

# ELECTRICIDAD

GUÍA PRÁCTICA  
PARA VIVIENDAS





## Parte 1. Conocimientos básicos de energía

Conceptos básicos .....	6
¿Qué es la electricidad?.....	7
Magnitudes eléctricas.....	7
Resistencia eléctrica.....	10
Potencia eléctrica.....	14
Estimación de la cantidad de energía consumida.....	16
Corriente alterna y corriente continua.....	18

## Parte 2. Instalaciones eléctricas de energía

Elementos de un circuito eléctrico.....	22
Instalación eléctrica.....	23
Medidas de seguridad personal en las instalaciones eléctricas....	24
Características de las instalaciones eléctricas.....	24
Tipos de instalaciones eléctricas.....	25

## Parte 3. Simbología de la instalación eléctrica

Elementos de una instalación eléctrica.....	29
Herramientas básicas.....	30
Conociendo el manejo de los instrumentos básicos.....	31
Accesorios más usados en las instalaciones eléctricas.....	33
Conductores eléctricos.....	38

## Parte 4. Representación a través de diagramas y símbolos de una instalación eléctrica

Finalidad de un interruptor.....	48
Finalidad de un interruptor doble.....	56
Interruptores de conmutación.....	59
Esquemas prácticos para la instalación de diferentes puntos de luz.....	64



## ESTIMADO LECTOR:

El presente manual espera servirte como una herramienta para que adquieras conocimientos sobre los fundamentos y aplicaciones de las instalaciones eléctricas en viviendas. En sus cuatro secciones aprenderás sobre:

- Conocimientos básicos de energía (definiciones de energía, magnitudes, consumo y tipos de corriente)
- Instalaciones eléctricas de energía (elementos, instalación y tipos)
- Simbología de una instalación eléctrica (herramientas, símbolos, conductores)
- Representación mediante diagramas (esquemas prácticos para instalación e interruptores)

Este manual forma parte de la una serie de guías prácticas sobre aplicaciones de la electricidad en la vida cotidiana, editadas por **Soluciones Prácticas**, en el marco del proyecto *Promoción del uso apropiado de la electricidad en las áreas de los proyectos de ampliación de la frontera eléctrica en la región Cajamarca* (Proenergía), ejecutado con el apoyo del gobierno regional de Cajamarca y el financiamiento de la Agencia Japonesa de Cooperación Internacional (JICA).



# Conceptos básicos

## Energía mecánica

Es una forma de energía que es producida debido a la posición o al movimiento de un cuerpo. Esta energía puede ser producida por equipos o máquinas para diversas aplicaciones. Por ejemplo, se puede aprovechar la energía de un tractor o de una yunta para arar la tierra, así como la energía de un motor para mover un molino y moler granos. La energía mecánica puede ser transformada en electricidad a través de un generador eléctrico.



## Energía hidráulica

Se produce con el movimiento del agua, que puede mover dispositivos, como por ejemplo, molinos o al caer de una altura determinada, para generar energía eléctrica a través de una turbina.

GRÁFICO 1. Pequeña turbina hidráulica

## Energía eólica

Emplea la energía del viento para poner en movimiento elementos, como por ejemplo las palas de un molino, que pueden mover un generador para generar electricidad o una aerobomba para extraer agua de pozos.



GRÁFICO 2. Aerogenerador

## Energía eléctrica

Es la energía producida a partir de la transformación de la energía hidráulica, a través de centrales hidroeléctricas, mediante la transformación de combustibles convencionales (gas, petróleo, carbón), o mediante la transformación de fuentes de energía renovable (sol, viento, mareas del mar, biomasa), a través de sistemas eólicos, sistemas solares, centrales mareomotrices y de biomasa.

## ¿Qué es la electricidad?

La electricidad es un fenómeno físico cuyo origen son las cargas eléctricas. La electricidad es una forma de energía que se puede aprovechar de diferentes maneras: para generar movimientos mecánicos, calor, iluminación, etc. Es la base fundamental para poner en funcionamiento desde pequeños equipos hasta aparatos de gran potencia. Este fenómeno es estudiado y representado por diferentes leyes o ecuaciones matemáticas.

## Magnitudes eléctricas

### Voltaje

También conocido como tensión o diferencia de potencial, es la fuerza electromotriz que ejerce una fuente de suministro de energía eléctrica sobre las cargas o electrones a lo largo del conductor de un circuito eléctrico cerrado. A mayor diferencia de potencial, mayor será el voltaje existente en el conductor del circuito.

El voltio es la **unidad** de medida del voltaje y se representa con la V mayúscula.

**UNIDAD DE MEDIDA**



### Múltiplos

Un kilovoltio (1 kV) = 1 000 V

### Se lee:

un kilovoltio es igual a mil voltios.

### Submúltiplos

Un milivoltio (1mV) = 0.001 V

### Se lee:

un milivoltio es igual a una milésima de voltio.



La electricidad se genera a un determinado voltaje, este es elevado por medio de transformadores para reducir pérdidas y es transportado a largas distancias hasta llegar a los centros de consumo (ciudades, fábricas), donde nuevamente la tensión es reducida según su uso. Según instalaciones, podemos tener:

**Alta tensión.** Mayor a 25 kV. Se emplea para transportar energía a grandes distancias, desde los centros de generación hasta las subestaciones de transformadores. Es común encontrar altas torres metálicas sujetando gruesos cables que cuelgan de grandes aisladores.

**Media tensión.** Se emplea para transportar tensiones de 1 kV hasta 25 kV desde las subestaciones hasta los transformadores de baja tensión, para suministrar la corriente eléctrica a los centros de consumo.

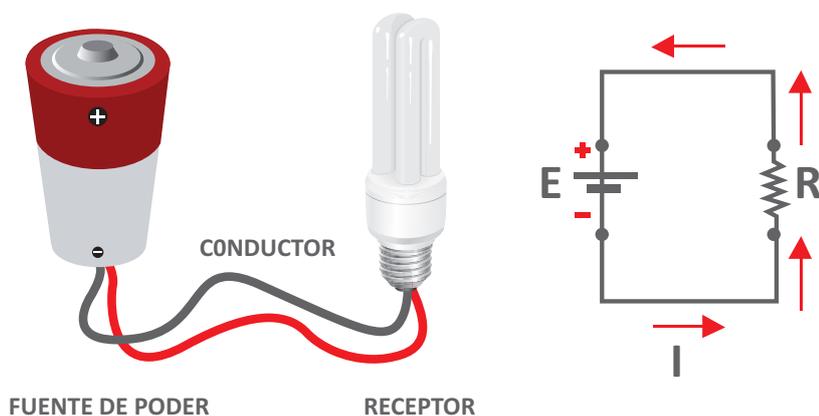
**Baja tensión.** Tensiones inferiores a 1 kV, que se reduce más para usar la energía eléctrica en la industria, hogares, alumbrado público. En nuestro país el voltaje que llega a nuestros domicilios es de 220 voltios y en la industria puede ser de 220, 380 y 440 voltios, dependiendo del trabajo y de las características de los equipos a poner en funcionamiento.

## Amperios o intensidad de la corriente eléctrica

**Corriente o intensidad eléctrica.** Es la cantidad de carga eléctrica que recorre un conductor eléctrico por unidad de tiempo. La unidad de medida es el amperio (A), que permite conocer la cantidad de corriente que circula por los diferentes circuitos eléctricos implementados en la industria o redes eléctricas domiciliarias. Los submúltiplos (mA o miliamperios) se emplean, por lo general, para medir corrientes de poca intensidad con las que trabajan los circuitos electrónicos.

La intensidad del flujo de los electrones de una corriente eléctrica que circula por un circuito cerrado depende fundamentalmente de la tensión o voltaje (V) que se aplique y de la resistencia (R) medida en ohmios que ofrezca la carga o dispositivo conectado al circuito.

En el siguiente circuito eléctrico básico podemos observar cómo se produce el encendido de un foco, y a la derecha, la representación gráfica del circuito eléctrico cerrado en el que la batería es la fuente de generación (E) que entrega un determinado voltaje que circula por un conductor para encender una carga o resistencia (foco) representado por (R).



**GRÁFICO 3.** La energía almacenada en una pila o batería es aprovechada para dar iluminación a través de un foco. Este proceso se representa en un dibujo llamado diagrama o esquema.





**El ampere o amperio** es la unidad de medida con que se mide la intensidad o corriente eléctrica y se representa con la letra A en mayúsculas.

**Múltiplos**  
Kiloamperio (kA):  $1 \text{ kA} = 1\ 000 \text{ A}$

**Submúltiplos**  
Miliamperio (mA) =  $10^{-3} \text{ A} = 0.001 \text{ A}$   
Microamperio ( $\mu\text{A}$ ) =  $10^{-6} \text{ A} = 0.0000001 \text{ A}$

**UNIDAD DE MEDIDA**

## Resistencia eléctrica

En una instalación eléctrica cualquier equipo o dispositivo conectado representa una resistencia u obstáculo para la circulación de la corriente eléctrica, también los conductores se comportan como una resistencia. La resistencia es la mayor o menor dificultad que opone un material al paso de la corriente eléctrica, dependiendo de las características del material, longitud y de la sección. La resistencia se representa por la letra R y su símbolo es la letra griega omega ( $\Omega$ ).

### La resistencia eléctrica varía por la sección del conductor:

- Cuanto mayor es la sección del conductor, la resistencia disminuye
- Cuanto menor es la sección, la resistencia aumenta

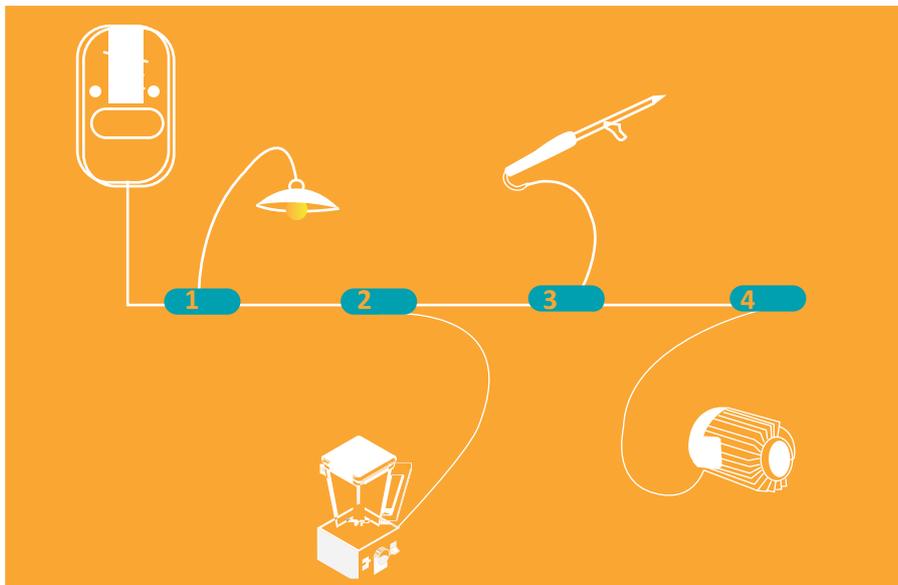
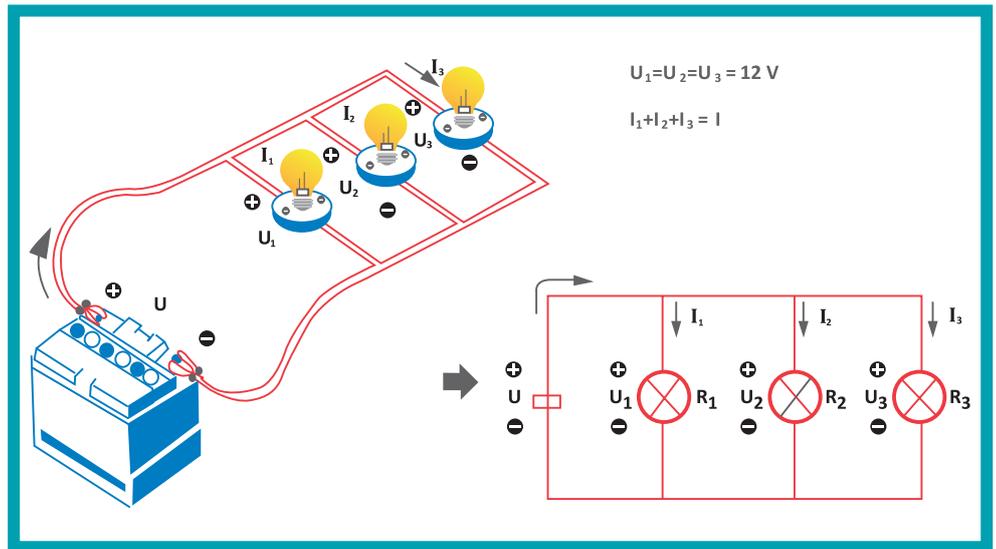
### Variación de la resistencia por la longitud del conductor:

- Cuanto más largo es el conductor, la resistencia aumenta
- Cuanto menor es el conductor, la resistencia disminuye

## Conexión de resistencias o elementos en paralelo

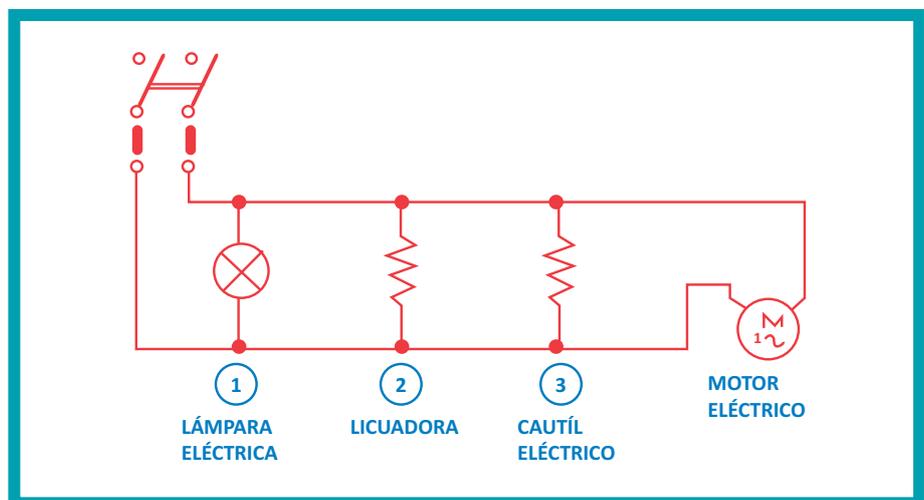
La mayoría de los artefactos y máquinas son conectados a la red en paralelo. A manera de ilustración podemos ver tres focos conectados de esta forma, siendo la fuente de alimentación una batería de 12 V (voltios). Cuando los elementos están colocados en paralelo la tensión es constante y las intensidades de la corriente o resistencias se suman.

**GRÁFICO 4.** Focos conectados en paralelo y esquema de la conexión



**GRÁFICO 5.** Ejemplos de equipos eléctricos conectados en paralelo

**GRÁFICO 6.** Diagrama de un circuito eléctrico en paralelo



### Cálculo de la resistencia total cuando se encuentran en paralelo

Para dos resistencias diferentes en paralelo:

$$R_{\text{total}} = \frac{\text{PRODUCTO}}{\text{SUMA}}$$

$$R_{\text{total}} = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$$

Para tres o más resistencias en paralelo:

$$R_{\text{total}} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots}$$

### Conexión de resistencias o elementos en serie

En la conexión en serie el voltaje se suma y la intensidad de corriente permanece constante. En el siguiente ejemplo, los paneles solares están conectados en serie, entonces el voltaje resultante es 24 voltios (12 voltios + 12 voltios = 24 voltios), mientras que la intensidad resultante se mantiene constante: 3 amperios.

Cálculo de las resistencias en serie:

$$R_{\text{total}} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$$

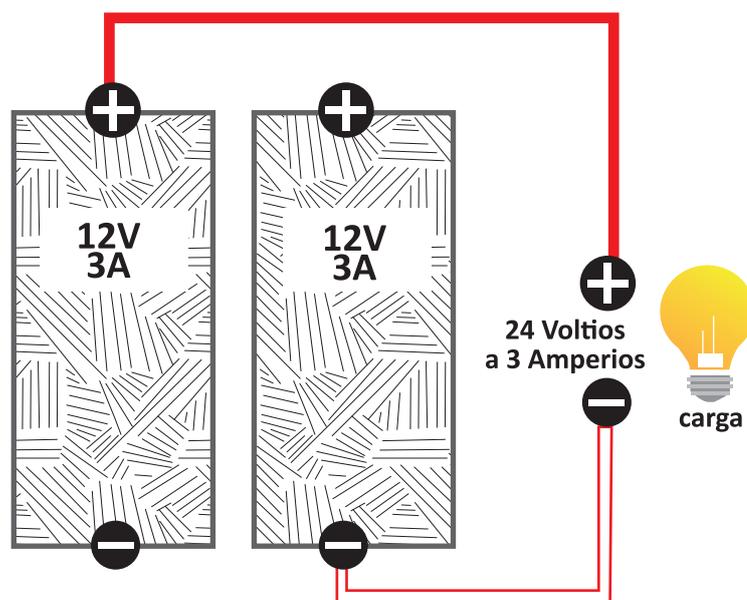
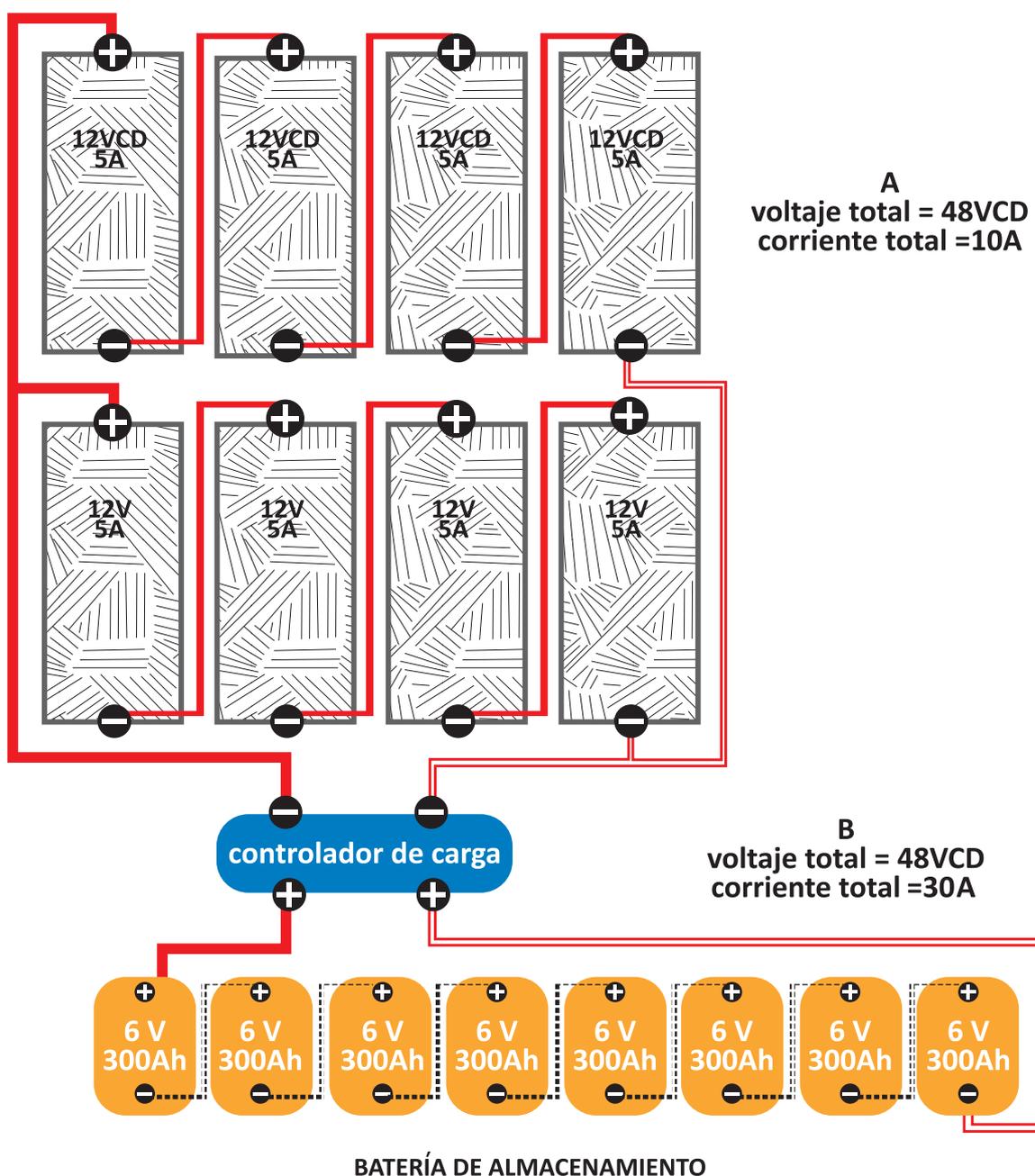


GRÁFICO 7. Paneles solares conectados en serie

**GRÁFICO 8.** El grupo A formado por cuatro paneles está en serie sumando 48 V, con una corriente de 5 A; igual está conectado el grupo B. Finalmente, A y B se conectan en paralelo, lo que da como resultante un voltaje de 48 V y una corriente de 10 A. Abajo, las ocho baterías están conectadas en serie sumando un voltaje de 48 V, mientras que los amperios permanecen constantes en 300 Ah (amperios hora).



## Potencia eléctrica

Es la cantidad de energía consumida (por una vivienda o una empresa) o suministrada (por una central eléctrica) por una unidad de tiempo. Si comparamos la energía eléctrica con el agua, la potencia sería la cantidad de litros por segundo que salen de un reservorio. Los equipos han sido diseñados y dimensionados para que funcionen con una determinada potencia.

$$P = E/t$$

De forma práctica, vemos que las redes eléctricas entregan energía a nuestras casas y los equipos que tenemos en nuestros hogares la consumen. En Perú, la tensión establecida es 220 V. Este es un dato considerado por los fabricantes para la producción de todos los equipos eléctricos (televisores, DVD, radios, computadoras, refrigeradores, planchas, etc.). Cada equipo tiene una placa en la que se especifican sus características eléctricas de funcionamiento.

**La placa de un motor especifica los siguientes datos:** potencia determinada, tres posibles tensiones de trabajo, 220 V si lo conecta directamente a la red, 380 V y 440 V si el dueño del taller o fábrica contrata con la empresa eléctrica la entrega de la energía con esta tensión.



Motor trifásico norma IEC, carcasa cerrada, marca SP, de 4 polos, potencia de 0,746 kW, tensión de trabajo 220/380/440 V, 60 Hz

En casi todos los equipos electrodomésticos la potencia eléctrica se expresa en watts (W) o kilovatios (kW). En el caso de los motores la potencia en la placa mayormente es en HP (Horse Power, o caballos de fuerza).

La potencia es igual al voltaje (V) multiplicado por la intensidad de corriente (A):

$$1 \text{ watt} = 1 \text{ voltio} \times \text{amperio}$$

Por lo tanto, la expresión de la potencia es:

$$P = V \times I \text{ ----- (fórmula 1)}$$

En donde:

P: es la potencia consumida en watts o vatios.

V: es la diferencia potencial en voltios.

I: es la corriente en amperios.

Ahora, combinaremos con la Ley de Ohm.

La Ley de Ohm afirma que la corriente que circula por un conductor eléctrico es directamente proporcional a la tensión e inversamente proporcional a la resistencia, siempre y cuando su temperatura se mantenga constante.

La ecuación matemática que describe esta relación es:  $I = V/R$

Ahora ya sabemos que  $P = V \times I$  y que  $I = V/R$

Si sustituimos en la ecuación de potencia I (intensidad) por su equivalente de la Ley de Ohm, tenemos que:  $V = I \times R$



**Cuando vamos a comprar un foco ahorrador**, el vendedor nos suele preguntar "¿foco de qué potencia, de cuántos watts?". Si compramos un foco de 15 W, este va a ser conectado a la red doméstica monofásica que llega a nuestra casa a un voltaje de 220 V, con estos datos podemos conocer la cantidad de amperios (fórmula 1) que va a pasar por el conductor y que va a consumir el respectivo foco.

Si reemplazamos los datos, tenemos:

$$15 \text{ W} = 220 \text{ V} \times I \quad \frac{15}{220} = I \quad I = 0.07 \text{ A}$$

El foco va a funcionar con una intensidad de 0.07 A (amperios).

Deducimos que la cantidad de amperios que pasan por un circuito eléctrico está relacionada con la suma de la potencia de las cargas conectadas -focos instalados, electrodomésticos conectados- funcionando todas al mismo tiempo en un domicilio. De igual forma, en la industria la intensidad de la corriente (I) será la suma de potencia de la cantidad de motores trabajando entre el voltaje.

De acuerdo con la fórmula, mientras mayor sea la potencia de un artefacto o equipo eléctrico conectado a un circuito, mayor será la energía eléctrica consumida, siendo mayor también la intensidad de corriente que fluye por un circuito, siempre y cuando el valor de la tensión se mantenga constante.



**Es el Watt o vatio**  
y se representa con una  
W, en mayúscula.

**Múltiplos**  
Un kilovatio (kW)  $1\text{kW} = 1\,000\text{ W}$   
Un megavatio (mW)  $1\text{mW} = 1\,000\,000\text{ W}$   
un kilovoltio es igual a mil voltios.

**Submúltiplos**  
Un milivatio (mW)  $1\text{ mW} = 0.001\text{ W}$

**UNIDAD DE MEDIDA**

**Otras unidades.** Los caballos de fuerza, descritos anteriormente, se emplean para expresar la potencia de los motores eléctricos y de combustión interna (motores diésel, gasolina).

La equivalencia de

$$1\text{ HP} = 746\text{ W}$$

La potencia de los equipos, ya sean focos, radio, televisor, DVD, licuadora, refrigeradora, motores, etc., se puede conocer rápidamente leyendo la placa de características del equipo.

## Estimación de la cantidad de energía consumida

La cantidad de energía eléctrica consumida, y por la que se paga cada mes a la empresa distribuidora, viene a ser la suma de potencia de todos los equipos que se tienen en casa o industria, multiplicada por la cantidad de horas que están encendidos durante el mes. La unidad de medida es watt-hora (Wh) o kilovatio-hora (kWh) para cuantificar miles de watts.

Se dijo anteriormente que la potencia (P) es la energía (E) en la unidad del tiempo (t), es decir que:

$$P = E/t$$

**TABLA 1.** La estimación de la cantidad de consumo de energía eléctrica en una vivienda viene a ser: potencia x cantidad de equipos por la cantidad de horas encendidos por 30 días. En la tabla podemos ver que el consumo es de 72 885 Wh/mes, esta cantidad expresada en kilovatios es: 72.89 kWh/mes. También en la tabla se observa que el consumo de un foco ahorrador es de los equipos que menos consumen, suponiendo que lo usamos una hora cada día durante todo el mes, su costo por la cantidad de energía consumida es aproximadamente de S/. 0.36 céntimos, considerando una tarifa de S/. 0.50/kWh

Equipos básicos	Potencia (W)	Cantidad	Horas/día	Wh/mes
Foco ahorrador en la cocina	15	1	4	1 800
Foco ahorrador en la sala/ comedor	15	2	6	5 400
Foco ahorrador en los cuartos	15	3	4	5 400
Televisor	80	1	6	14 400
DVD	15	1	2	900
Equipo de sonido	60	1	4	7 200
Licuada	350	1	0.17	1 785
Computadora	300	1	4	36 000
<b>Consumo de energía total en watts al mes (Wh/mes)</b>				<b>72 885</b>
<b>Consumo de energía total en kilovatios al mes (kWh/mes)</b>				<b>72.85</b>

Para saber el valor de la energía la expresión se modifica así:

$$E = P \times t$$

Si la potencia (P) la medimos en kW y el tiempo en horas (E= kW x h), obtendremos la energía medida en kilovatio-hora (kWh)

**Si una bombilla consume 60 W durante 8 horas al día, ¿cuántos kWh al mes consume?**

1. Convertimos de W a kW

$$60/1.000 = 0.06 \text{ kW}$$

2. Luego multiplicamos los kW por la cantidad de horas que se usa la bombilla en un día y obtendremos el consumo en kWh

$$0.060 \text{ kW} \times 8 \text{ h} = 0.48 \text{ kWh}$$

3. Multiplicamos el resultado en kWh por 30 días que tiene el mes y obtendremos el consumo mensual de la bombilla.

$$0.48 \times 30 = 14.4 \text{ kWh/mes}$$

Si cada kWh tiene un costo de S/. 0.50 (cincuenta céntimos), ahora veremos cuánto se pagará por el uso de la bombilla:

Esto se determina multiplicando el consumo mensual en kWh por el costo de cada kWh, es decir:

$$14.4 \text{ kWh} \times S/. 0.50 = S/. 7.20$$

= (siete soles con veinte céntimos)



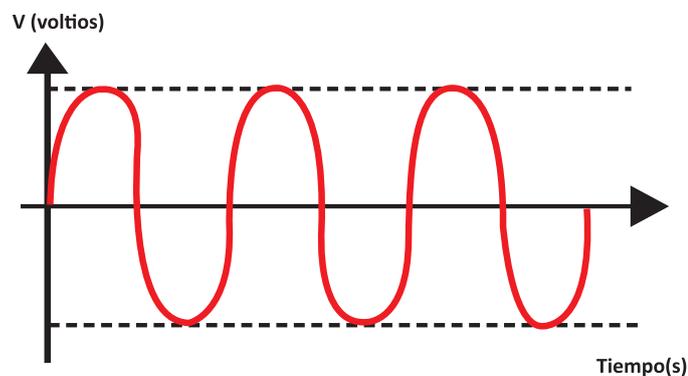
# Corriente alterna (CA) y corriente continua (CC)

## Corriente alterna (CA)

Se caracteriza porque los electrones cambian de sentido constantemente; durante un instante un polo es negativo y el otro es positivo, mientras que en el instante siguiente las polaridades se invierten tantas veces como ciclos por segundo o hertz (Hz) posea esa corriente.

**Ventajas.** Permite elevar o disminuir el voltaje o tensión por medio de transformadores, pudiéndose transportar a grandes distancias con poca pérdida de energía.

GRÁFICO 9. Comportamiento de la corriente alterna



## Corriente alterna trifásica

Se denomina corriente trifásica al conjunto de tres líneas de corriente alterna de igual **frecuencia** y **valor eficaz**. Cada una de las líneas de corriente que forman el sistema se designa con el nombre de **fase**.

Las fases son las líneas de alimentación y se representan así:  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$

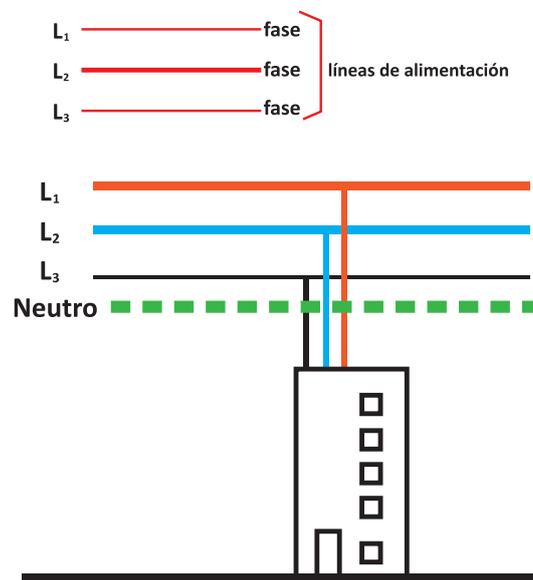
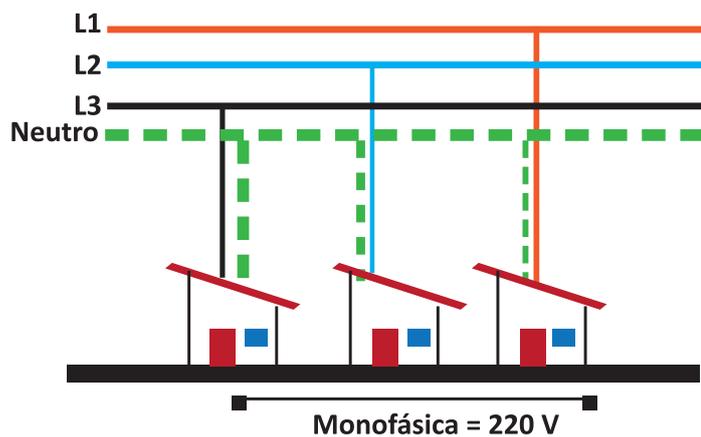


GRÁFICO 10. Red trifásica compuesta por cuatro líneas:  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$  y N, 380/220 V, 3/N~, cuya denominación es de un sistema trifásico de 4 líneas.

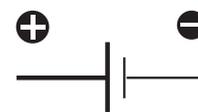
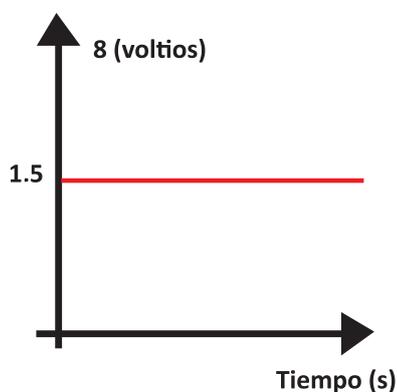
**Corriente alterna monofásica.** Se denomina corriente monofásica a la que está compuesta por una fase ( $L_1$  o  $L_2$  o  $L_3$ ) y una línea neutra. En cada acometida o conexión al domicilio se tomará una fase y el neutro, así el sistema estará balanceado.

**GRÁFICO 11.** En la corriente monofásica se toma una fase de la corriente trifásica y un cable neutro.  $L_1$  o  $L_2$  o  $L_3$  y N, 220 V, 1/N~



### Corriente continua (CC o DC por sus siglas en inglés)

Es cuando los electrones que recorren un circuito no cambian de dirección, es decir, la tensión es constante en valor y polaridad. Podemos definirla como aquella corriente eléctrica que tiene positivo y negativo y mantiene su polaridad; por ejemplo, las pilas y baterías. Este tipo de corriente continua permite el buen funcionamiento de los circuitos electrónicos y se representa gráficamente de la siguiente forma:



Símbolo distintivo eléctrico de CC



**GRÁFICO 12.** Muestra que el voltaje en CC no cambia, es una recta constante



En este documento alcanzamos los conocimientos básicos que se deben tener en cuenta para lograr una instalación eléctrica doméstica adecuada.

Presentamos las herramientas básicas requeridas, accesorios eléctricos más empleados en una instalación doméstica, tipo de conductores, simbología básica que se debe conocer para leer un plano, así como la utilidad y manejo de algunos instrumentos (voltímetro, amperímetro).





INSTALACIONES  
**ELÉCTRICAS**  
DE ENERGÍA

# Elementos de un circuito eléctrico

Un circuito eléctrico básico está formado por un conjunto de componentes, principalmente cuatro, que ordenados y conectados adecuadamente, permiten el paso de la corriente. Estos son:

1

Una fuente de energía eléctrica (red eléctrica, batería, pila) que pueda verter un flujo de corriente eléctrica a través de un circuito.

Conductores eléctricos, que es por donde se mueve el flujo de electrones por todo el circuito.

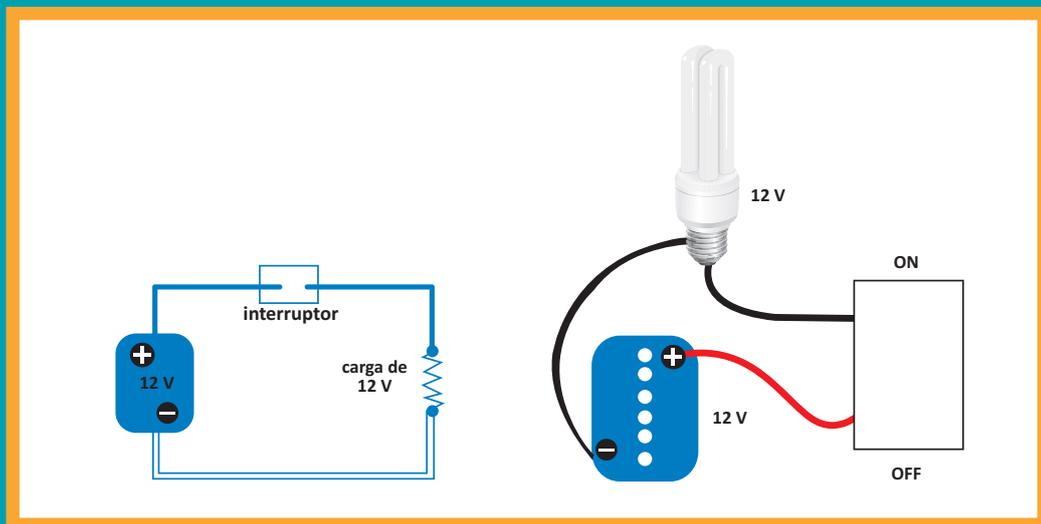
2

3

La carga, formada por todos los equipos y artefactos conectados que se quiere hacer funcionar.

Un dispositivo de control (un interruptor magnético, por ejemplo) u otro dispositivo que permita conectar o desconectar las cargas.

4



▲ **GRÁFICO 15.** Observamos un circuito eléctrico simple, en esquema y diagrama. La fuente de voltaje (o energía) es una batería de 12 V que por medio de un conductor es conectada a una lámpara (carga). Entre la fuente de energía y la carga está el interruptor que controla la continuidad del flujo de electrones: apaga o enciende la lámpara.

# Instalación eléctrica

Es el proceso por el cual elaboramos un circuito eléctrico para poder usar la energía eléctrica.

Es la simulación de los diferentes puntos de luz existentes dentro de un domicilio, así como también las ramificaciones de cargas: iluminación, tomacorrientes y cargas especiales (motor, molino, electrobomba). El presente módulo de instalaciones eléctricas es diseñado exclusivamente para las prácticas de aquellos alumnos que utilizarán este documento guía a fin de realizar una correcta instalación eléctrica. El tablero muestra las conexiones de una instalación eléctrica básica, similar a lo que podría ser una instalación en una vivienda rural. El tablero contiene todos los accesorios: interruptor magnético, instalación de dos focos con su respectivo interruptor y dos tomacorrientes.

Accesorios requeridos:

- Tablero de 90 cm x 80 cm
- Cuatro interruptores magnéticos de 10, 16, 20 y 25 A
- Cuatro cajas octogonales
- Cinco cajas rectangulares
- Un interruptor doble
- Dos interruptores de conmutación
- Dos sockets
- Un fluorescente completo
- Dos tapas ciegas redondas
- Dos focos ahorradores
- Un tomacorriente simple
- Un tomacorriente con punto a tierra
- Una caja para cuatro llaves termomagnéticas
- Alambre N° 14 de colores
- Tubo PVC de luz
- Codos
- Abrazaderas



**GRÁFICO 13.** Módulo de instalaciones eléctricas domiciliarias

# Medidas de seguridad personal en las instalaciones eléctricas

Al realizar una instalación eléctrica se deben tener en cuenta dos peligros principales:

- Descarga eléctrica
- Incendio o explosión

Para reparar y/o instalar el circuito eléctrico de una vivienda en condiciones de seguridad total, es necesario tomar las siguientes precauciones:

- Cortar el suministro eléctrico desconectando el interruptor general
- Utilizar siempre herramientas apropiadas
- Trabajar con accesorios de calidad
- Usar implementos de seguridad de material dieléctrico
- No jugar mientras se trabaja
- No realizar el trabajo sobre pisos mojados

# Características de las instalaciones eléctricas

1

**Confiable:** que cumplan el objetivo en el tiempo.

- Un buen diseño
- Uso de mano de obra calificada
- Uso de materiales adecuados y de calidad en la instalación

2

**Estético:** que sea una instalación bien hecha, que se vea bien

3

**Flexibles:** que se puedan ampliar, disminuir o modificar con facilidad, y se adecúen a necesidades futuras

4

**Eficiente:** que la energía se transmita con la mayor eficiencia posible y los equipos queden bien instalados



5

**Simple:** que faciliten la operación y el mantenimiento sin tener que recurrir a personas altamente calificadas

**Segura:** que garantice la seguridad de las personas y propiedades durante su uso

## Tipos de instalaciones eléctricas



**VISIBLE.** La que se puede ver directamente, es observada a simple vista por estar adherida a los muros o techos.

**EMPOTRADA.** La que no se puede ver por estar dentro de muros, pisos, techos, etc.



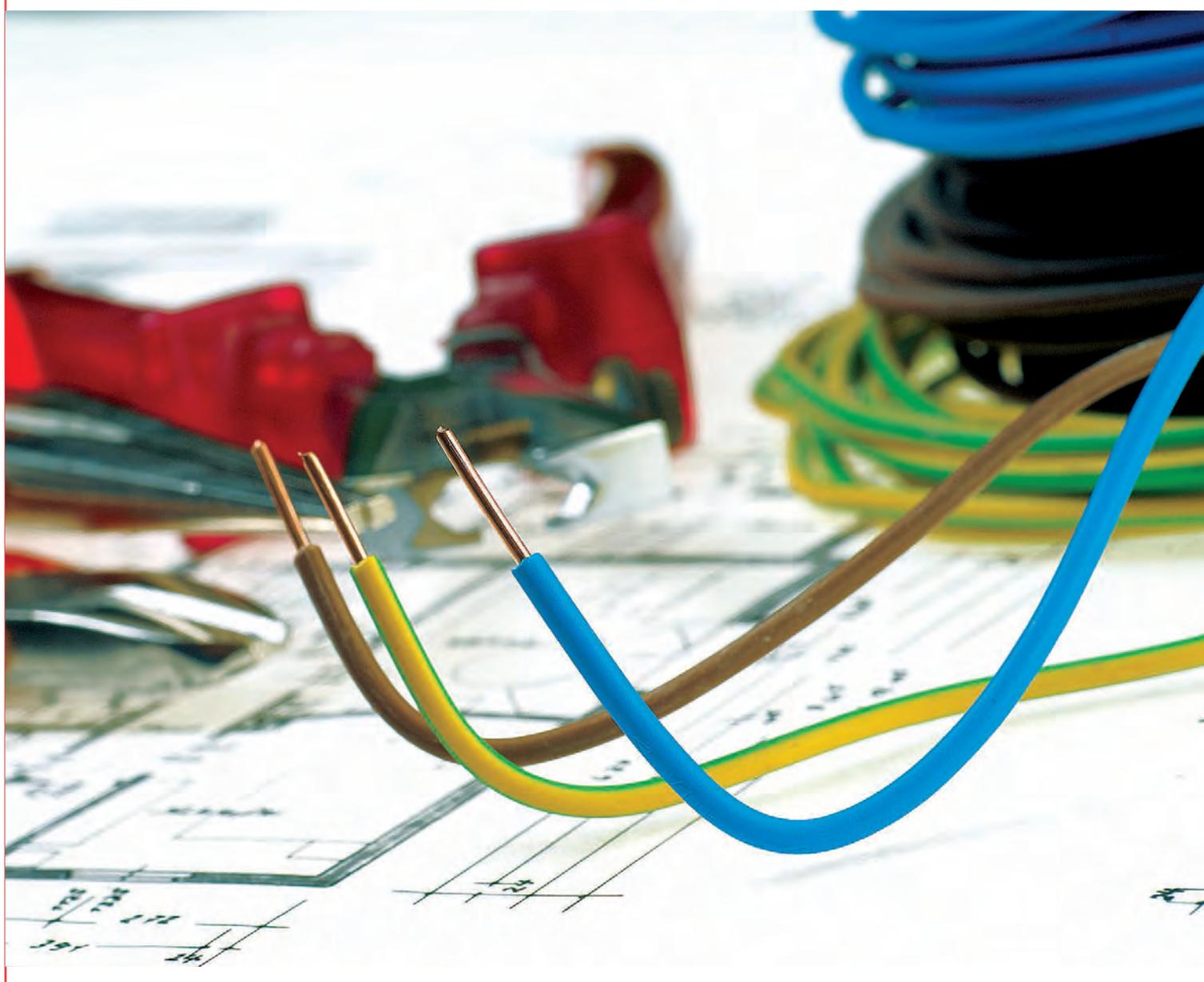
**AÉREA.** Está formada por conductores paralelos, soportados por aisladores, que usan el aire como aislante, pudiendo estar los conductores desnudos o forrados. En algunos casos se le denomina también línea abierta, líneas de transmisión de alta y media

### SUBTERRÁNEA.

La que va bajo el piso, cualquiera que sea la forma de soporte o material del piso.







SIMBOLOGÍA DE LA  
**INSTALACIÓN**  
ELÉCTRICA

Cada componente o accesorio tiene su propio símbolo. Con los símbolos podemos dibujar diagramas para representar cualquier circuito con los componentes requeridos. La simbología eléctrica facilita la elaboración e interpretación de los planos.

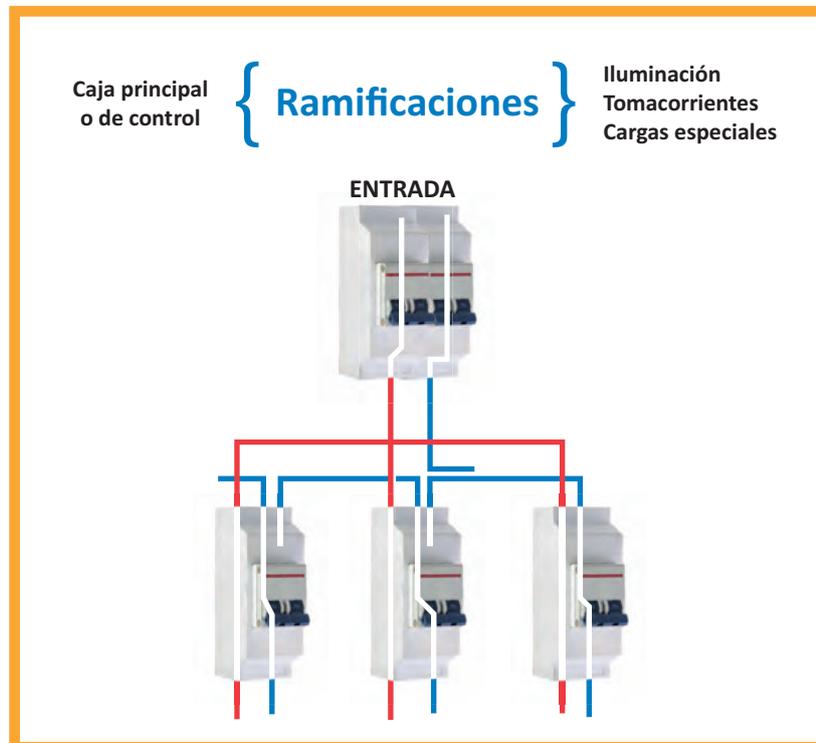
Los símbolos más usados se presentan en la siguiente tabla:

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Símbolo general de la resistencia eléctrica		Tomacorriente
	Diodo rectificador común		Interruptor automático
	Corriente continua CC	Cable color rojo	Positivo
	Corriente alterna AC	Cable color negro	Negativo
	Polaridad positiva	W	Vatios (Potencia)
	Polaridad negativa	ON	Encendido
	Lámpara, símbolo general	OFF	Apagado
	Interruptor normalmente abierto		Voltímetro
	Batería o acumulador		Amperímetro
	Medidor		Tomacorriente trifásico
	Tablero general	•S	Interruptor simple
	Salida para luz	•S <sub>1</sub>	Interruptor doble
	Salida para alumbrado en la pared	•S <sub>c</sub>	Interruptor de conmutación simple
	Tomacorriente simple bipolar		Pulsador
	Tomacorriente doble		Zumbador
	Salida para timbre		Tierra
	Caja de unión (pase) en el techo		Circuito de alumbrado
	Caja de unión (pase) en la pared		Circuito de tomacorrientes
	Circuito en conductor colgado del techo		

# Elementos de una instalación eléctrica

- Elementos externos:
  - Barras de conexión
  - Acometidas
  - Medidor
- Llave de protección
- Elementos internos:
  - Interruptores de seguridad o protección

El valor de las llaves de distribución deberá colocarse de acuerdo con las cargas que serán expuestas.



La caja central de mando debe especificar una leyenda de la distribución de las ramadas.

- Elementos de control: interruptores sencillos, que permitan encender o apagar
- Elementos de conducción: alambres o cables de instalación
- Elementos complementarios: cajas de conexiones, tornillos, chulupas
- Elementos de consumo: cualquier equipo, aparato o dispositivo que consuma electricidad. Ejemplo: focos, timbres, electrodomésticos

# Herramientas básicas

Un buen técnico electricista debe conocer y saber usar un conjunto de herramientas básicas.

Las indispensables, que no deben faltar en el maletín son:



**Alicates.** Los de mayor utilidad en las labores de un técnico electricista son: alicate universal, alicate de punta y alicate de corte. Estas herramientas se usan para cortar, sujetar e incluso pelar cables. Se les debe coger de los mangos asilados. Para asegurar un mejor aislamiento, colocar cinta aislante.

**GRÁFICO 14.** Muestra los alicates de mayor utilidad para un técnico electricista

## Destornilladores.

Es necesario contar como mínimo con tres desarmadores planos y uno de estrella, con diferente tamaño de punta.

**GRÁFICO 15.** Tres desarmadores planos y tres de estrella, de mayor a menor dimensión



**Martillo.** Se recomienda que el mango sea de madera u otro material aislante de la corriente eléctrica.

**GRÁFICO 16.** Vemos un martillo de mango de madera



## Cuchilla de electricista.

Es de gran utilidad y una de las herramientas más usadas, hay de diferentes formas. El costo depende de la calidad.

**GRÁFICO 17.** Vemos dos tipos de cuchillas que se suelen llevar en el maletín del electricista

**Wincha pasa cable.** Se usa principalmente en las instalaciones empotradas. En el mercado se pueden encontrar de diferentes longitudes.

**GRÁFICO 18.** La wincha metálica se usa para pasar el cable en las instalaciones empotradas



## Conociendo el manejo de los instrumentos básicos

- Instrumentos de medición
- Voltímetros (digital, analógico)
- Amperímetro



**Multitester.** Conocido también como ohmímetro, multímetro o voltímetro. Dependiendo del uso que se le dé, tiene varias escalas de medición. Aquí solo explicaremos la función y utilidad básica que nos ayude a determinar alguna falla en el circuito eléctrico.

En el tester vemos dos partes: un visor de lectura y una llave selectora con una pequeña perilla a su lado. Además, podemos observar dos cables, uno de color rojo y otro de color negro. El de color rojo indica que se conecta a la polaridad positiva para medir el voltaje y el de color negro indica que se conecta a la polaridad negativa.

**GRÁFICO 19**

En el visor observamos varias escalas que en nuestro ejemplo son, de arriba hacia abajo:

1. Escala de ohm, para medir resistencias
2. Escala de corriente continua (CC)
3. Escala de corriente alterna (AC)

La llave selectora permite elegir la escala que queremos usar y el rango de medición. Por ejemplo, si quisiera medir cuántos voltios hay en la línea de mi casa, debo llevar el selector a la marca AC V (corriente alterna); si queremos medir el voltaje en corriente continua, llevar al selector (DCV) y allí elegir la escala 12 V. El instrumento arrojará un voltaje en ese punto.

## Medida de la carga de la batería

Con el multímetro se puede medir si la batería está cargada. En el esquema siguiente se observará que la batería llega a un voltaje mayor de 12 V, quiere decir que está cargada; si el voltaje fuera menor, no debería ser usada.

GRÁFICO 20



## Pinza amperimétrica

Para medir la corriente con una pinza amperimétrica, se ubica la llave selectora en medición de corriente A (alterna o continua), luego se coloca la pinza en uno de los cables -como indica la figura- y se comprueba si por este conductor está pasando la corriente. El instrumento indicará la cantidad de corriente que va hacia la carga. Con la pinza amperimétrica podemos verificar fácilmente la cantidad de corriente que pasa por cualquier línea.

GRÁFICO 21

## Accesorios más usados en las instalaciones eléctricas

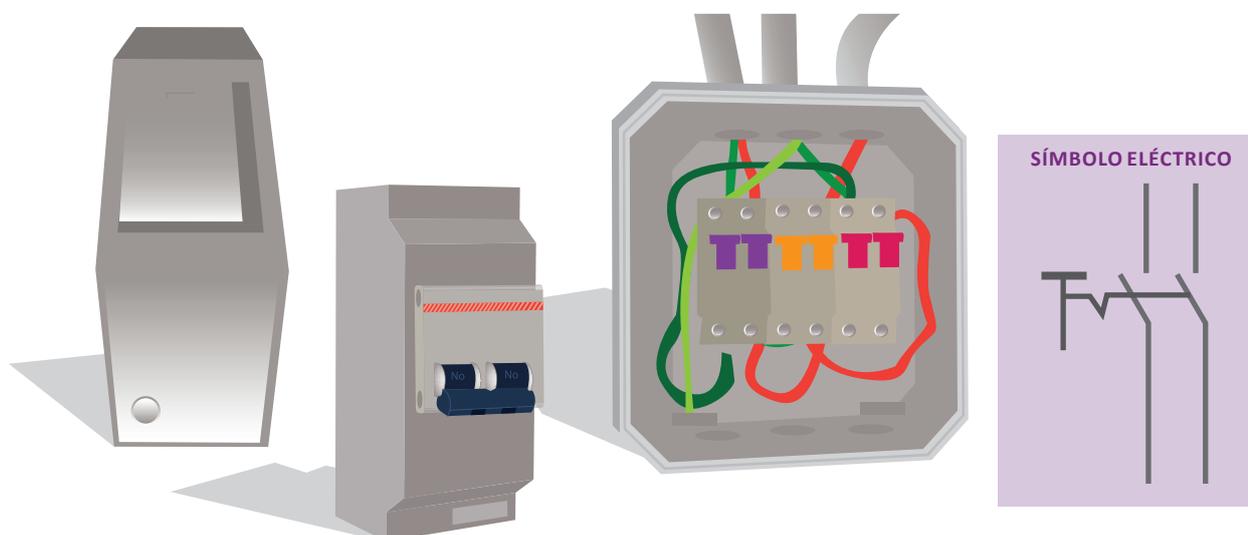
Es de vital importancia conocer los componentes y accesorios que se usan para una instalación eléctrica. Hacer un listado de lo requerido y elaborar un presupuesto para una instalación eléctrica determinada ayuda mucho.

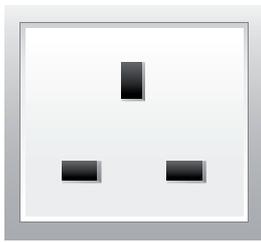
### Llave termomagnética o interruptor térmico y su selección

Este accesorio cumple una función muy importante en una instalación eléctrica. Protege de cortocircuitos y sobrecargas. En viviendas grandes, con muchos artefactos de consumo, se emplea una llave para el circuito de luces y otra para el circuito de tomacorrientes. La ducha eléctrica o la electrobomba también tienen sus propias llaves. En el caso de las viviendas rurales, donde las cargas son mínimas, se debe evaluar, por los costos, si conviene usar más de una llave termomagnética.

**La selección.** De acuerdo con la necesidad, se puede optar por llaves termomagnéticas para ser conectadas en riel, dentro de un tablero, o también para ser adosadas a la pared.

**GRÁFICO 22.** Vemos que un interruptor magnético puede ser adosado a la pared o colocado dentro de un tablero, en un riel DIN.





instalaciones eléctricas domiciliarias son los simples, dobles, triples. En el mercado se pueden encontrar para empotrar y para la superficie.

**GRÁFICO 23**

**SE OBSERVAN** tomacorrientes simples o dobles. El tomacorriente de forma ovalada es usado para la superficie.

Existen también tomacorrientes con toma a tierra. Se utilizan para conectar artefactos electrodomésticos, refrigeradoras, lavadoras, computadoras.

**GRÁFICO 24.** Muestra un tomacorriente simple triple, un tomacorriente simple con toma a tierra, un mixto (tomacorriente e interruptor), y un tomacorriente doble con toma a tierra.



**GRÁFICO 25.** Vemos un interruptor simple, doble y mixto, que se pueden empotrar. A la derecha, un tomacorriente visible para ser colocado en la superficie.

**Interruptores.** Cumplen la función de cortar y dar paso a la energía en los circuitos eléctricos. Los más comunes son los interruptores que van empotrados y los que son visibles o colgantes.

## Interruptores conmutadores.

Se diferencian de los interruptores comunes porque tienen tres bornes de conexión. Se utilizan para comandar indistintamente una lámpara desde dos puntos.

**GRÁFICO 26.** Muestra un interruptor conmutador que se usa para ir empotrado.



**Enchufes.** Se emplean para conectar los artefactos a la fuente de energía, pueden ser de forma redonda o plana. Deben coincidir con la forma del tomacorriente.

**GRÁFICO 27**

**Focos ahorradores.** Este tipo de foco es recomendado para iluminar los ambientes de las viviendas porque su consumo de energía es bajo. Cinco focos ahorradores de 20 W equivalen a uno incandescente de 100 W. Con los ahorradores podemos iluminar cinco ambientes, mientras que con el incandescente solo uno. En el mercado hay dos presentaciones que son las más comunes. Su costo varía según la potencia y calidad y se pueden encontrar con potencias que varían entre 11 W a 20 W.

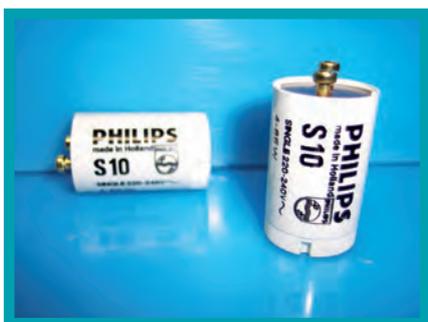
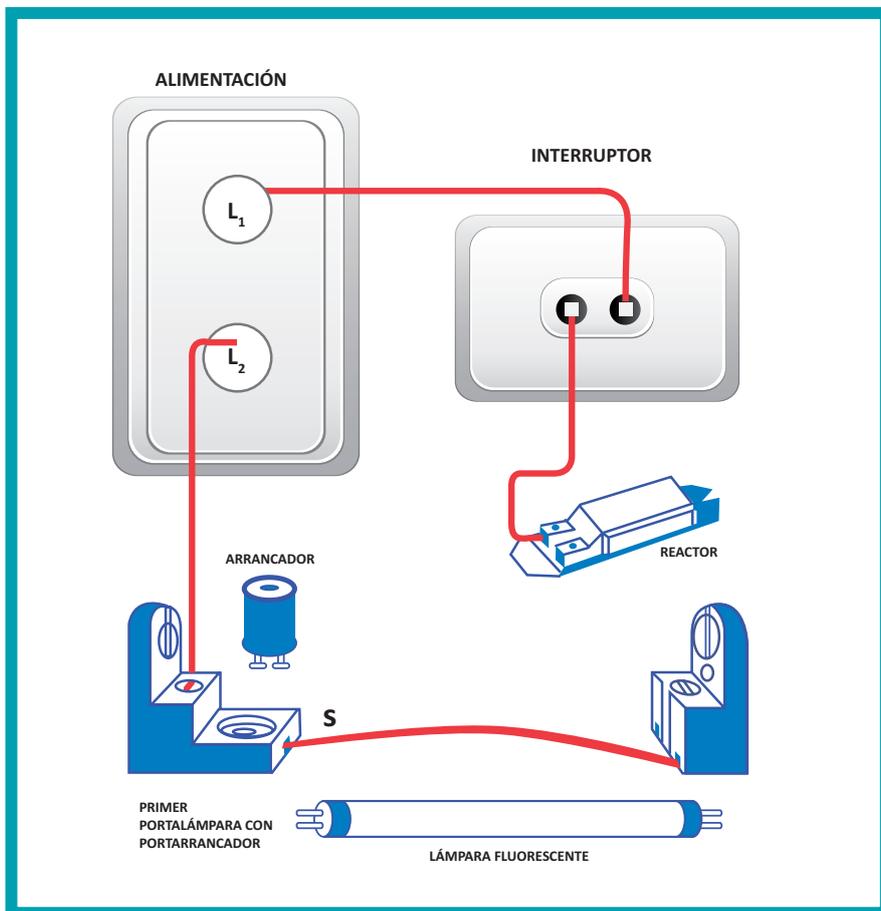


**GRÁFICO 28.** Modelos de focos ahorradores

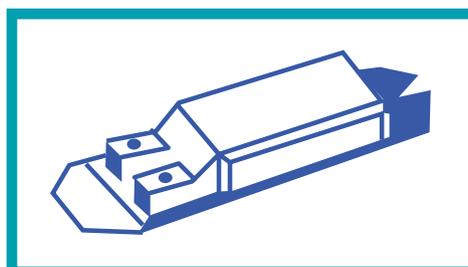
## Fluorescente.

Son más eficientes que las lámparas incandescentes, pero menos eficientes que los focos ahorradores. En el mercado encontramos equipos armados con uno o más tubos fluorescentes, con todos sus componentes, listos para conectarlos a los cables de alimentación.

GRÁFICO 29



**Arrancador.** Funciona como un interruptor automático para abrir el circuito de los filamentos.



**Reactor.** Suministra una tensión superior a la de la línea para el arranque del arco y limita la corriente, reduciendo significativamente el consumo eléctrico. Se fabrica para distintas potencias.

**Sockets.** Es el accesorio en el que se conectan los focos. En el mercado existen muchos modelos para diferentes focos. Los más usados en las instalaciones domésticas son los sockets que van atornillados a las cajas empotradas. Los colgantes se usan mayormente para las viviendas rurales que, por su construcción, no permiten hacer un empotrado adecuado.



GRÁFICO 30



### Cajas para empotrados.

Las cajas rectangulares son usadas para adosar por medio de tornillos los tomacorrientes e interruptores. Las cajas octogonales se usan como cajas de pase en las que se hacen los empalmes de derivación o continuación.

GRÁFICO 31

# Conductores eléctricos

## Tipos de conductores

Los conductores eléctricos son los elementos que conducen la corriente eléctrica a las cargas o que interconectan los mecanismos de control. En el caso de un domicilio, la interconexión sería desde el medidor de luz, y por medio de un conductor, al interruptor principal desde el que se distribuye a las cargas. Los conductores están compuestos por dos elementos básicos: conductor y aislamiento.



**GRÁFICO 32.** El aislamiento funciona como un medio de seguridad para proteger el conductor y para que ningún elemento extraño o ser vivo entre en contacto y sufra daños irreparables.

## Cable con cierta cantidad de hilos

Los conductores usados en las instalaciones eléctricas son de cobre o aluminio. En el presente documento solo trataremos sobre los conductores para instalaciones básicas domiciliarias y para pequeños equipos de transformación.

En el caso de las líneas de alta tensión y de media tensión se usan conductores desnudos, en su mayoría de aluminio. En las redes de distribución también se emplean conductores de aluminio por su menor costo frente al cobre.

Existen normas de calidad y estandarización para los conductores que los fabricantes toman en cuenta. Los conductores que se encuentran en el mercado han sido fabricados según la cantidad de corriente (amperios) que va a circular por ellos. Deben cumplir ciertas exigencias de seguridad que son especificadas en las normas técnicas. Por lo general, se utiliza el sistema americano AWG (American Wire Gage).

Los modelos más usados en las instalaciones eléctricas domiciliarias son TW y el TWH (Temperature - Humidity - Weather, que traducido significa: temperatura, humedad, clima). Se los encuentra en alambre (conductor sólido) y cable (conductor de varios hilos).

### Alambre o cable TW.

Se usa en instalaciones fijas, edificaciones, interior de locales con ambientes secos o húmedos.

**Alambre o cable THW.** Es recomendado para altas temperaturas (expuesto al sol) o en lugares con alto nivel de humedad ambiental.

**GRÁFICO 33.** Muestra los cables de color azul y negro, y alambre de color verde.

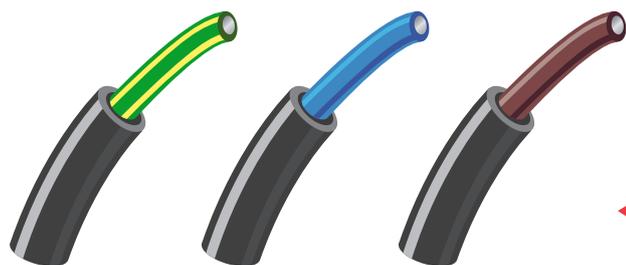
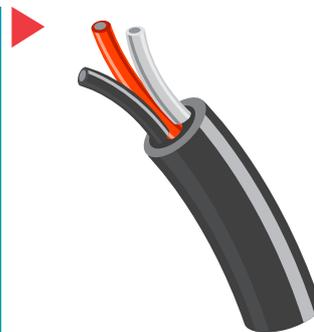


**Cordones y cables flexibles.** Por sus características técnicas son apropiados para instalaciones en áreas no peligrosas, como conductores para los aparatos domésticos fijos, lámpara colgante o fija. Por lo general, se usan en instalaciones eléctricas visibles, en lugares secos. El calibre no debe ser inferior al N° 16 AWG.

**GRÁFICO 34**

### Conductores flexibles vulcanizados.

Están compuestos por uno o más conductores. Los cables flexibles son fáciles de maniobrar en espacios reducidos y se pueden enrollar y transportar con facilidad. Por su flexibilidad pueden soportar movimientos o vibraciones que se presentan en algunas aplicaciones específicas.



**Verde y amarillo:**  
conductor de tierra

**Azul:**  
conductor neutro

**Marrón, negro o gris:**  
conductor fase

### Identificación de los conductores.

El color del conductor permite su fácil identificación e instalación.

En las siguientes tablas se puede observar el calibre de diferentes conductores y la cantidad de corriente que cada uno puede hacer circular o que soporta.

## Tabla de cables

Calibre AWG	Número de hilos	Sección (mm <sup>2</sup> )	Diámetro nominal (mm)	Capacidad de corriente en amperios (A)	
				60 °C	75 °C
Alambres tipo THW					
14	1	2.08	1.63	20	20
12	1	3.31	2.05	25	25
10	1	5.26	2.60	30	35
8	1	8.37	3.26	40	50
Cables tipo THW					
14	19	2.08	1.63	20	20
12	19	3.31	2.05	25	25
10	19	5.26	2.60	30	35
8	19	8.37	3.26	40	50
6	19	13.30	4.70	55	65
4	19	21.15	5.90	70	85
2	19	33.63	7.50	95	115
1/0	19	53.51	9.50	125	150
2/0	19	67.44	10.60	145	175
3/0	19	85.03	11.90	165	200
4/0	19	107.20	13.40	195	230

## Datos aproximados, según tolerancias y fabricantes

Calibre AWG	Número de hilos	Sección (mm <sup>2</sup> )	Diámetro nominal (mm)	Capacidad de corriente en amperios (A)	
				En ambientes abiertos	En ambientes cerrados
Cables y alambres tipo TW					
14	1	2.08	1.63	25	20
12	1	3.31	2.05	25	20
10	1	5.26	2.60	40	30
8	1	8.37	3.26	60	40
Cables y alambres tipo THW					
14	19	2.08	1.63	30	20
12	19	3.31	2.05	35	25
10	19	5.26	2.60	50	35
8	19	8.37	3.26	70	50
6	19	13.30	4.70	95	65
4	19	21.15	5.90	125	85
2	19	33.63	7.50	170	115
1/0	19	53.51	9.50	230	150
2/0	19	67.44	10.60	265	175
3/0	19	85.03	11.90	310	200
4/0	19	107.20	13.40	360	230

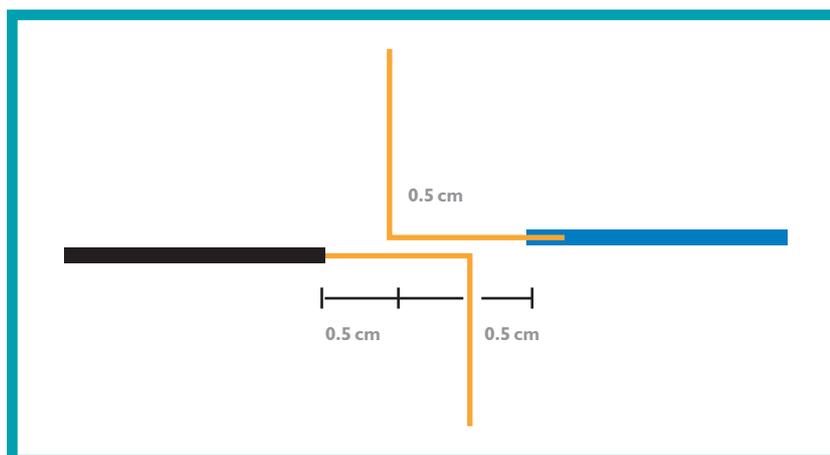
## Cables flexibles

Calibre	Conductor		Capacidad en amperios ( A )
	Área (mm <sup>2</sup> )	Diámetro nominal	
2x18	0.82	1.17	10
2x16	1.31	1.50	13
2x14	2.08	1.88	18
2x12	3.31	2.36	25
2x10	5.26	3.00	30
3x18	0.82	1.17	7
3x16	1.31	1.50	10
3x14	2.08	1.88	15
3x12	3.31	2.36	20
3x10	5.26	3.00	25

Para la selección, aplicación y buena operación de cada conductor hay que tener en cuenta los esfuerzos mecánicos, agentes químicos y los efectos eléctricos.

Los esfuerzos mecánicos se pueden presentar debido a la presión dada por la colocación de objetos sobre los cables, que puede llevar a una deformación permanente del aislamiento, pérdida de sus características y roturas. También se debe tener presente los cortes del aislamiento por objetos cortantes durante la instalación. Otro efecto es la elongación o alargamiento, por lo que se recomienda no darle una trayectoria de más de dos curvas de 90°. Con una cantidad mayor de curvas se podría alargar el conductor y perder sus características iniciales.

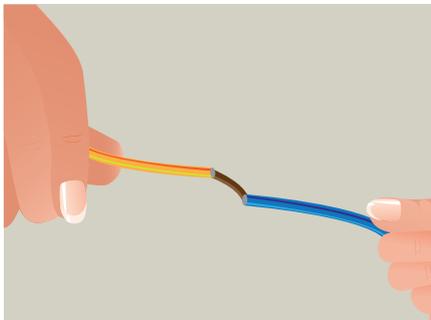
## Tipo de empalmes de conductores



## A. Empalme en prolongación

Es una forma sencilla de empalmar y se hace preferentemente en las instalaciones visibles o de superficie. Este tipo de empalme es utilizado cuando se quiere prolongar un conductor.

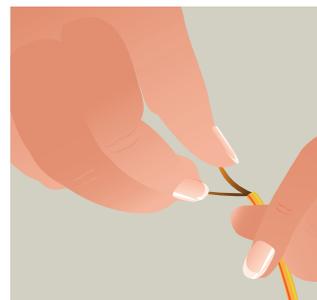
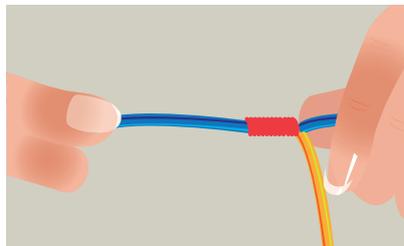
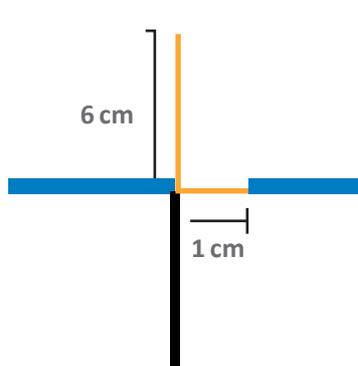
Procedimiento: ambos alambres se pelan 6 cm cada uno (por uno de sus extremos) y luego se cruzan hasta quedar 1.5 cm de distancia entre los aislantes de los conductores. Posteriormente, con la pinza de punta redonda, se cogen los dos conductores por el centro, para luego envolver uno a cada lado.



## B. Empalme en "T" o en derivación

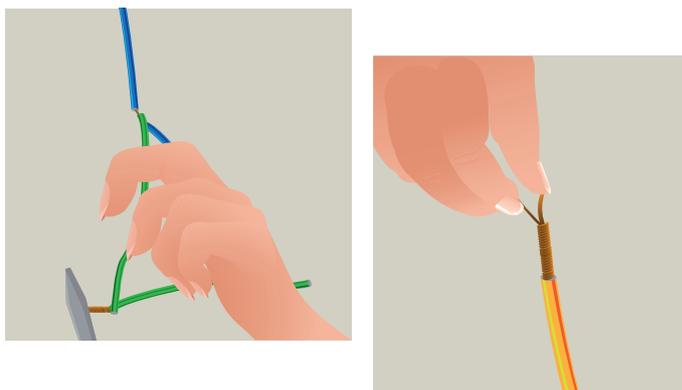
Es de gran utilidad cuando se desea derivar la energía eléctrica hacia alimentaciones adicionales. Las vueltas deben sujetarse fuertemente sobre el conductor recto.

El empalme de seguridad es utilizado cuando se desea obtener mayor ajuste mecánico.

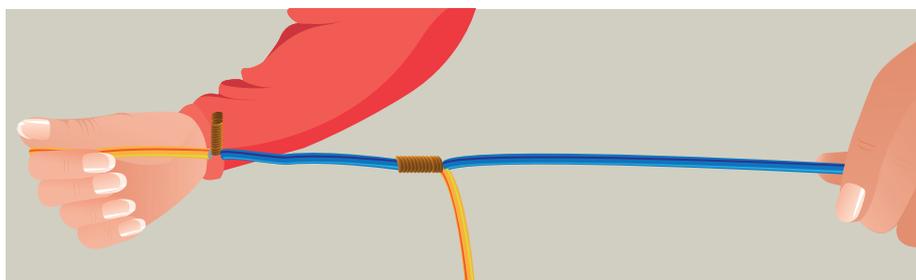


### C. Empalme trenzado

Este tipo de empalme permite salvar las dificultades que se presentan en los sitios de poco espacio; por ejemplo, en las cajas de paso donde concurren varios conductores.

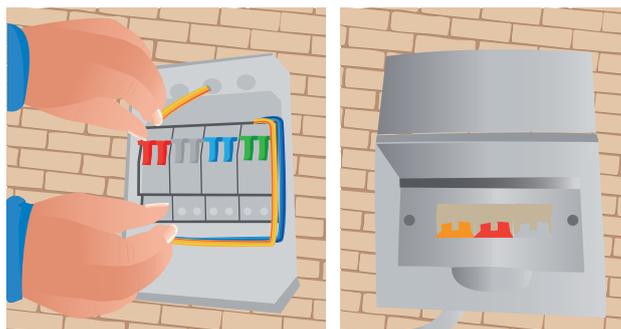
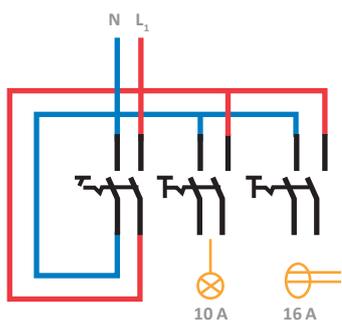


Aísle el empalme cubriéndolo con cinta aislante en forma oblicua hasta obtener un espesor igual al nivel del aislante, sin dejar espacios libres.



### Pasos para una instalación eléctrica domiciliaria

1. Diseñar el plano de la instalación eléctrica domiciliaria.
2. **Identificar el recorrido de los conductores y los diversos puntos de instalación existentes en el plano de electrificación**
3. **Montaje de la caja principal teniendo en cuenta las diversas cargas que serán expuestas en cada una de las ramificaciones.**



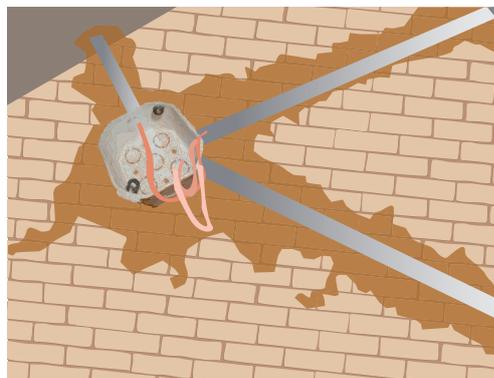
**Señalización y picado de la pared según las especificaciones del plano eléctrico.**



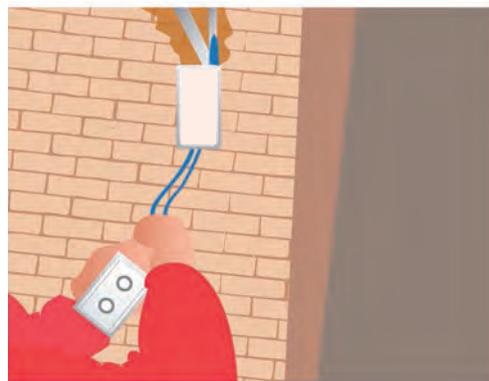
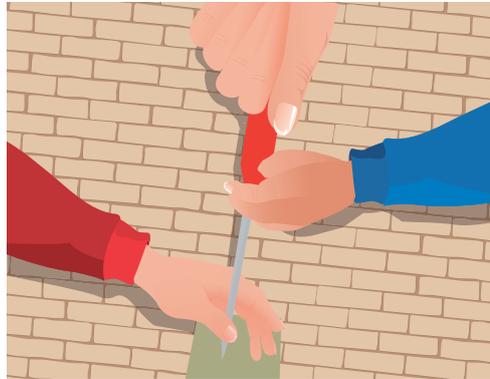
**Entubado de la ruta de los conductores e instalación de las diversas cajas de derivación y soporte de accesorios.**



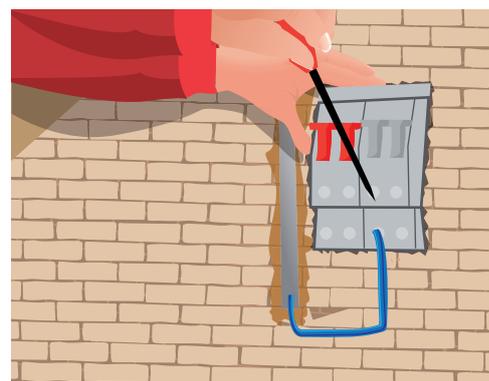
**Tendido de alambre por los ductos, desde la caja principal hasta el último punto de instalación del domicilio y derivaciones para cada punto de energía en conexión.**

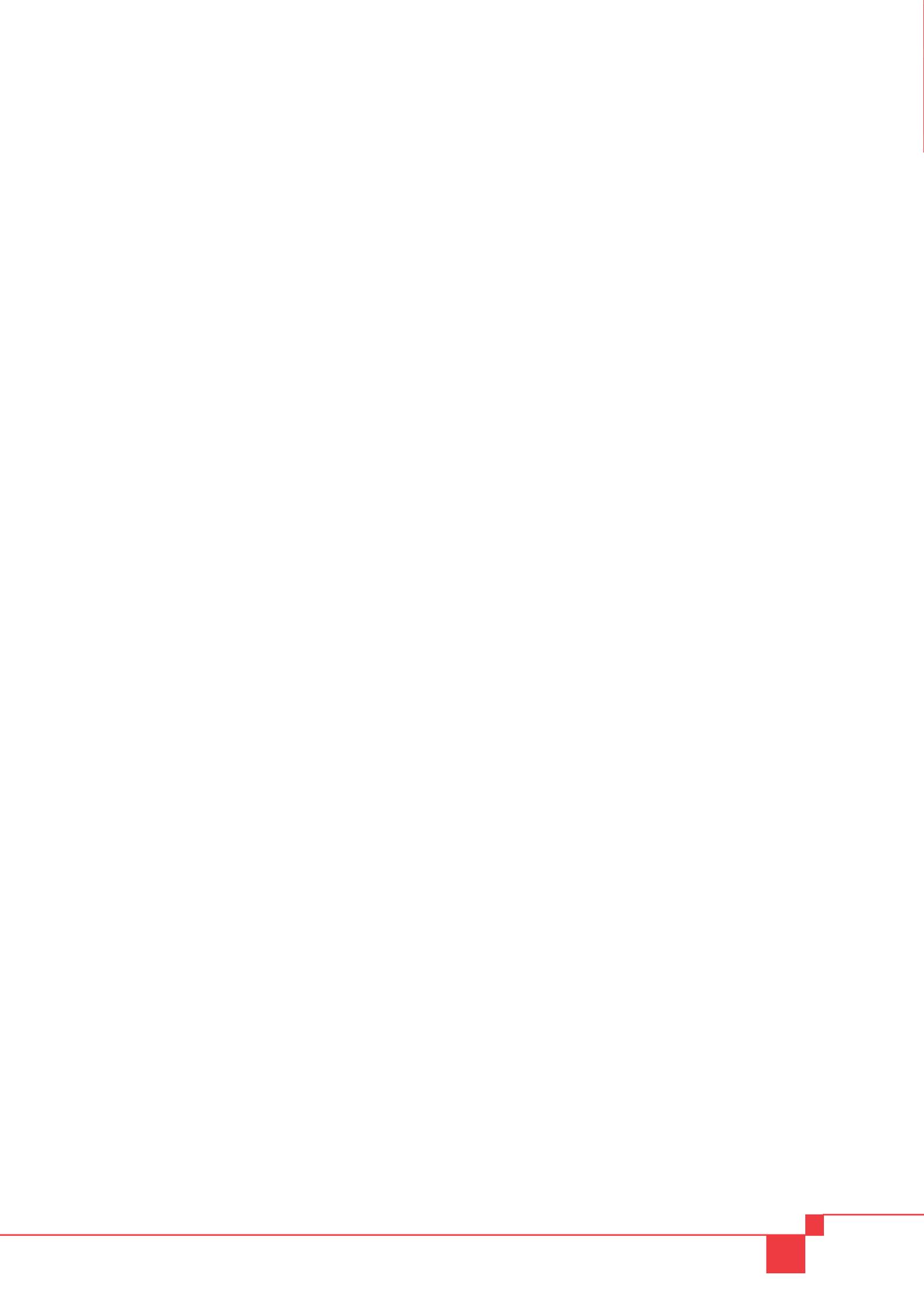


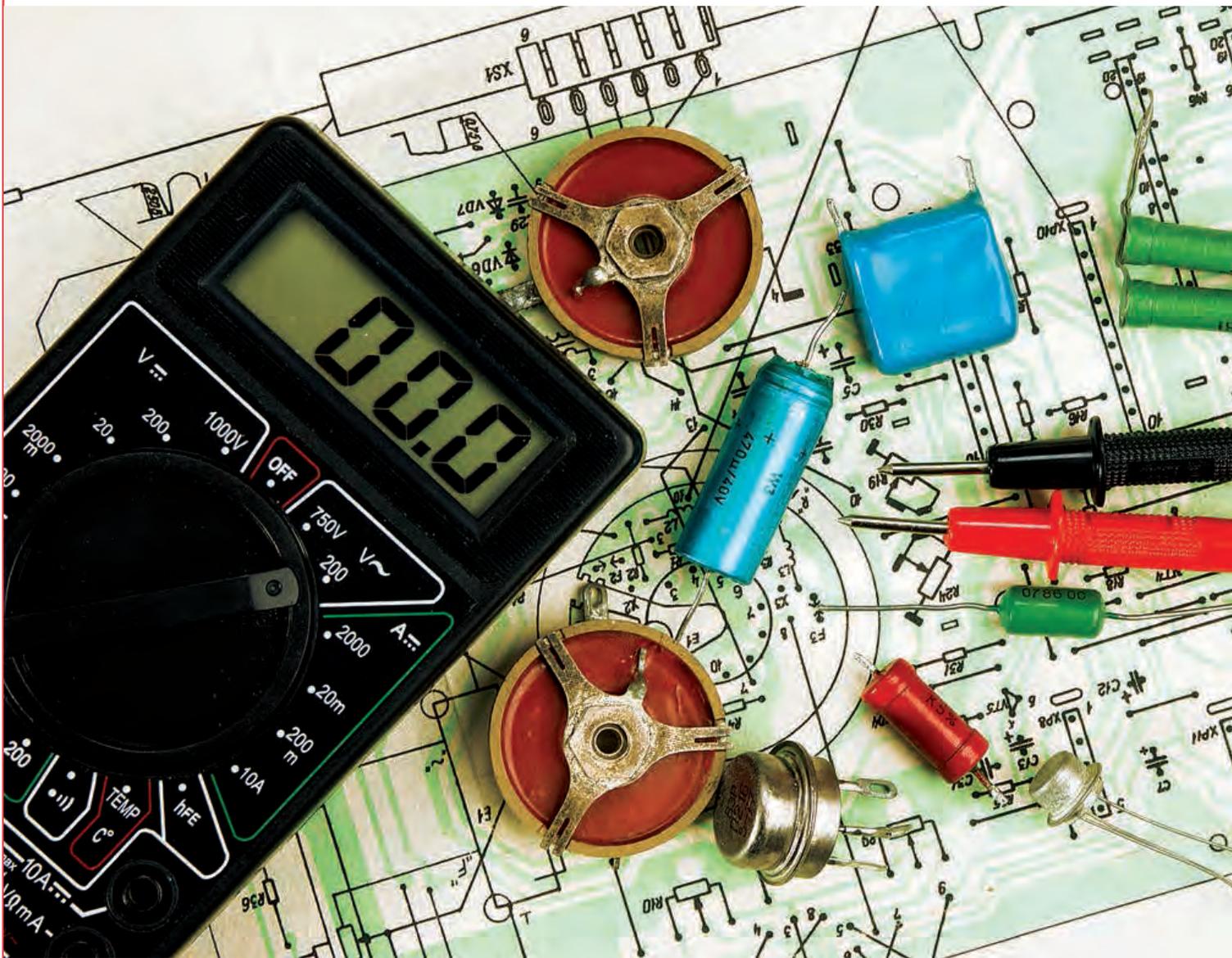
### Conexión de accesorios.



### Comprobación de la instalación correcta con el multímetro u otro instrumento y puesta de carga eléctrica.







REPRESENTACIÓN A TRAVÉS DE  
DIAGRAMAS  
Y SÍMBOLOS  
DE UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Es muy importante conocer e interpretar los diagramas, así como aprender a elaborar los diagramas y planos de una instalación eléctrica. Para esto es necesario familiarizarse con la simbología eléctrica.

En instalaciones pequeñas, como es el caso de las viviendas rurales con pocos puntos a conectar, el electricista puede elaborar sin mayor dificultad el esquema y tener la aprobación del propietario. Se debe brindar orientación técnica al poblador rural sobre la mejor ubicación de los interruptores, luminarias y tomacorrientes. Se le debe explicar las bondades de una instalación de calidad.

## Finalidad de un interruptor

Un interruptor permite conectar o desconectar una luminaria, aparato o un grupo de aparatos (por ejemplo, una luminaria) desde un solo puesto de mando. En instalaciones eléctricas, esta conexión es la más frecuente.

Representación gráfica de un interruptor en los diferentes tipos de esquemas .

**Esquema real.** Es la instalación tal y como se hará en realidad. Este tipo de representación nos ayuda a una rápida comprensión de la instalación. En el siguiente gráfico se muestran todos los componentes de un circuito eléctrico. Este tipo de representación se puede aplicar solo para los esquemas simples (por ejemplo, para esquemas básicos de instalaciones domésticas y conexiones de máquinas). **220 V 1/N.** Esta denominación indica que el circuito funciona con una fase  $L_1$  y un neutro, a una tensión de 220 V.

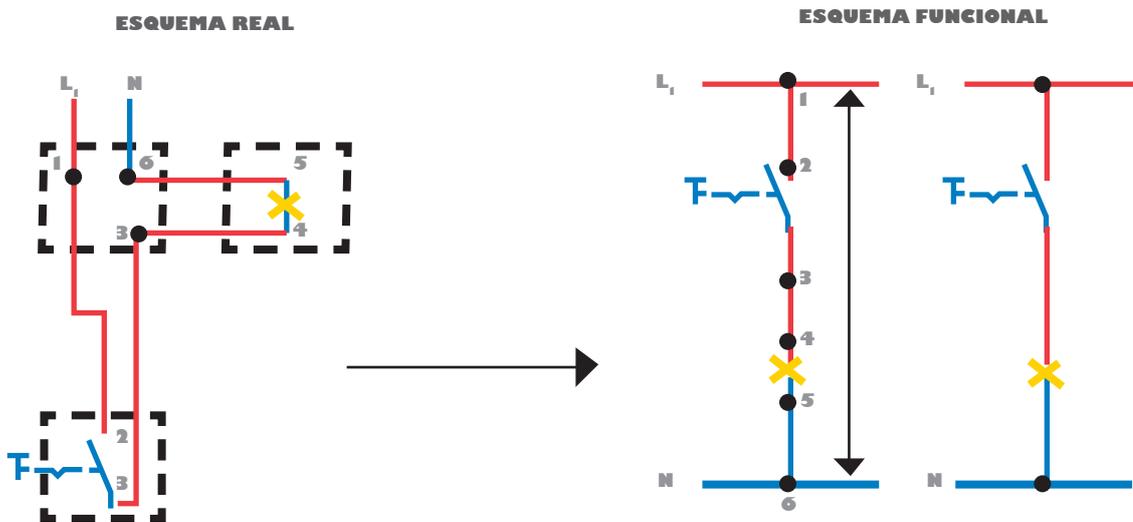


**GRÁFICO 35.** Muestra la instalación real de una luminaria con su respectivo interruptor y demás accesorios (caja octogonal y conductores).

En circuitos más complejos (casas con varias habitaciones) se aconseja usar la representación gráfica conocida como esquema funcional, en la que se muestra de forma más entendible la instalación.

**Esquema funcional.** En este tipo de gráfico se representa de la forma más simplificada posible el funcionamiento del montaje. Para realizar este esquema se deben enumerar, de forma continua, todos los puntos de unión que hay en el esquema real para que aparezcan en línea recta todos los bornes y dispositivos en sucesión. Ejemplo: De la representación de la instalación real de una luminaria realizamos el esquema funcional.

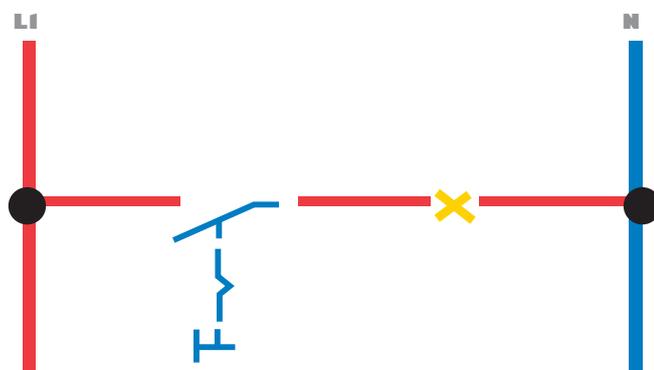
**GRÁFICO 36.** Representa el cambio del esquema real al esquema funcional, teniendo la siguiente lectura:



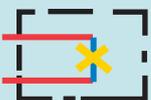
La fase  $L_1$  llega a la caja de derivación (punto de unión 1); de la caja se deriva al punto 2 del interruptor; del punto 3 del interruptor regresa a la caja de derivación y de esta al punto de unión del foco (4); y del punto de unión 5 del foco al punto de unión (6) con la línea Neutra (N).

$L_1$  conectado a un borne del interruptor, el otro borne del interruptor conectado al borne del foco y el otro borne del foco al N

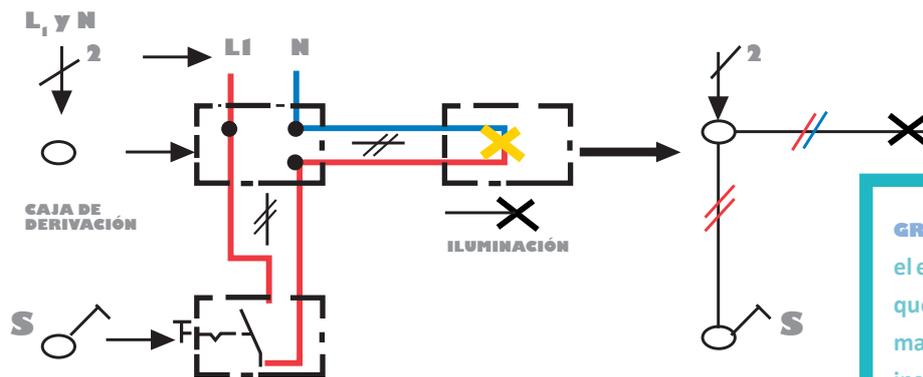
En el esquema funcional cada punto enumerado representa la unión que se realiza con sus accesorios. El recorrido entre los puntos 1 y 6 se denomina *trayectoria o sendero de corriente*. Se obtiene el esquema funcional conectando el punto 1 con la fase  $L_1$  y el punto 6 con el conductor neutro, evitando representar todos los puntos intermedios y su numeración. El esquema funcional también puede dibujarse en forma horizontal.



## SÍMBOLOS DE UN ESQUEMA REAL Y FUNCIONAL

Símbolo	Denominación	Interpretación e indicaciones para su dibujo
Los símbolos son los mismos para los esquemas real y funcional (en el esquema funcional no se consideran las carcassas)		
	Caja de derivación	<p>Significa que existen tres puntos de uniones dentro de la caja de derivación.</p>  <p>Para la elaboración de este dibujo, las líneas de la caja de derivación deben estar cerradas en las esquinas y no comenzar con punto.</p>
	Interruptor	Interruptor basculante con accionamiento manual.
	Luminaria	<p>Este símbolo significa que existen tres accesorios, una caja octogonal, un socket y un foco.</p>  <p>Hay que tener en cuenta a la hora de elaborar el dibujo que los terminales de la luminaria deben salir de la carcasa, en lo posible de forma directa. No pasar los conductores por espacios de las líneas discontinuas o por los puntos.</p>
	Luminaria	<p>Este símbolo significa que la caja octogonal tiene un punto conectado al conductor de protección (conexión a tierra).</p>  <p>Hay que tener en cuenta a la hora de elaborar el dibujo que la conexión al conductor de protección no se coloca en los espacios libres de las líneas de la carcasa. Siempre se comienza con un trazo la línea del conductor de protección.</p>
	Punto a tierra	Punto de conexión del conductor de protección.

**Esquema de instalación.** Es la forma abreviada de los dos esquemas anteriores. Se le utiliza generalmente para elaborar los planos de electrificación de domicilios o instalación de fuerzas (motores). El gráfico de instalación muestra los dispositivos a conectar (tres cajas de derivación -dos octogonales y una rectangular-, un interruptor, una lámpara de iluminación) y los conductores.

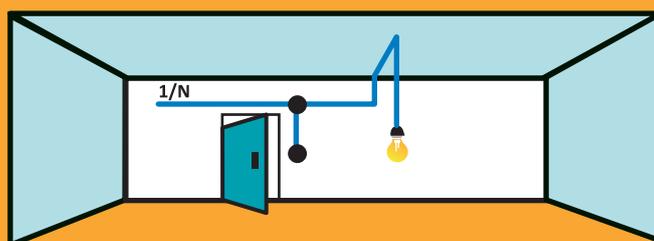


**GRÁFICO 37.** Aquí mostramos el esquema real y sus símbolos que son representados de forma abreviada en el esquema de instalación.

### SÍMBOLOS DE ESQUEMAS DE INSTALACIÓN REPRESENTADOS EN EL GRÁFICO 43

Símbolo	Denominación	Interpretación
	Caja de derivación o de empalme	-
	Cantidad de conductores	El símbolo para representar la alimentación es una flecha con el número de conductores o la especificación de la red. En caso de derivación puede colocarse una línea vertical con el número de conductores.
	Caja de derivación o de empalmes (caja octogonal) con línea de alimentación y de continuación o derivación	El esquema nos muestra que a la caja de derivación ingresan la fase y la neutra, y de ella salen dos derivaciones con dos conductores cada uno. Cantidad de conductores que está expresada en número o en líneas inclinadas.
	Luminaria	El esquema nos muestra que a la luminaria le llegan dos conductores: la línea (L <sub>1</sub> ) y la neutra (N).
	Interruptor	La línea perpendicular con dos líneas inclinadas de color rojo nos indica que por esa línea pasan dos conductores que llegan al interruptor.

En la siguiente imagen se observa la instalación eléctrica (circuito eléctrico de una luminaria) dentro de un ambiente en una vivienda. Para graficar este caso, realizar los tres tipos de esquemas: real, de funcionamiento y el de instalación.



**GRÁFICO 38.** Circuito eléctrico de un punto de iluminación dentro de un ambiente. Muestra una representación con un interruptor y una lámpara.

## Esquema real

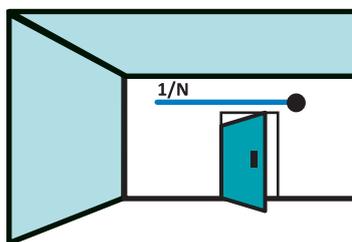
Como ya se ha mencionado, en este tipo de esquema se representan todos los accesorios del circuito eléctrico: conductores, cajas octogonales (derivación y foco) y cajas rectangulares que sujetan el interruptor. Para una mejor comprensión haremos una descripción por separado de cada componente que interviene en esta simple instalación.

Lo observado de la instalación eléctrica visible en la imagen se representa por símbolos eléctricos en el esquema real.

### Donde:

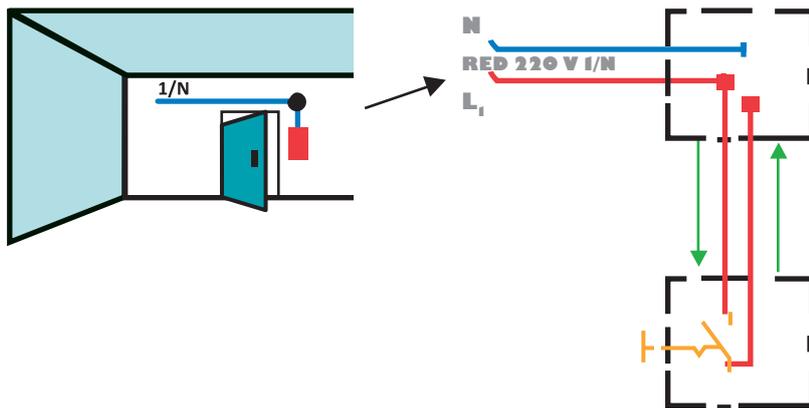
La línea celeste con la denominación 1/N, en el esquema real se representa como 2 conductores: una fase y un neutro.

**Primero.** El punto en la pared, que es una caja octogonal, se representa como un cuadrado de líneas punteadas o con forma de círculo.



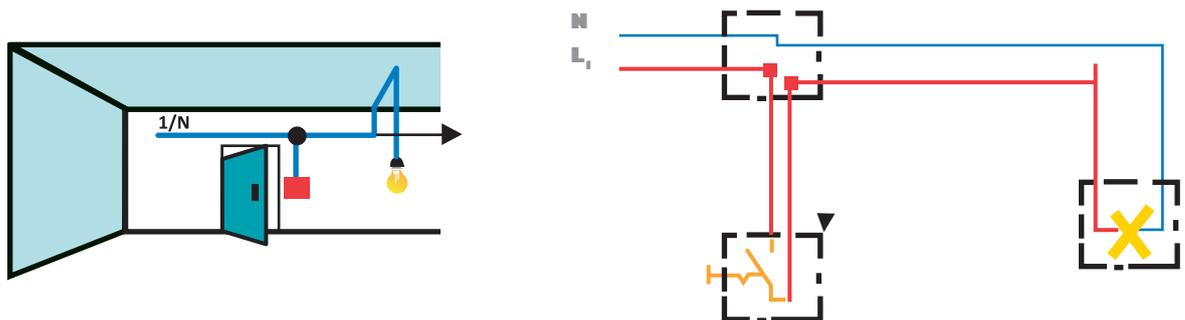
**GRÁFICO 39.** Se observa que los cables de la red van directamente a la caja de derivación.

**Segundo.** De la caja octogonal baja una línea a una caja rectangular de color rojo que se encuentra al costado de la puerta. Representándola en el esquema real se diría que la línea celeste son los 2 conductores y la caja roja es el interruptor que tiene la forma de una línea abierta y levantada.



**GRÁFICO 40.** Muestra de forma conjunta la representación de los esquemas real y funcional de dos accesorios: caja de derivación e interruptor simple.

**Tercero.** Complementando las 2 imágenes anteriores podemos observar que el círculo de color negro se une a la luminaria a través de una línea celeste. La representación de la luminaria dentro del esquema es una X.



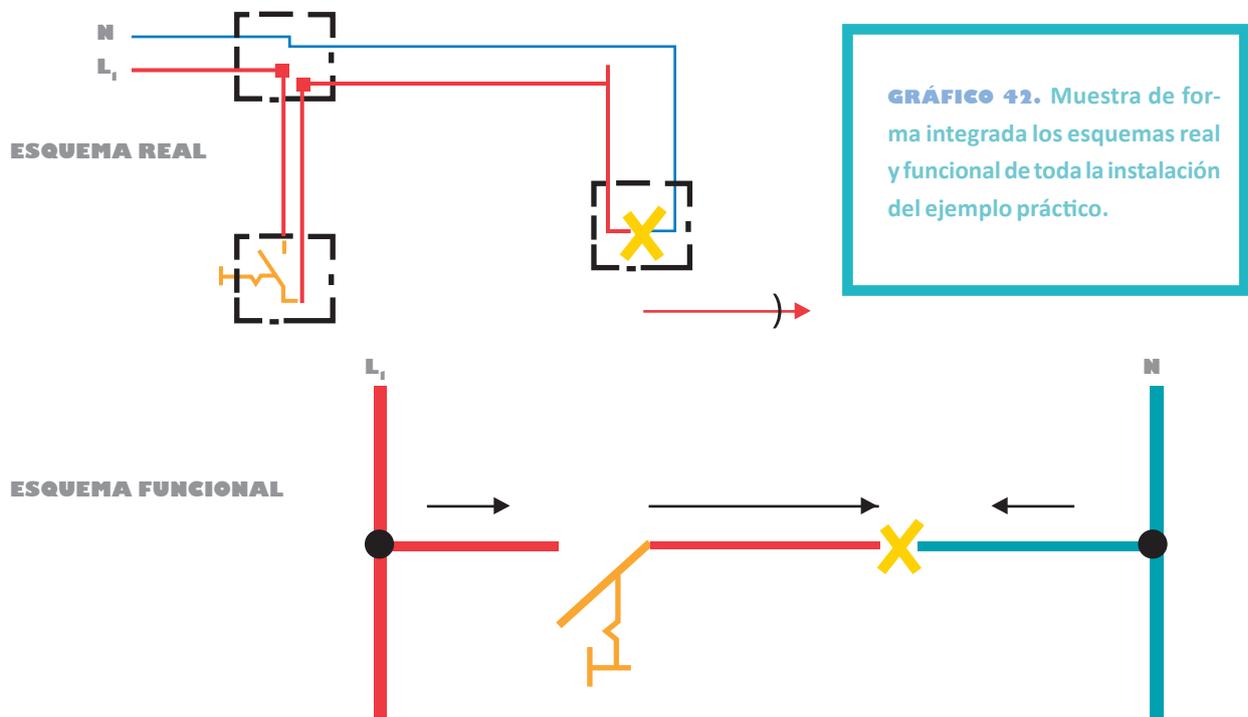
**GRÁFICO 41.** Muestra de forma integrada el esquema real y funcional.

### Conclusión:

El cable neutro pasa por la caja de derivación y de esta va directamente a un punto del foco.

La trayectoria de la fase  $L_1$  va primero a la caja de derivación y de esta continúa hasta un punto del interruptor. Del otro punto del interruptor regresa a la caja de derivación y de esta llega finalmente al otro punto del foco.

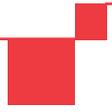
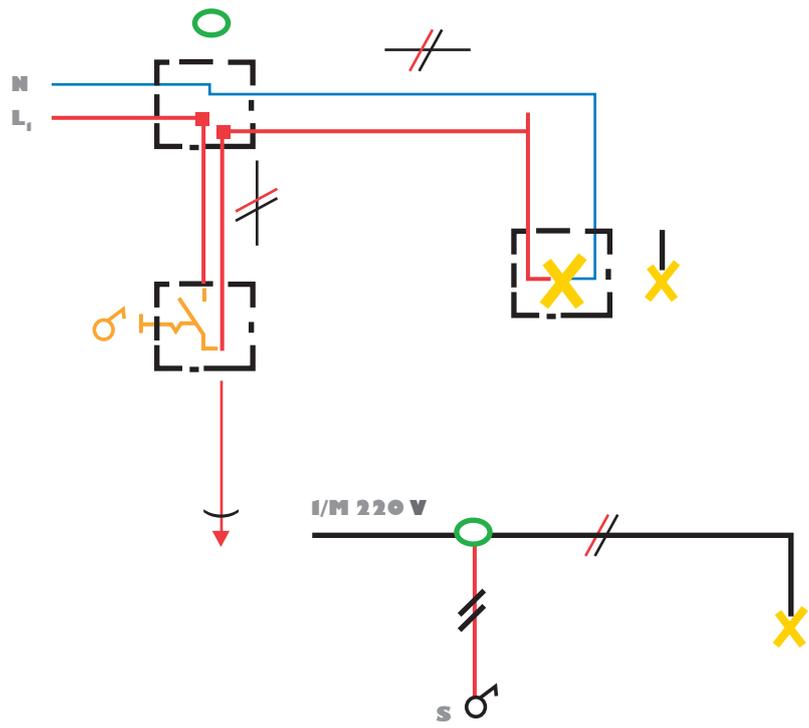
**Esquema funcional.** Del esquema real representado en el gráfico 47. podemos dibujar el esquema funcional.



**GRÁFICO 42.** Muestra de forma integrada los esquemas real y funcional de toda la instalación del ejemplo práctico.

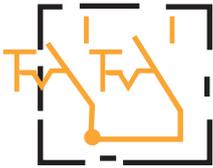
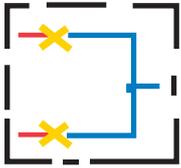
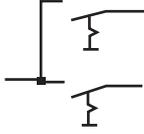
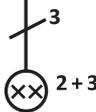
En el esquema funcional podemos interpretar que la L1 va directamente a un punto del interruptor. El otro punto del interruptor va a un punto de conexión del foco y el otro punto del foco al conductor neutro.

**Esquema real**  
Para una mayor simplificación los accesorios se representan de forma abreviada (por ejemplo, la cantidad de conductores)



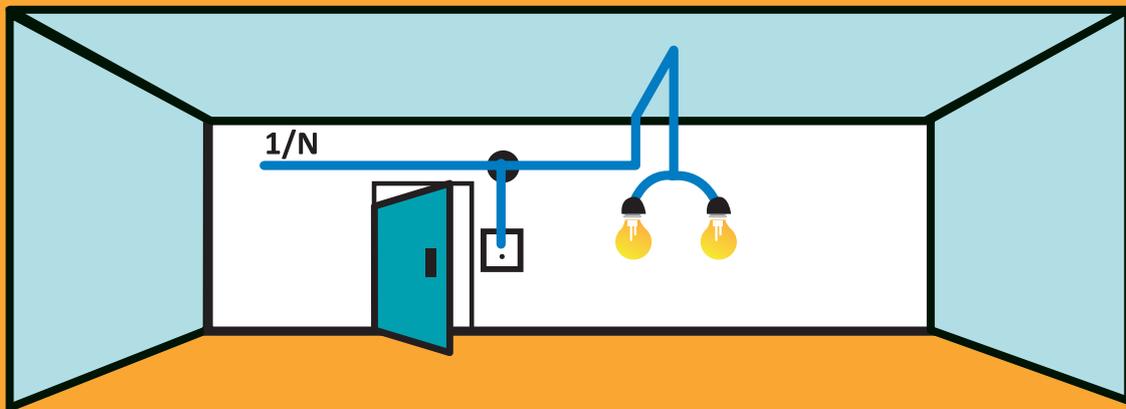
**Esquema de instalación.** Teniendo el esquema real podemos resumirlo mediante el esquema de instalación para una mejor interpretación en los planos de las instalaciones eléctricas. Se evita así dibujar cada uno de los accesorios utilizados.

**GRÁFICO 43.** Muestra el esquema real y el de instalación

Símbolo	Denominación	Interpretación
<b>Para el esquema real</b>		
	Interruptor doble con accionamiento manual (interruptor basculante)	Se puede accionar por separado cada uno de los dos contactos abiertos en reposo.  El interruptor doble tiene cuatro terminales (dos para cada interruptor). Dos se unen mediante un puente y los otros dos van conectados a los consumidores individuales (por ejemplo, los focos).
	Luminaria con dos trayectorias de corriente separadas, cada una con una lámpara	La representación indica que el neutro es común para las dos luminarias, y que la fase irá por separado mediante interruptores.
<b>Para el esquema funcional</b>		
	Interruptor doble con accionamiento manual	Están previstas las conexiones separadas para dos lámparas y la conexión común para la fase.
<b>Para el esquema de instalación</b>		
	Interruptor doble	El símbolo indica que llegan 3 conductores a un interruptor doble.
	Luminarias con dos trayectorias de corriente separadas	El símbolo señala que llegan 3 conductores para la conexión de 2 focos.  Las cifras (2 y 3) junto al símbolo indican el número de lámparas y de conductores.

# Finalidad de un interruptor doble

Un interruptor doble permite encender o apagar individualmente, desde el mismo lugar, dos puntos de luz de dos diferentes consumidores (lámparas) o grupo de consumidores, existiendo también interruptores triples.



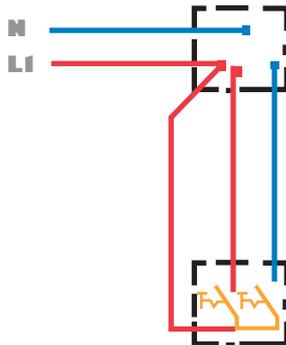
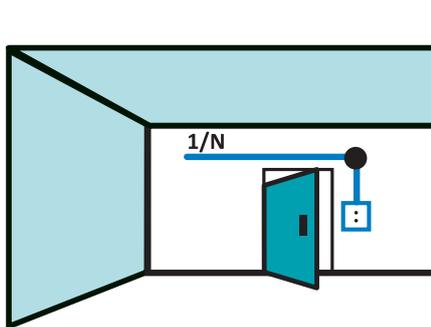
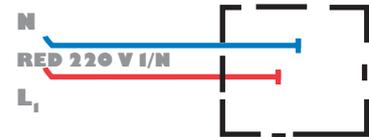
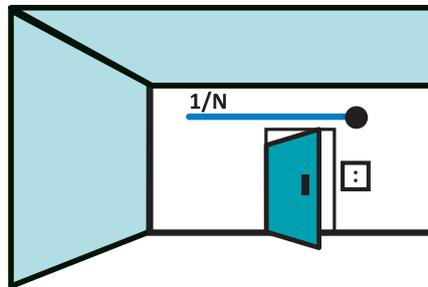
## Ejemplo de instalación de un interruptor doble

Ejemplo práctico. En la siguiente imagen se observa la instalación eléctrica de dos luminarias y un solo lugar de mando, dentro de un ambiente en una vivienda.



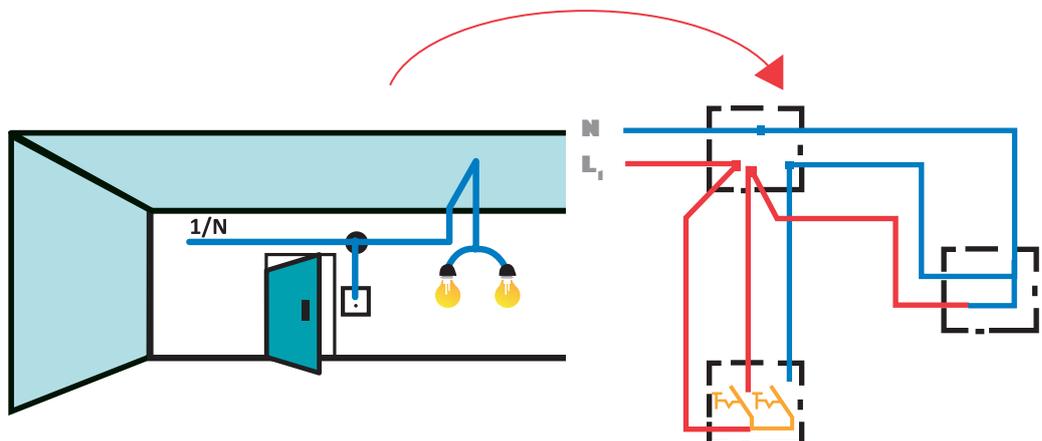
## a) Esquema real

**Paso 1.** Como se observa en el gráfico, la red (fase  $L_1$  y la neutro N) va directamente a la caja de derivación.



**Paso 2.** De la caja de derivación sale la fase  $L_1$  (conductor rojo) para ser conectado en los dos puntos de cada interruptor. Desde los otros dos puntos de los interruptores los conductores regresan a la caja de derivación (conductores rojo y azul).

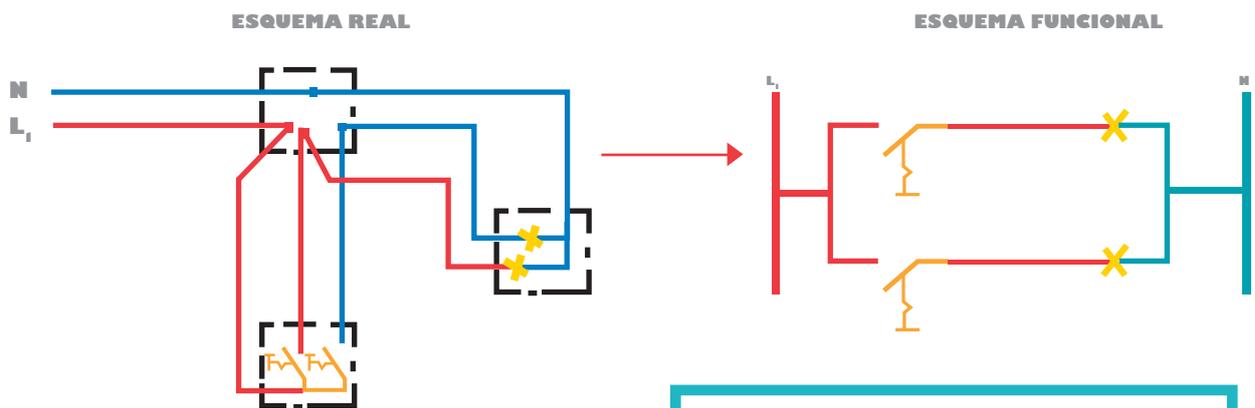
**Paso 3.** De la caja de derivación salen 3 conductores (azul, celeste y rojo), para unirse con los conectores de los focos. El neutro (celeste) es común para ambos focos.



**GRÁFICO 44.** Muestra de forma integrada el esquema real.

## b) Esquema funcional

Del esquema real representado en el gráfico 50 podemos dibujar el esquema funcional. Se puede deducir que la fase  $L_1$  va conectada a los dos puntos de cada interruptor y que los otros dos puntos de los interruptores dobles van directamente conectados a cada conector de ambos focos. El neutro es común para ambos focos (conductor celeste).

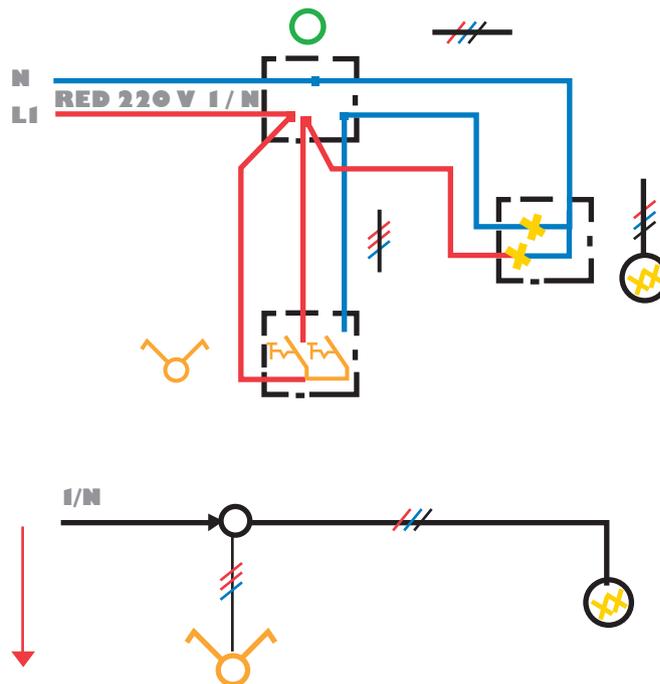


**GRÁFICO 45.** Muestra de forma integral los esquemas real y funcional.

## c) Esquema de instalación

### ESQUEMA REAL

Se reemplaza por símbolos que abrevian los accesorios utilizados (por ejemplo, la cantidad de conductores).



## Interruptores de conmutación

Se emplean para controlar una luz o un grupo de luces desde dos lugares distintos, de modo que puedan encenderse o apagarse desde cualquiera de ellos.

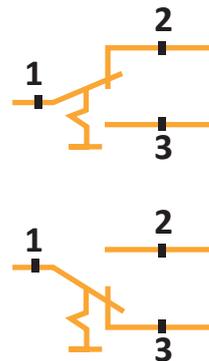
Se instalan en lugares que tienen ingreso y salida, por ejemplo, en los garajes, las escaleras, pasadizos. En el área rural se puede encender la luz en la puerta de ingreso y apagarla en el dormitorio, etc.

### Esquema de funcionamiento de un interruptor de conmutación.

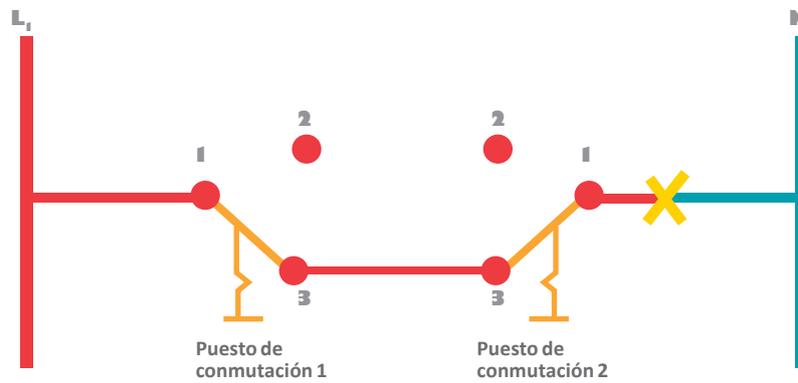
El interruptor de conmutación es un accesorio diseñado especialmente para conectar una trayectoria de arriba o de abajo (encender y apagar un foco).

Posición 1: conecta 1-2

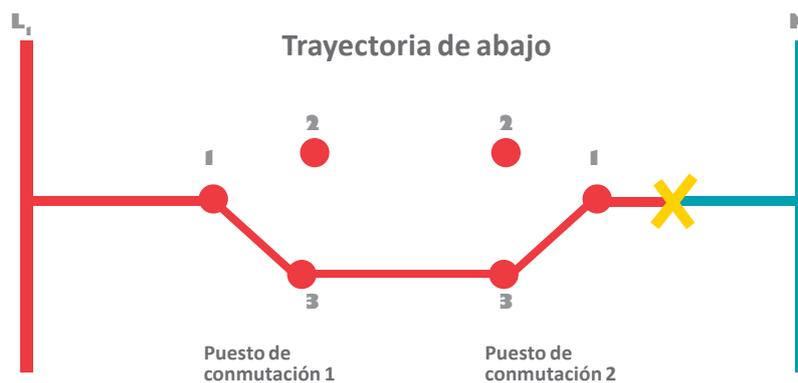
Posición 2: conecta 1-3



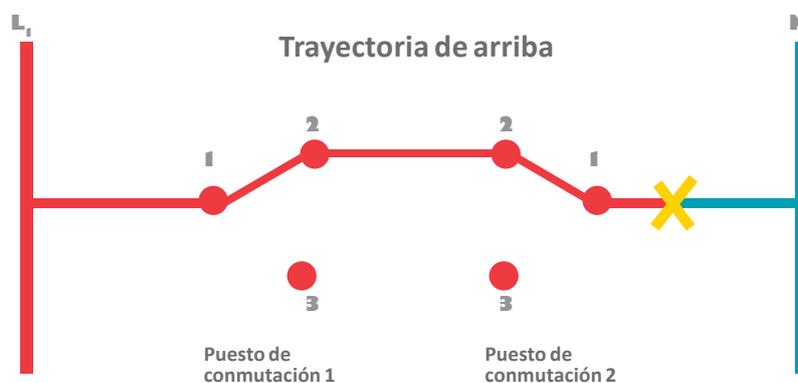
**Funcionamiento.** La lámpara se enciende siguiendo la trayectoria de arriba, donde, conectando en la posición 1 del conmutador A, tienen continuidad los bornes 1-2. En la posición 1 del conmutador B, tienen continuidad los bornes 2-1.



Pero también se pueden conectar en el puesto de conmutación 1 del conmutador A los bornes 1-3 y en el puesto de conmutación B los bornes 3-1 (trayectoria abajo).



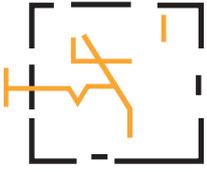
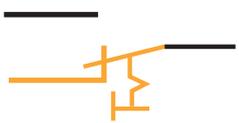
El funcionamiento de una conexión de conmutación puede entenderse muy claramente en el esquema funcional del siguiente gráfico:



**GRÁFICO 46.** Muestra el esquema funcional de un conmutador.

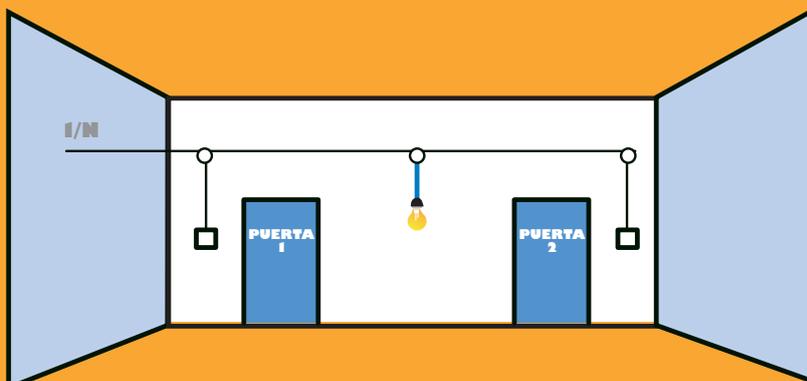


## Símbolos para interruptores de conmutación

Símbolo	Denominación	Interpretación
<b>Esquema real</b>		
	Interruptor de conmutación con accionamiento manual en caja rectangular	En el conmutador siempre están conectados dos contactos (debe haber continuidad en los bornes 1-2 o 1-3).
<b>Esquema funcional</b>		
	Conmutador de accionamiento manual	
<b>Esquema de instalación</b>		
	Conmutador	El símbolo indica que llegan tres conductores a un interruptor de conmutación.

### Ejemplo práctico con interruptor conmutador

La siguiente representación muestra el modo de instalación de un interruptor conmutador en el ambiente de una vivienda con ingreso y salida. Cada puerta cuenta con su interruptor conmutador para encender la luminaria. Para una mejor interpretación realizamos por separado cada uno de los esquemas: real, funcional y de instalación.

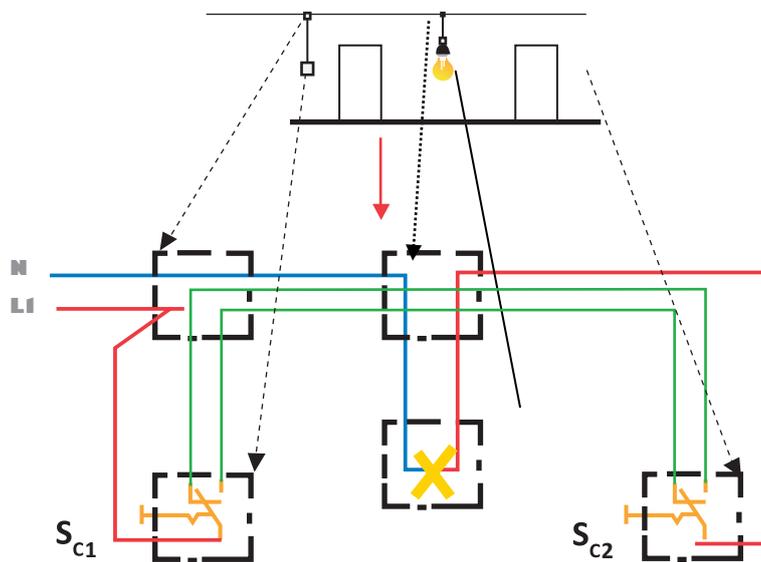


**GRÁFICO 47.** Muestra el esquema con interruptores simples conmutados para encender el foco de un ambiente.

### a) Esquema real

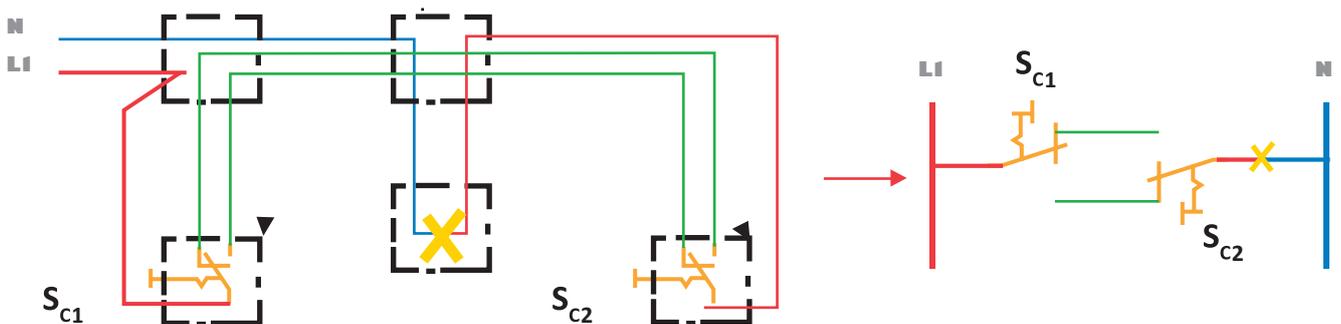
Representa el modo de instalación real que se realiza en una vivienda. Se puede apreciar la ubicación de cada accesorio (interruptores conmutadores, foco, cajas de derivación y el recorrido de los conductores). Se observa que en el ingreso de la puerta 1 hay un interruptor conmutador con el cual podemos encender la luminaria que se encuentra en el centro del ambiente, y podemos apagarla en la puerta 2. De igual forma, se puede encender la luminaria en la puerta 2 y apagarla en la puerta 1.

El esquema real es una fotografía de una instalación eléctrica en la que se muestran todos los accesorios y el recorrido de los conductores.



**GRÁFICO 48.** Muestra el esquema real. Las flechas con líneas punteadas muestran cada uno de los accesorios.

### b) Esquema funcional



Para elaborar el esquema funcional se empieza a enumerar todos los puntos de unión, comenzando desde la fase  $L_1$  hasta finalizar en el neutro N, de forma rectilínea.

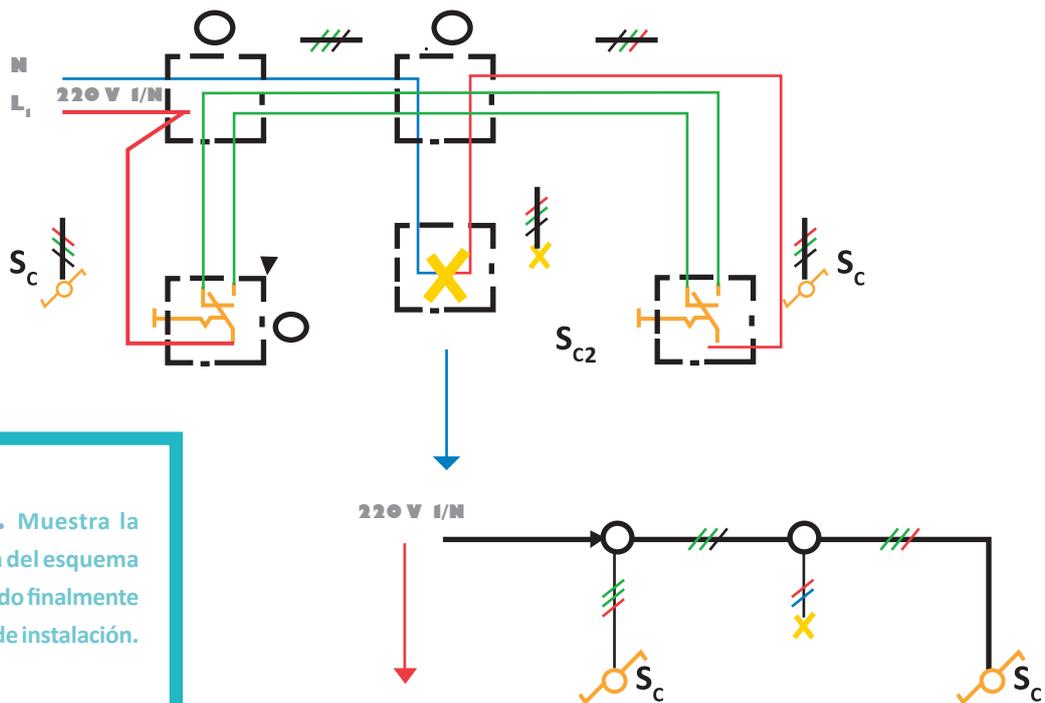


En el esquema,  $L_1$  se conecta con el punto centro de conexión del interruptor conmutador 1, los puntos extremos de este interruptor se unen con los puntos extremos del interruptor conmutador 2. El punto centro de este interruptor se une con uno de los terminales del foco, el otro terminal del foco se conecta a la línea neutra N.

**GRÁFICO 49.** El esquema real con todos sus accesorios lo representamos en un esquema funcional más simple.

### c) Esquema de instalación.

El gráfico del esquema real se resume en el gráfico de instalación.



**GRÁFICO 50.** Muestra la representación del esquema real representado finalmente en el esquema de instalación.

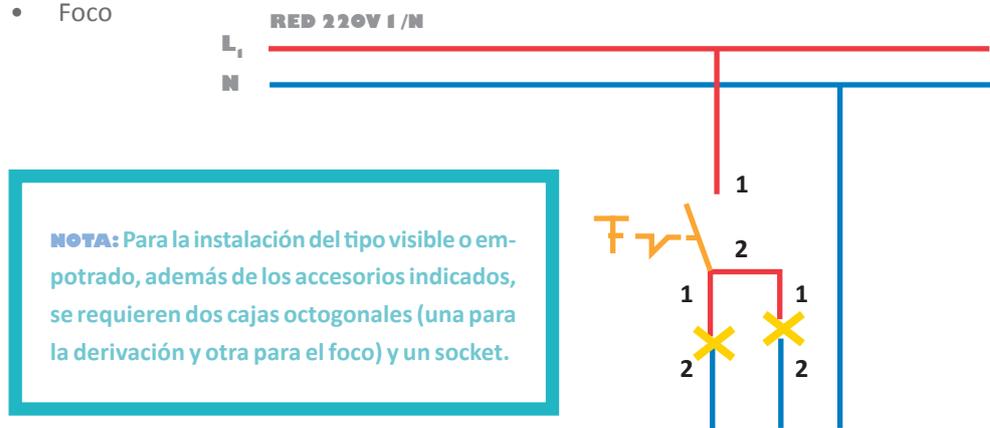
# Esquemas prácticos para la instalación de diferentes puntos de luz

## 1. Instalación de un punto de luz.

Es un circuito eléctrico que consiste en la instalación de una luminaria con su respectivo interruptor.

**Accesorios requeridos:**

- Conductor TW
- Interruptor simple
- Foco



### PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN

**Paso 1:** Identificar por qué línea iniciar, si por la fase  $L_1$  (interruptor) o por la neutra (foco).

**Paso 2:** Conectar la fase  $L_1$  al punto 1 del interruptor.

**Paso 3:** Del punto 2 del interruptor conectar al punto 1 de la luminaria.

**Paso 4:** Del punto de la luminaria conectar a la línea neutra.

## 2. Instalación de dos puntos de luz.

### Una luminaria y un tomacorriente.

**Primer punto.** Consiste en la instalación de una luminaria con su respectivo interruptor.

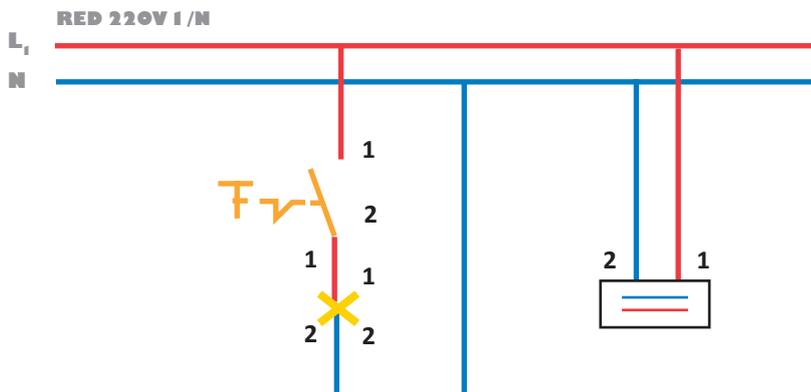
**Accesorios requeridos:**

- Conductor TW
- Interruptor simple
- Foco
- Dos cajas octogonales
- Un socket

**Segundo punto.** Consiste en la conexión de un tomacorriente para conectar cualquier artefacto.

**Accesorios requeridos:**

- Conductores
- Tomacorriente
- Caja de derivación
- Caja rectangular



### PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN

**Paso 1:** Identificar por qué línea iniciar, si por la fase  $L_1$  (interruptor) o por la neutra (foco).

**Paso 2:** Conectar la fase  $L_1$  al punto 1 del interruptor.

**Paso 3:** Del punto 2 del interruptor conectar al punto 1 de la luminaria.

**Paso 4:** Del punto de la luminaria conectar a la línea neutra.

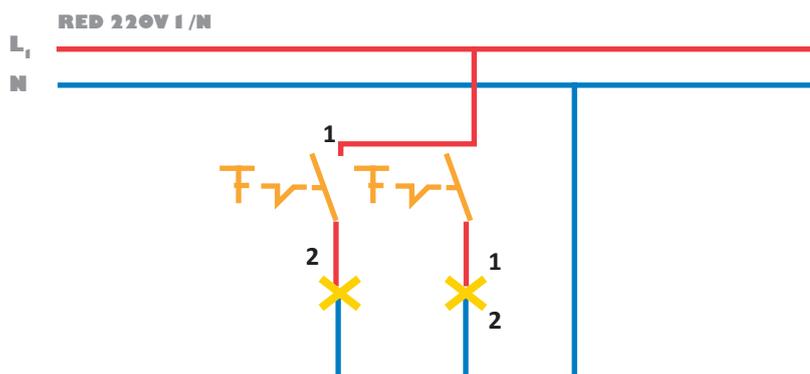
**Paso 5:** De la fase  $L_1$  empalmar con el conector 1 del tomacorriente y la línea neutra N con el conector 2 del tomacorriente.

### 3. Instalación de dos puntos de luz con un solo interruptor

Consiste en la instalación de dos luminarias controladas por un interruptor simple.

#### Accesorios requeridos:

- Alambre TW, AWG N° 14
- Una caja rectangular
- Dos luminarias
- Tres cajas octogonales
- Un interruptor simple



## PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN

**Paso 1:** La fase  $L_1$  va directamente al punto 1 del interruptor.

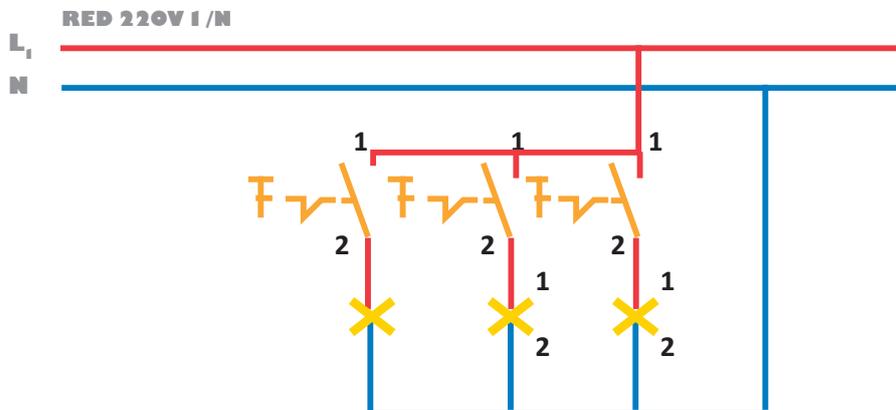
**Paso 2:** Del punto 2 del interruptor conectar a los puntos de unión de cada foco (1 y 1).

**Paso 3:** De los puntos de unión 2 y 2 de cada foco conectar al neutro N. Con un solo interruptor se encienden los dos focos

### 4. Instalación de dos puntos de luz con un interruptor doble

Accesorios requeridos:

- Alambre TW , AWG N° 14
- Dos luminarias
- Un interruptor doble
- Un caja rectangular
- Tres cajas octogonales



## PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN

**Paso 1:** La fase  $L_1$  va directamente al punto 1 de cada interruptor.

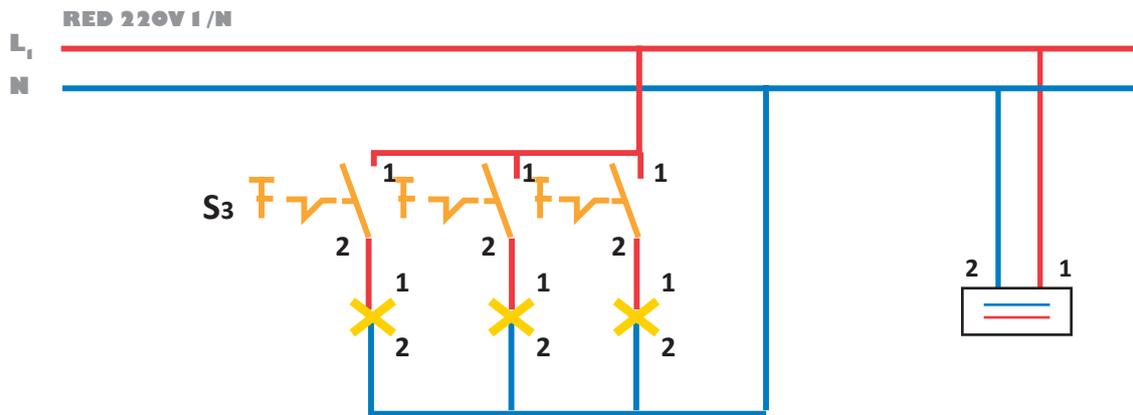
**Paso 2:** Del punto 2 de cada interruptor se conecta independientemente al punto 1 de cada foco.

**Paso 3:** Del punto 2 de cada foco se empalma con el neutro N. Los focos encienden independiente. Este tipo de instalación puede usarse en ambientes amplios.

## 5. Instalación de tres puntos de luz con un interruptor triple

Accesorios requeridos:

- Alambre TW, AWG N° 14
- Tres luminarias
- Un interruptor triple
- Una caja rectangular
- Cuatro cajas octogonales



### PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN

**Paso 1:** La fase  $L_1$  va directamente al punto 1 de cada interruptor.

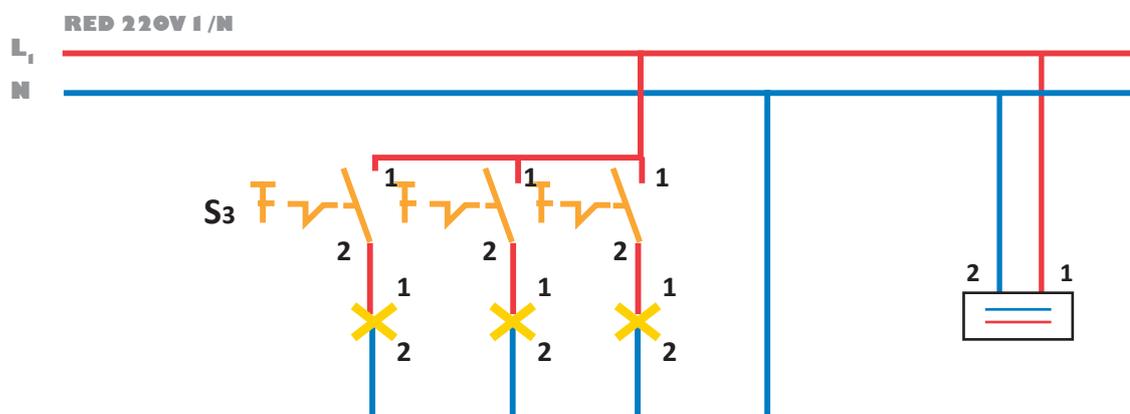
**Paso 2:** Del punto 2 de cada interruptor se conecta independientemente al punto 1 de cada foco.

**Paso 3:** Del punto 2 de cada foco se empalma al neutro  $N$ . Los focos se encienden independientemente. Este tipo de instalación puede usarse en ambientes amplios.

## 6. Instalación de tres puntos de luz con un interruptor triple y un tomacorriente.

Accesorios requeridos:

- Alambre TW, AWG N° 14
- Tres luminarias
- Un interruptor triple
- Una caja rectangular
- Cuatro cajas octogonales
- Un tomacorriente



### PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN

**Paso 1:** La fase L<sub>1</sub> va directamente a los puntos 1 de cada interruptor.

**Paso 3:** Del punto 2 de cada foco se conectan al neutro N (los focos se encienden independiente).

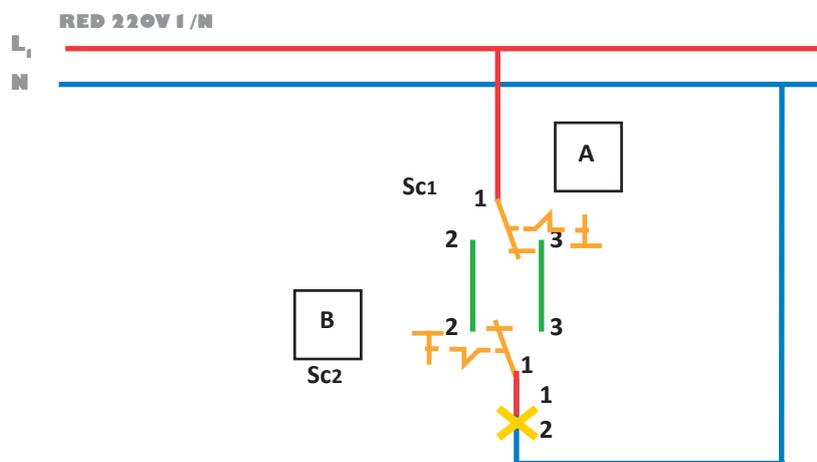
**Paso 2:** Del punto 2 de cada interruptor se conectan independientemente al punto 1 de cada foco.

**Paso 4:** Para el tomacorriente se conecta la fase L<sub>1</sub> al punto 1 del tomacorriente y el 2 se conecta directamente a la línea neutra.

## 7. Instalación de un punto de luz conmutado desde dos puntos diferentes. Este tipo de instalación se utiliza en escaleras o en ambientes que tienen ingreso y salida.

Accesorios requeridos:

- Alambre TW, AWG N° 14
- Dos interruptores de conmutación
- Una luminaria
- Dos cajas octogonales (una para la derivación y otra para el foco)
- Dos cajas rectangulares para los interruptores



### PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN

De acuerdo con el esquema identificar por qué línea iniciar, si por la fase  $L_1$  (interruptor) o por la neutra (foco), en el caso se tome como punto de inicio de la instalación la línea  $L_1$ . El procedimiento sería el siguiente:

**Paso 1:** La fase  $L_1$  va directamente al punto centro (1) del conmutador A.

**Paso 2.** Los puntos extremos (2 y 3) de este van conectados a los otros puntos extremos (2 y 3) del conmutador B.

**Paso 3:** El punto centro de este conmutador va conectado al punto 1 de la luminaria.

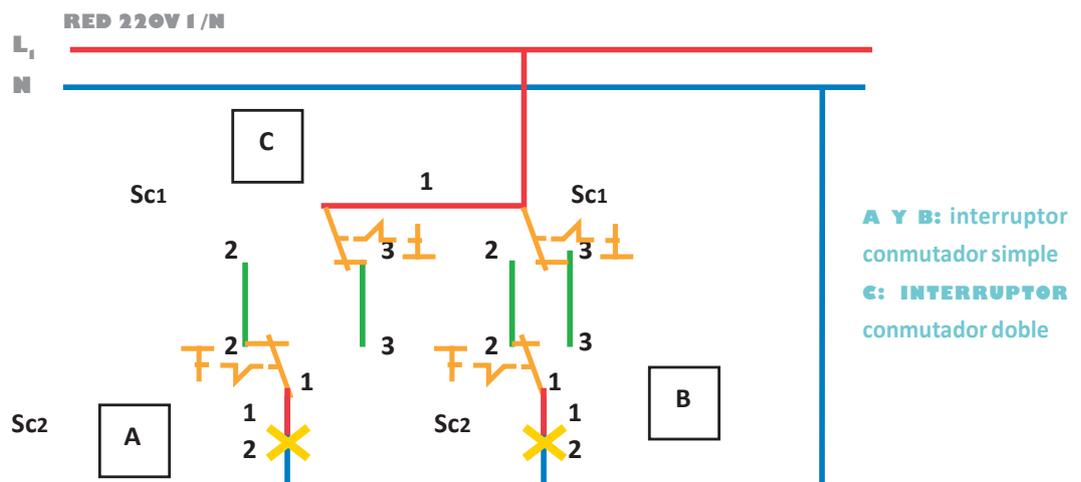
**Paso 4.** El punto 2 de la luminaria va directamente a la línea neutra.

## 8. Instalación de dos puntos de luz conmutados desde tres puntos diferentes

Este tipo de instalación se aplica mayormente en una escalera continua de primer piso a un tercer piso de una vivienda. Se enciende la luminaria en la entrada del primer piso con un interruptor conmutador simple. En el segundo piso, con un interruptor doble, se apaga la primera luminaria y se enciende la luminaria del segundo piso, la misma que es apagada desde el tercer piso con otro interruptor conmutador simple.

### Accesorios requeridos:

- Alambre TW, AWG N° 14
- Dos interruptores de conmutación simple
- Un interruptor de conmutación doble
- Dos luminarias
- Tres cajas octogonales (una para la derivación y otra para el foco)  
Confirmar si es: una para la derivación y dos para los focos
- Cuatro cajas rectangulares para los interruptores



## PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN

**Procedimiento de la instalación.** De acuerdo con el esquema, identificar por qué línea iniciar, si por la fase  $L_1$  (interruptor) o por la neutra (foco). En caso se tome como punto de inicio de la instalación la línea  $L_1$ , el procedimiento sería el siguiente:

**Paso 1:** La fase  $L_1$  va directamente al punto centro (1) de los dos interruptores de conmutador doble (C).

**Paso 2:** Los puntos extremos (2 y 3) de cada conmutador (C) se conectan independientemente a los extremos (2 y 3) de los conmutadores simples (A y B).

**Paso 3:** Los centros (1 y 1) de los conmutadores A y B se conectan independientemente a los puntos (1) de cada foco.

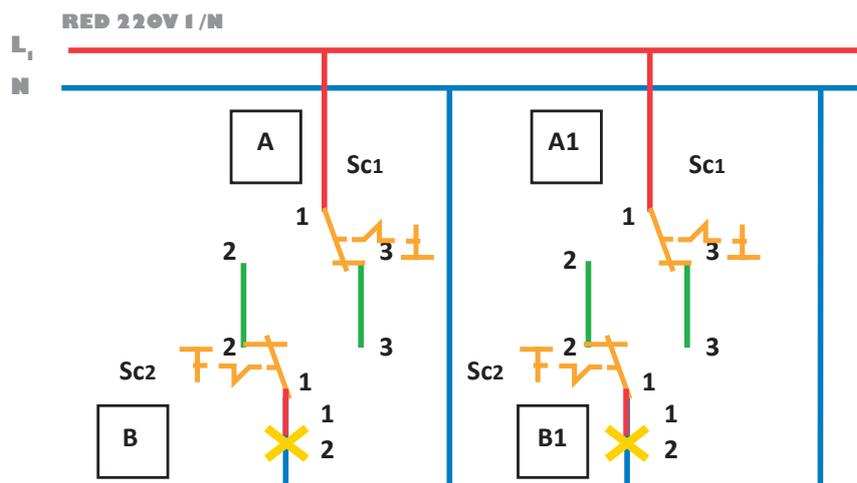
**Paso 4:** Los puntos (2) de cada foco se conectan a la línea neutra.

## 9. Instalación de dos puntos de luz conmutados desde cuatro puntos

Este tipo de instalación se utiliza para dos ambientes continuos. Un interruptor conmutador simple se coloca al ingreso de la vivienda. El segundo y el tercero se colocan en la puerta intermedia de ambos ambientes. El cuarto conmutador se instala en un lugar apropiado.

### Accesorios requeridos:

- Alambre TW, AWG N° 14
- Cuatro interruptores de conmutación
- Dos luminarias
- Tres cajas octogonales (una para la derivación y otra para el foco)  
Confirmar si es: una para la derivación y dos para los focos
- Cuatro cajas rectangulares para los interruptores



### PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN

**Procedimiento de la instalación.** De acuerdo con el esquema, identificar por qué línea iniciar, si por la fase L<sub>1</sub> (interruptor) o por la neutra (foco). En el caso se tome como punto de inicio de la instalación la línea L<sub>1</sub>, el procedimiento sería el siguiente:

**Paso 1:** La fase L<sub>1</sub> va directamente al punto centro (1) del conmutador A.

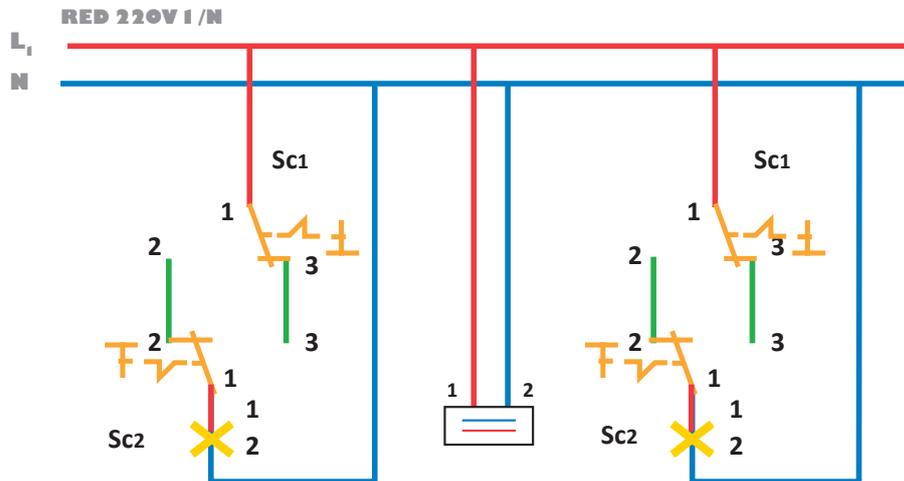
**Paso 2:** Los puntos extremos (2 y 3) de este van conectados a los otros puntos extremos (2 y 3) del conmutador B.

**Paso 3:** El punto centro de este conmutador va conectado al punto 1 de la luminaria.

**Paso 4:** El punto 2 de la luminaria va directamente a la línea neutra.

**Paso 5:** Para el siguiente punto de luz conmutado se sigue el procedimiento anteriormente descrito.

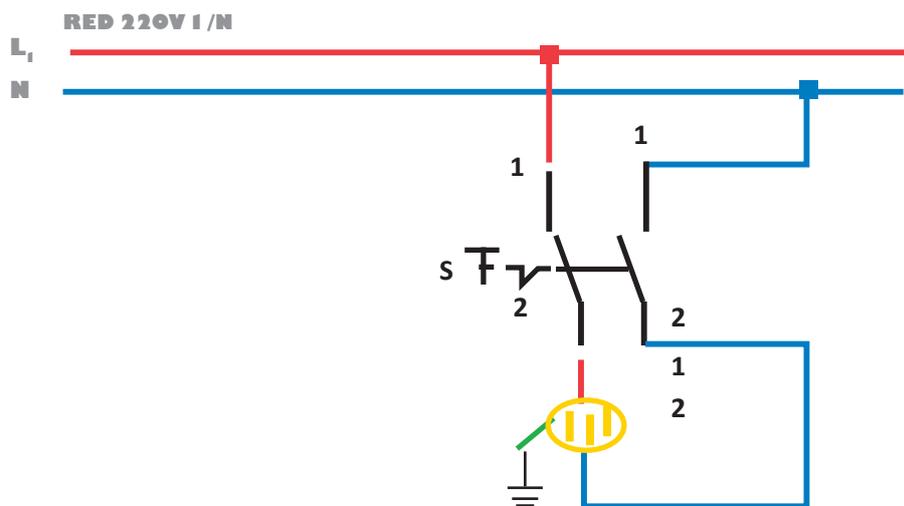
## 10. Instalación de dos puntos de luz conmutados desde cuatro puntos y un tomacorriente



### Instalación de una ducha eléctrica

Accesorios requeridos:

- Llave termomagnética de 20 A a 25 A, dependiendo de las características de la ducha eléctrica
- Alambre TW, AWG N° 12
- Ducha
- Una caja para llave termomagnética



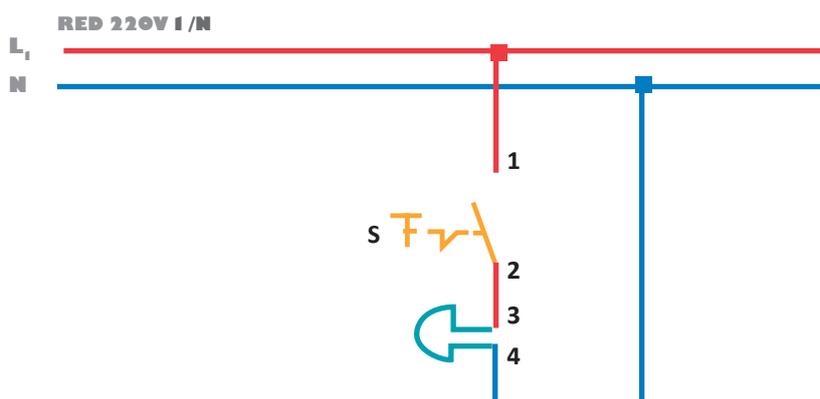
## PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN

**Paso 1:** De la llave principal se conecta directamente a la llave termomagnética que se encuentra en el ambiente de la ducha.

**Paso 2:** Esta llave va directamente conectada a la ducha eléctrica.

**Paso 3:** El punto de conexión a tierra de la ducha va directamente al punto a tierra.

### 11. Instalación de un timbre





# BIBLIOGRAFÍA

- Bratu, N. *Instalaciones eléctricas. Conceptos básicos y diseño*. México D.F.: Alfaomega, 1990.
- Enríquez, Gilberto. *El ABC de las instalaciones eléctricas residenciales*. México D.F.: Limusa, 2005.
- Ramírez, J. *Nuevos esquemas de instalaciones de viviendas*. Barcelona: CEAC, 1989.





**SOLUCIONES PRÁCTICAS**

Tecnologías desafiando la pobreza



**Soluciones Prácticas** es un organismo de cooperación técnica internacional que contribuye al desarrollo sostenible de la población de menores recursos, mediante la investigación, aplicación y diseminación de tecnologías apropiadas. Tiene oficinas en África, Asia, Europa y América Latina. La oficina regional para América Latina tiene sede en Lima, Perú y trabaja a través de sus programas de Sistemas de producción y acceso a mercados; Energía, infraestructura y servicios básicos, Prevención de desastres y gobernabilidad local y las áreas de Control de calidad, Administración y Comunicaciones.

[www.solucionespracticas.org](http://www.solucionespracticas.org)

[www.cedecap.org.pe](http://www.cedecap.org.pe)

## » MAYOR INFORMACIÓN

**Soluciones Prácticas, oficina Cajamarca**

Jr. Las Casuarinas 738, Urb El Ingenio

Teléfonos: (5176) 36 4024, 36 8759

Correo-e: [info@solucionespracticas.org.pe](mailto:info@solucionespracticas.org.pe)