1. Identificación de una necesidad en el campo de la electricidad, ya sea un servicio o producto.

2. Inauguración, definición de características, y evaluación de los recursos necesarios que es preciso adquirir, como herramientas, aparatos, equipos y materiales.
3. Ejecución del emprendimiento relacionado con la disposición del servicio o la puesta del producto en el mercado.
4. Administración y valoración, para lo cual se requiere tomar nota de los resultados y de la satisfacción de la clientela.

## Los 10 mandamientos para personas emprendedoras

Los 10 mandamientos para personas emprendedoras no son posturas obligatorias, pero sí una actitud proactiva que es conveniente identificar. Son los siguientes:

1. Asumir riesgos racionalmente, dejando de lado la zona de confort y tomando en cuenta que ese riesgo no impida el emprendimiento.
2. De forma sistemática y rutinaria, identificar oportunidades manteniéndose en sintonía con la totalidad de sus operaciones.
3. Valorar y buscar el conocimiento.
4. Estar en la capacidad para utilizar recursos de la organización.
5. Asumir las decisiones como un proceso y hacerlo de manera correcta y precisa.
6. Desarrollar el liderazgo para establecer metas, guiar tareas, combinar los métodos, animar a la gente para alcanzar los objetivos establecidos y promover relaciones equilibradas dentro del equipo de trabajo de la empresa.
7. Mostrar dinamismo y no optar por la apatía, porque una de las características de la iniciativa empresarial es la innovación.
8. Buscar la autonomía como fuente de éxito, definiendo sus propios pasos y abriendo caminos.
9. Mirar las cosas con optimismo, porque eso aparta el fracaso y transforma las dificultades en desafíos que hay que superar, siempre buscando solventar los problemas y aprender de sus soluciones.

10. Poseer buen sentido del negocio, entendiendo esto como la idea de la intuición y talento empresarial. Las personas de éxito se explican, en la mayoría de los casos, como la suma equilibrada de los nueve comandos anteriores.

## La creación de su propio negocio

El punto de partida empresarial para lograr un sueño es contar con programas, proyectos y expertos en diversas áreas de la administración, ya que esto posibilita obtener información sobre la manera de formalizar un acuerdo.

Será preciso deberá consultar con personas expertas en contaduría que brinden asesoría para cumplir con el proceso de apertura del emprendimiento. Hay que asegurarse de que la información sea exacta y correcta. Desde contaduría se realiza todo el proceso de apertura de la empresa, pero la responsabilidad de los negocios recae sobre la persona propietaria, por lo que estará sujeto a conocer y cumplir con todas las leyes vigentes en el país.

## Consejos importantes

El contrato social es un acuerdo realizado en el seno de un grupo, como por ejemplo el que se adquiere en un Estado en relación con sus derechos y deberes y los de la sociedad.

Se puede discutir sobre un modelo que se consiga fácilmente con contaduría o a través de internet. El contrato se ajustará, de acuerdo con el perfil y los objetivos de negocio.

Con carácter general, se deben seguir los siguientes pasos para constituir una empresa o microempresa en Ecuador:

1. Decidir qué tipo de compañía se va a constituir.
2. Escoger el nombre de la empresa.
3. Reservar el nombre de la empresa en la Superintendencia de Compañías.
4. Abrir la cuenta de integración de capital en la institución bancaria de su elección (el monto mínimo para una compañía limitada es 400 dólares y para S. A. es 800 dólares).
5. Celebrar un contrato o acto constitutivo y estatutos para elevar a escritura pública la constitución de la compañía (se puede realizar en cualquier notaría).

6. Presentar en la Superintendencia de Compañías la papeleta de la cuenta de integración del capital y 3 copias de la escritura pública con oficio.
7. Retirar resolución aprobatoria u oficio con correcciones en la Superintendencia de Compañías, luego de esperar el tiempo establecido (48 horas).
8. Publicar en un periódico de amplia circulación los datos indicados por la Superintendencia de Compañías y adquirir 3 ejemplares.
9. Marginar las resoluciones para el Registro Mercantil en la misma notaría donde se elevó a escritura pública la constitución de la empresa.
10. Designar representante legal y administrador de la empresa e inscribir su nombramiento en el Registro Mercantil.
11. Presentar en la Superintendencia de Compañías los siguientes documentos: escritura inscrita en el Registro Civil, un ejemplar del periódico donde se publicó la creación de la empresa, copia de los nombramientos de la persona a cargo de la representación legal y administración, copia de la cédula de identidad de los mismos, formulario del Registro Único de Contribuyentes (RUC) cumplimentado y firmado por la persona que lo representa.
12. Esperar a que la Superintendencia, una vez revisados los documentos, le entregue al banco el formulario del RUC, el cumplimiento de obligaciones y existencia legal, datos generales, nómina de accionistas y oficio.
13. Entregar en el Servicio de Rentas Internas (SRI) toda la documentación anteriormente recibida de la Superintendencia de Compañías para la obtención del RUC.
14. Así mismo, la persona titular debe registrarse en el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS) y aportar estos documentos: copia de RUC; copia de C.I. y papeleta de representante legal con copia de nombramiento del mismo; copia de contratos de trabajo legalizados en el Ministerio de Relaciones Laborales, y copia de último pago de agua, luz o teléfono. También tiene que afiliar a las personas empleadas.
15. Se debe obtener el permiso de funcionamiento emitido por el municipio del domicilio, así como el permiso del cuerpo de bomberos.



En el caso de que una empresa extranjera organizada como persona jurídica quiera prestar servicios públicos, explotar recursos naturales o ejercer cualquier actividad permitida por la ley dentro del Ecuador, en primer lugar debe establecer una sucursal (para ver requisitos consultar los artículos 415 al 419 de la Ley de Compañías).

## Tu presentación es tu negocio

En el contacto social o profesional la presentación de una persona es un hecho altamente considerado por el resto del grupo. En concreto, en los entornos profesionales se impone la formalidad, por lo que es fundamental respetar los siguientes aspectos:

- **Ropa:** se recomienda usar un vestuario que vaya en armonía con el tipo de trabajo que se realiza y con el ambiente, además de mostrar buen celo, es decir, estar de acuerdo con su actividad (por ejemplo, si es electricista, llevar su equipo de protección personal), lo cual refleja una característica del profesional.
- **Hábitos de higiene:** cabello limpio y uñas cuidadas.
- **Zapatos:** bien mantenidos y de acuerdo con el nivel de seguridad requerido para el trabajo, garantizando con ello su comodidad y seguridad.
- **Comunicación verbal:** emplear un lenguaje claro.
- **Gestos:** no utilizar ademanes inapropiados. El lenguaje corporal puede transmitir un mensaje subyacente que exprese un sentimiento.
- **Reloj:** el trabajo se asocia con plazos entrega y horarios a los que ajustarse, por lo que el reloj se convierte en un accesorio importante, y eso denota una preocupación por el cumplimiento de plazos.

No obstante, por razones de seguridad, para quienes trabajan con electricidad y con circuitos energizados en especial, no se aconseja el uso de reloj, especialmente de metal, en el momento de ejercer un trabajo eléctrico.

- **Organización:** portar agendas o cuadernos demuestra que el profesional se organiza y se compromete con la clientela y personas asociadas.



## La publicidad es el alma del negocio

La publicidad es importante para conseguir nuevos servicios y garantiza la supervivencia de la empresa. Hay varias maneras de hacerla, desde las más simples hasta las más elaboradas por los departamentos de mercadeo. A continuación, señalaremos algunas de ellas:

- El “boca a boca” consiste en proporcionar buenas referencias de clientes satisfechos.
- Las amistades y familiares pueden brindar su apoyo con la promoción de los servicios.
- Colocación de anuncios en los puntos de personas conocidas.
- Comerciales en la radio comunitaria.
- Las buenas relaciones con la clientela favorece que ofrezcan testimonios sobre el servicio que han recibido, de forma que llegue a oídos de más personas.

En general, el nivel de eficiencia de la publicidad depende de la cantidad de dinero y esfuerzo que se desee invertir en ella, así como del ingenio y la desinhibición del responsable de hacerla.

## Presupuesto: materiales y recursos

En la elaboración del presupuesto es esencial que haya claridad en cuanto al servicio que se realizará para dar cumplimiento a los deseos de la persona que lo contrata.

La supervivencia de una empresa está vinculada directamente con la generación de ingresos y su consumo, lo que requiere un cierto nivel de gestión. Por eso, la preparación de un presupuesto, basado en los valores reales de mercado, en particular el de materiales y equipos que se van a utilizar en un servicio, se debe hacer de una manera muy prudente, siempre refiriéndose a proveedores que entregan un presupuesto del producto.

Otro factor importante es examinar todos los gastos presentes para hacer el trabajo, tales como la movilización, alimentación, alojamiento, adquisición de herramientas y materiales de uso solo en el servicio, así como la alta inversión en una herramienta que será utilizada solo en un servicio, pues se requiere una planificación en más de un servicio, lo que reduce la ganancia inicial. Una buena práctica es elaborar una tabla o hoja de cálculo con todos estos gastos, llamada “Tabla de Presupuesto”.

Quienes trabajan con terceras personas deben consultar con ellos, de manera que su costo se añada al presupuesto. También es importante contemplar la forma de pago por el servicio.

Para que un presupuesto sea aceptado, no es suficiente con que esté bien realizado en cuanto a la inversión del cliente, sino que también se tienen que presentar los argumentos de ventas, tales como:

- Informar que el servicio se realizará de acuerdo con las normas técnicas nacionales e internacionales.
- Cumplir las normas de seguridad, tanto en la ejecución de la obra como en la garantía de seguridad.
- Resaltar el tipo de acabado en función del ambiente en el que será hecho el trabajo.
- Dar referencias de servicios realizados anteriormente.
- Desarrollar clínicas de venta y argumentos mediante dinámicas de grupo.

### Dinámicas de grupo

1. Desde la gerencia de un determinado departamento solicita al Departamento de Recursos Humanos contratar a alguien con un perfil determinado.

Establecer algunas caracterizaciones: debería haber un rol “gerencia” que especifique el perfil deseado, un rol “departamento selector de recursos humanos” y otros roles de candidaturas al puesto de trabajo. Más tarde se crearán situaciones con el método “postura profesional”, con el fin de entender las observaciones tras la clínica de venta.

¿Por qué la construcción civil ofrece oportunidades de trabajo para una amplia gama de profesionales?

¿Cuáles son las características deseadas del profesional del comercio de materiales eléctricos?

2. Con el objetivo de afianzar los conocimientos de venta, hable con su colega y busque diferenciar una persona empresaria de otra testaruda.
3. Seleccione una posibilidad de negocio en su área y elabore con sus colegas una propuesta de servicio exclusivo.

4. Desarrolle una dinámica en la cual se presenten dos roles, el “empresarial” y de “persona contratante”. La tarea consiste en crear situaciones que permitan explorar los aspectos vistos en la preparación de presupuesto: materiales y recursos.



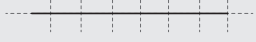
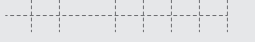


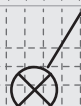
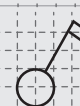

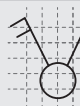


**Anexos**

**11**




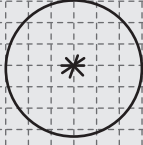


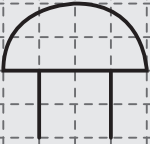





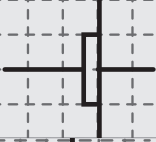
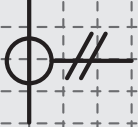

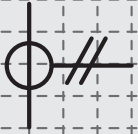
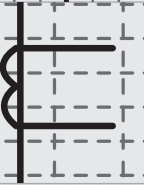

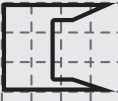

## Anexo 1: Simbología


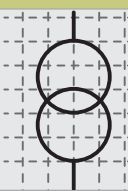


La simbología que se expone a continuación contiene los símbolos utilizados en los diseños de las instalaciones eléctricas interiores, de acuerdo con la Norma IEC 60617. Si en la siguiente tabla no se encuentra un símbolo para un dispositivo o diseño particular, es factible realizar una aplicación apropiada considerando los símbolos que se indican.

SÍMBOLO	DENOMINACIÓN	SÍMBOLO	DENOMINACIÓN
	Circuito de iluminación (grosor de la línea 0.5)		Circuito de tomacorrientes (0.5)
	Circuito de tomas especiales (0.7)		Circuito de puesta a tierra
	Punto de luz		Interruptor simple, símbolo general
	Interruptor simple con luz piloto		Interruptor doble
	Interruptor triple		Conmutador simple
	Conmutador doble		Interruptor simple de 2 vías

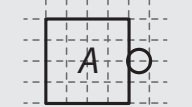




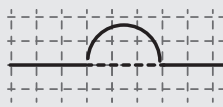
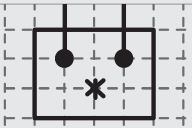

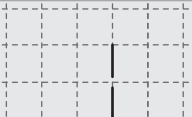


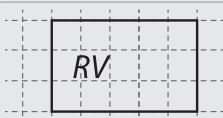
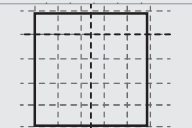
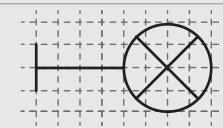
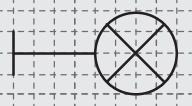
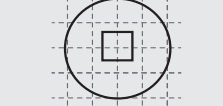
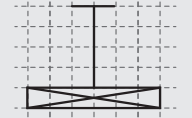
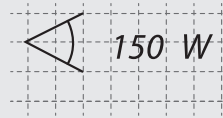

SÍMBOLO	DENOMINACIÓN	SÍMBOLO	DENOMINACIÓN
	Conmutador intermedio		Tomacorriente doble monofásico
	Tomacorriente doble monofásico con puesta a tierra		Tomacorriente doble monofásico
	Tomacorriente trifásico		Tomacorriente trifásico de piso
	Tomacorriente (telecomunicaciones), TP = teléfono FX = telefax M = micrófono FM = modulación de frecuencia TV = televisión TX = télex AP = altoparlante		Medidor de factor de potencia
	Reloj		Amperímetro
	Vatímetro		Voltímetro
	Tablero de distribución principal		Tablero de distribución secundario
	Alimentaciones conductoras hacia arriba		Alimentaciones conductoras hacia abajo
	Alimentaciones conductoras hacia arriba y hacia abajo		Símbolo de empalme
	Luminaria fluorescente simple		Luminaria fluorescente triple
	Proyector		Luminaria de alumbrado de emergencia
	Cerradura eléctrica		Fusible



SÍMBOLO	DENOMINACIÓN	SÍMBOLO	DENOMINACIÓN
	Pararrayos		El asterisco puede ser reemplazado por: M para motor; G para generador; C para convertidor rotativo, y GS para generador
	Contador de energía		Sirena
	Campana		Zumbador
	Condensador		Pulsante
	Caja de conexión		Conexión de puesta a tierra
	Batería		Transformador de medida, voltaje modelo 1
	Transformador de medida, voltaje, modelo 2		Transformador de medida, corriente, modelo 1
	Transformador de medida, corriente, modelo 2		Generador de potencia no giratorio
	Parlante		Cabina de instalación. Se puede especificar tipo de instalación e instrumentos que se encuentran dentro

SÍMBOLO	DENOMINACIÓN	SÍMBOLO	DENOMINACIÓN
	Puesta a tierra sin ruido		Transformador en general
	Línea pasante a través de una cámara de acceso		Calentador de agua (ducha)

Los siguientes símbolos no pertenecen a la Norma IEC, pero se representan en consideración a sus requerimientos de dimensión. Estos símbolos son utilizados por las empresas eléctricas del Centro sur del Ecuador (conjunto de firmas distribuidoras de energía eléctrica en el país).

	Alarma		Interruptor portafusible
	Interruptor tipo cuchilla		Interruptor tipo cartucho
	Interruptor termomagnético con indicación de capacidad de corriente		Interruptor termomagnético
	Registrador, símbolo general. El * se puede reemplazar por la letra V voltaje, A corriente.		Antena
	Tuberías que se cruzan		CDI número "n"
	Célula fotoeléctrica		Regulador de voltaje
	Pozo de revisión		Aplique de pared
	Aplique de pared con interruptor incorporado		Lámpara ornamental
	Aplique de pared fluorescente		Lámpara reflectora de 150 W
	Salida especial		

## Anexo 2: Ejemplo de aplicación del NEC EC

### Ejemplo sobre cálculo de demanda

Calcular la demanda total de una vivienda tipo mediana (80 a 200 m<sup>2</sup>) con los siguientes datos:

Número de circuitos = 2  
Puntos de iluminación = 15  
Puntos de tomacorrientes = 10 cargas especiales = 2  
**Potencia cargas especiales = 7000 W**

#### Desarrollo:

Potencia de iluminación = número de circuitos \* puntos de iluminación \* potencia de cada foco.

$$\text{Potencia de iluminación} = 2 * 15 * 100 =$$

$$\text{Potencia de iluminación} = 3000 \text{ W}$$

Demanda de iluminación = potencia de iluminación \* factor de demanda (tabla número 12) Demanda de iluminación = 3000 \* 0.7 =

$$\text{Demanda de iluminación} = 2100 \text{ W}$$

Potencia de tomacorriente = número de circuitos \* puntos de tomacorriente \* potencia de cada tomacorriente.

Potencia de iluminación = número de circuitos \* puntos de tomacorrientes \* potencia de cada tomacorriente.

$$\text{Potencia de tomacorriente} = 2 * 10 * 200 =$$

$$\text{Potencia de tomacorriente} = 4000 \text{ W}$$

Demanda de tomacorriente = potencia de tomacorriente \* factor de demanda.

$$\text{Demanda de tomacorriente} = 4000 * 0.5 =$$

$$\text{Demanda de tomacorriente} = 2000 \text{ W}$$

Demandas de cargas especiales = potencia de carga especial \* factor de demanda de cargas especiales = 7000 \* 0.8 =









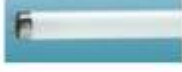
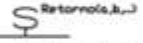
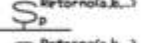








$$\text{Demanda de cargas especiales} = 5600 \text{ W}$$

Demanda total = demanda de iluminación + demanda tomacorriente + demanda cargas especiales


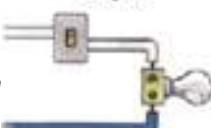




$$\text{Demanda total} = 2100 + 2000 + 5600$$

$$\text{Demanda total} = 9700 \text{ W}$$

# Anexo 3: Simbología Norma Brasileira (NBR)

Simbolo	Objeto	Simbolo	Objeto
<b>Centro de carga</b> QDC 		<b>Toma bajo, medio, y alto</b>  Circuito  Pot.VA  Equip.	
<b>Punto de luz en el techo</b>  C - Número de circuito R - Indica retorno P - Potencia de la lámpara 		<b>Interruptor Simple, Paralelo e Intermediario</b>  Retorno(a,b,...)  Retorno(a,b,...)  Retorno(a,b,...)	
<b>Punto de luz en la pared</b>  C R Pot.		<b>Conductor Fase</b> 	
<b>Campana</b>  Retorno			

Simbolo	Objeto
<b>Boton de Campana</b>  Retorno	
<b>Electroducto empotrado en la loza</b> 	
<b>Electroducto empotrado en la pared</b> 	
<b>Electroducto empotrado en el piso</b> 	

Simbolo	Objeto
<b>Conductor Neutro</b> 	
<b>Conductor Retorno</b> 	
<b>Conductor de Protección</b> 	

**Tabla. Luminarias - Simbología**

SÍMBOLOS	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIÓN
	Punto de luz no empotrado en el techo	
	Punto de luz no empotrado en la pared	C = circuito R = retorno P = potencia
	Punto de luz empotrado en el techo	
	Punto de luz fluorescente no empotrado en el techo	Para las luminarias instaladas en paredes se debe indicar la altura de la instalación
	Punto de luz fluorescente no empotrado en la pared	
	Punto de luz fluorescente empotrado en el techo	




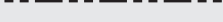

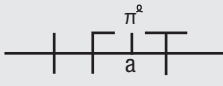
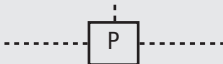
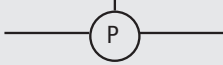





**Tabla. Tomacorrientes o puntos de utilización - Simbología**

SÍMBOLOS	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIÓN
	Tomacorriente bajo (0,40 m del piso)	
	Tomacorriente medio (1,30 m del piso)	Indicar la potencia en VA en cada tomacorriente, su altura si fuera diferente de la normalizada, también debe ser indicada. El circuito de alimentación del tomacorriente
	Tomacorriente medio (2,0 m del piso)	
	Tomacorriente de piso	
	Campana	

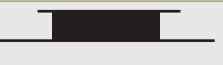
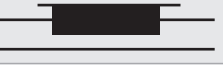


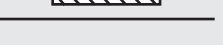
**Tabla. Interruptores - Simbología**

SÍMBOLO / ALTERNATIVO	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIÓN
	S <sup>a</sup> Interruptor simple	Las letras minúsculas indican los puntos de comando. Así como la lámpara comandada por un determinado interruptor, debe ser indicada por una misma letra desde el interruptor
	S <sup>a,b</sup> <sub>2</sub> Interruptor doble	
	S <sup>a,b,c</sup> <sub>3</sub> Interruptor triple	
	S <sup>a</sup> <sub>3w</sub> Interruptor paralelo ( <i>tree-way</i> )	
	S <sup>a</sup> <sub>4w</sub> Interruptor intermedio ( <i>four-way</i> )	
	Botón de minutería	
	Botón de pared	

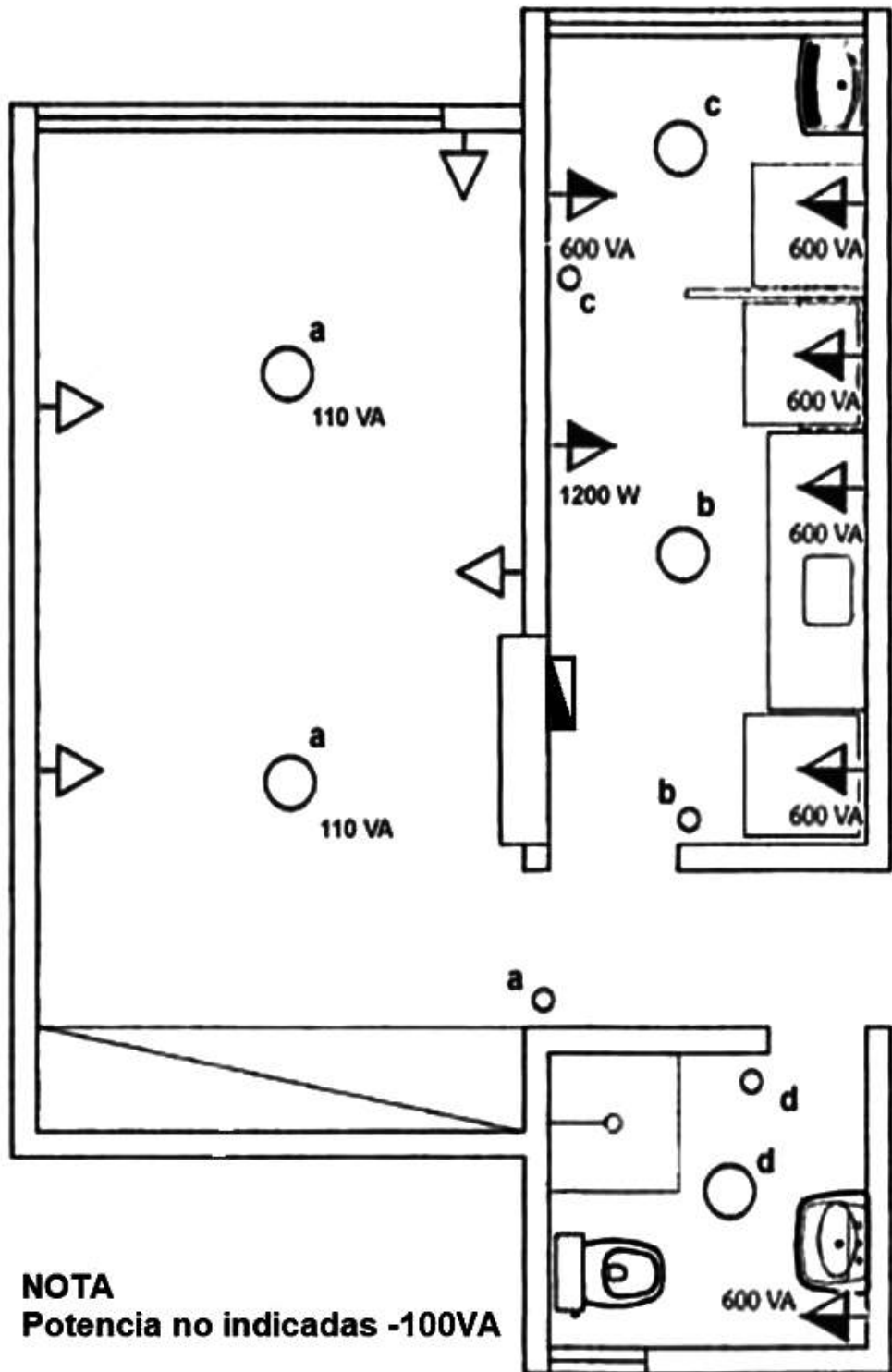
**Tabla. Cajas de paso y conductos - Simbología**

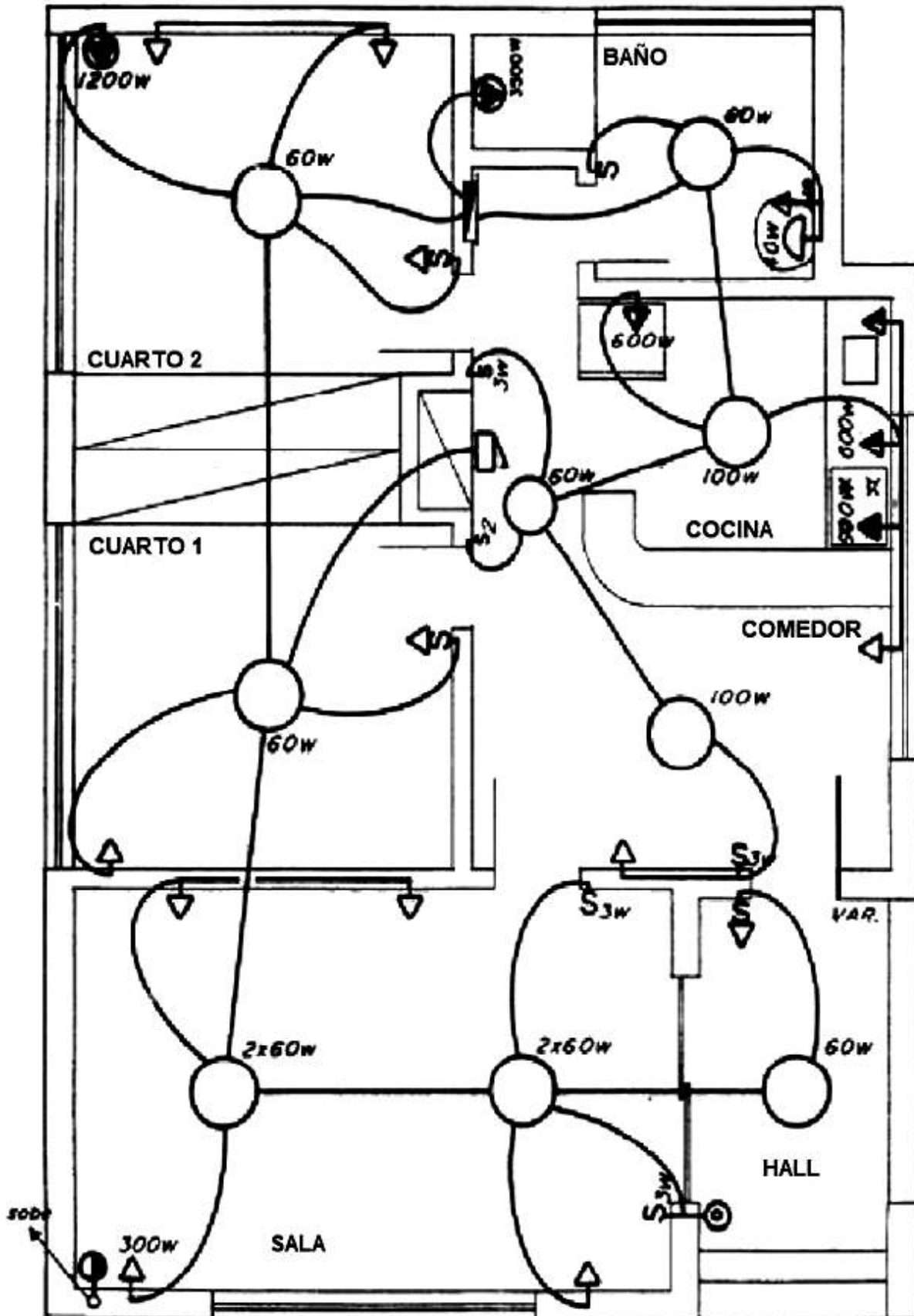
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIÓN
	Electroducto empotrado en el techo o pared	
	Electroducto empotrado en el piso	Indicar el tamaño de los conductos. La dimensión del electroducto más común debe indicarse en la leyenda
	Tubo para teléfono externo	
	Tubo para teléfono interno	
	Tubo para campana, intercomunicador, sonido, u otro sistema	
	Conductor fase, netro, retorno y de protección, respectivamente en el interior de un electroducto	Indicar el número del circuito y la designación del retorno con una letra minúscula. Indicar también el calibre de los conductores
	Caja de paso en el piso	Indicar las dimensiones o una leyenda, junto a la caja (mm)
	Caja de paso en el techo	
	Caja de paso en la pared	
	Circuito que sube	Indicar los circuitos que suben o descienden
	Circuito que desciende	
	Circuito que baja y sube	
	Circuito que baja y sigue bajando	

**Tabla. Cuadro de distribución - Simbología**

SÍMBOLO / ALTERNATIVO	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIÓN
	Cuadro principal de luz y fuerza aparente	En el proyecto final debe constar un diagrama descriptivo de todos los circuitos presentes en cada cuadro de distribución, indicando las protecciones de cada dispositivo
	Cuadro principal de luz y fuerza empotrado en la pared	
	Cuadro general de distribución de luz y fuerza aparente	
	Cuadro general de luz y fuerza empotrado en pared	
	Caja de teléfono	

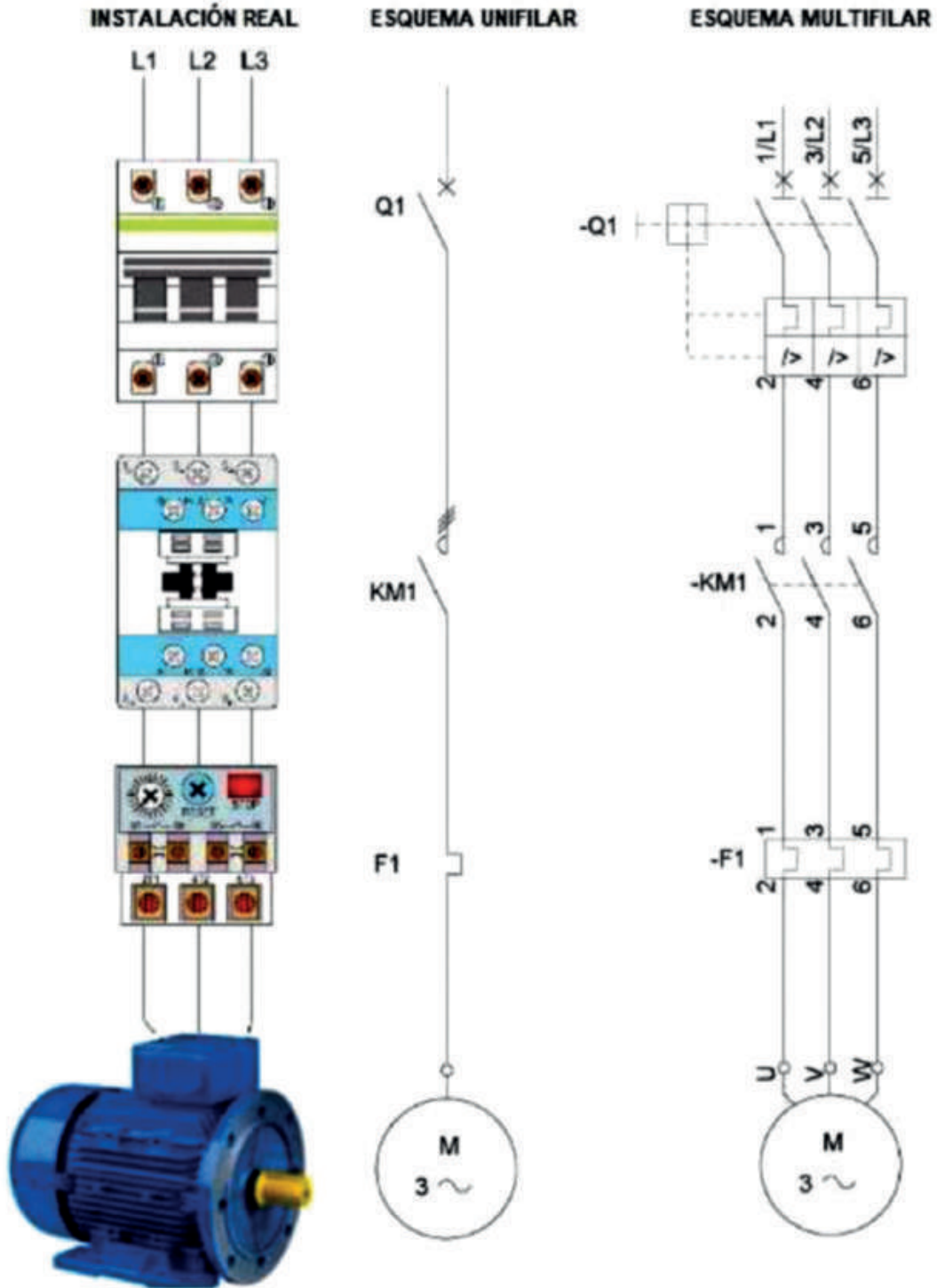
## Anexo 4: Planos eléctricos







## UNIFILAR Y MULTIFILAR DE UN AUTOMATISMO







**Referencias  
bibliográficas**

**12**



- Instructivo para diseños CENTROSUR versión 1, Centro sur Procedimiento DICO 90.0.0. (2020). Código Eléctrico Nacional. Recuperado de <https://www.centrosur.gob.ec/wp-content/uploads/2019/11/I-DICO-91.1-INSTRUCTIVO-PARA-EL-TR%C3%81MITE-DE-APROBACI%C3%93N-DE-DISE%C3%91OS-DE-INSTALACIONES-EL%C3%89CTRICAS-INTERIORES-PARA-DEMANDAS-INFERIORES-A-12-kW-Y-CARGAS-INSTALADAS-MENORES-A-20-kVA..pdf>
- Empresa Eléctrica Ambato. Instalaciones eléctricas interiores. Instructivo para la elaboración de diseños de redes de distribución e instalaciones interiores aplicables en la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C. (2019). Recuperado de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/28532>
- IEC 60617 *Graphical Symbols for Diagrams*. (2020). Recuperado de <https://www.aenor.com/normas-y-libros/buscador-de-normas/ie-c/?c=16975>
- NFPA 70 *National Electrical Code* (2011); Código Eléctrico Nacional; Recuperado de <https://www.nfpa.org/codes-and-standards/all-codes-and-standards/list-of-codes-and-standards/detail?code=70>
- Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI) código NEC-SB-IE. Instalaciones Eléctricas. (2018). Recuperado de <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/03/NEC-SB-IE-Final.pdf>
- NBR\_5444-imbo, Norma Eléctrica de Brasil. (2013). Recuperado de <https://sites.google.com/site/regulacionsectorelectrico/brasil>







El presente **manual** aborda los fundamentos y aplicaciones de las instalaciones eléctricas. Se complementa con el "Instructivo de práctica: construcción del módulo de automatismos" y con el "Instructivo de práctica: construcción del módulo de instalaciones residenciales" que se han creado en el marco del Proyecto RCC *Electricidad urbana y automatismos*.

Permite la práctica de docentes y estudiantes de la FIP *Instalaciones, equipos y máquinas eléctricas*.

 @VVOBEcuador

 @VVOBEcuador

 [www.ecuador.vvob.org](http://www.ecuador.vvob.org)