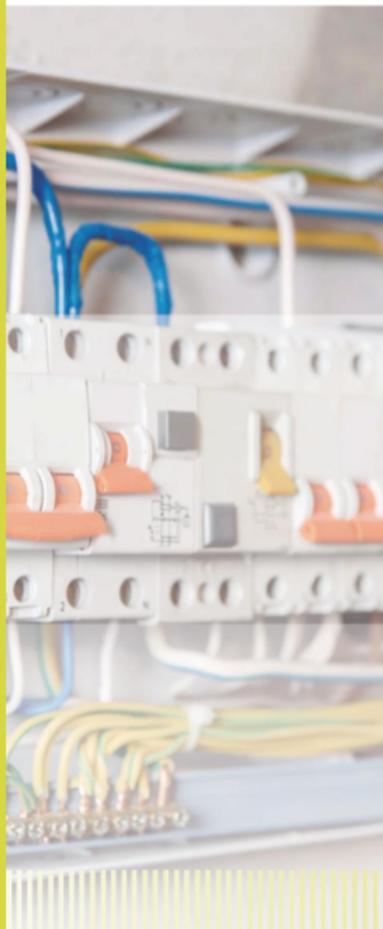


# 4 Instalaciones eléctricas en viviendas



## Vamos a aprender

1. Introducción a las instalaciones domésticas
2. El Cuadro General de Mando y Protección (CGMP)
3. Grados de electrificación y previsión de potencia
4. Características eléctricas de los circuitos en viviendas
5. Puntos de utilización
6. Instalaciones específicas en viviendas
7. Representación esquemática de las instalaciones en viviendas

### PRÁCTICA PROFESIONAL RESUELTA

Montaje eléctrico de una vivienda de grado elevado

### RETO PROFESIONAL

Diseño de una instalación eléctrica de una vivienda

## Resultados de aprendizaje

- Monta la instalación eléctrica de una vivienda con grado de electrificación básica aplicando el reglamento electrotécnico de baja tensión (REBT).
- Realiza la memoria técnica de diseño de una instalación de vivienda con grado de electrificación elevada atendiendo al REBT.
- Monta la instalación eléctrica de un local de pública concurrencia, aplicando la normativa y justificando cada elemento en su conjunto.

## 1. Introducción a las instalaciones domésticas

En los últimos años, cada vez se han ido electrificando más las viviendas, debido principalmente a la introducción y al gran uso de electrodomésticos. Esto obligó, entre otras circunstancias, a modificar en el año 2002 el antiguo reglamento de 1973. Se introdujeron nuevos grados de electrificación y mayor número de circuitos mínimos, así como la determinación del número de tomas de corriente y puntos de luz en cada una de las estancias de las viviendas, todo esto en previsión de la demanda energética de los usuarios.

Si se toma como ejemplo una cocina, que fundamentalmente es la estancia más electrificada como veremos más adelante, en ella un usuario puede utilizar cocinas eléctricas, hornos, microondas, lavadoras, lavavajillas, etc., y, si a ello le sumamos el resto de electrodomésticos, tales como aire acondicionado, calefacción eléctrica, etc., encontramos que la instalación de un hogar hoy en día debe estar electrificada en previsión de los **electrodomésticos a instalar**, por un lado, y de la **superficie total de la vivienda**, por otro lado.

El Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT) para electrificación de viviendas tendrá en cuenta principalmente la Instrucción Técnica Complementaria de instalaciones interiores en viviendas ITC-BT 25 (número de circuitos y características), así como la **Guía Técnica de aplicación BT-25**.

## 2. El Cuadro General de Mando y Protección (CGMP)

Toda instalación eléctrica en viviendas necesita un cuadro donde se ubiquen todos los dispositivos de protección, tanto de los conductores como de las personas. Este cuadro está formado por los siguientes dispositivos:

- Un Interruptor General Automático (IGA), que permite la desconexión y la protección de todos los circuitos de la instalación en la vivienda (circuitos destinados exclusivamente para alumbrado, para tomas de corriente, etc.).
- Uno o varios interruptores diferenciales, cuya misión es proteger a las personas.
- Una serie de interruptores automáticos (PIA), que permiten separar cada uno de los circuitos que posee la vivienda, protegiéndolos de forma individual.
- Un Interruptor de Control de Potencia (ICP), cuya única misión es controlar la potencia consumida, realizando el corte cuando el consumo supere la potencia contratada. Este último, en instalaciones con contadores no inteligentes, es instalado por la empresa suministradora y su calibre es determinado por la potencia que el usuario desee contratar.
- Dispositivos de protección contra sobretensiones, si fuese necesario. Por ejemplo, instalaciones en viviendas que, por su ubicación geográfica, sean susceptibles a sobretensiones producidas por rayos, o bien por maniobras o defectos en la red de distribución.
- En caso de instalaciones con sistemas domóticos, la alimentación de los circuitos de control se podrá situar aguas arriba de cualquier diferencial, siempre que esta se realice a través de una fuente de Muy Baja Tensión de Seguridad (MBTS).

## Saber más

**PIA (Pequeño Interruptor Automático):** es un interruptor automático con las mismas características que un IGA, diferenciándose en la denominación para indicar que es un dispositivo que protege un solo circuito.

### Saber más

Los contadores inteligentes instalados en viviendas, además de poder registrar datos tales como la energía consumida total e instantánea, pueden actuar como ICP, cortando el suministro en caso de sobrepasar el límite de potencia contratada por el usuario. Esta opción hace que el ICP no sea necesario para abonados con este tipo de contador.



Figura 4.1. Contador inteligente de ENDESA.



Figura 4.3. Interruptor automático bipolar 2x10A.



Figura 4.4. Interruptor diferencial bipolar 2x40A/30mA.

### Ubicación

Es importante tener en cuenta que las compañías eléctricas tienen su propia normativa sobre la ubicación de estos cuadros, que el instalador deberá conocer en el momento de ubicarlos. Por lo general, los dispositivos generales de mando y protección se situarán lo más cerca posible del punto de entrada y no podrán colocarse en dormitorios, baños, aseos, etc.

Por otro lado, se colocará una caja para ICP inmediatamente antes de los demás dispositivos, no el ICP, ya que este dispositivo es instalado en el momento de realizar el alta por la compañía distribuidora según la potencia contratada (en contadores inteligentes, la función de ICP la realiza el propio contador).

Los dispositivos individuales de mando y protección de cada uno de los circuitos, que son el origen de la instalación interior, podrán instalarse junto a la anterior caja o en cuadros separados y en otros lugares, y se recomienda que su altura esté comprendida entre 1,4 m y 2 m.

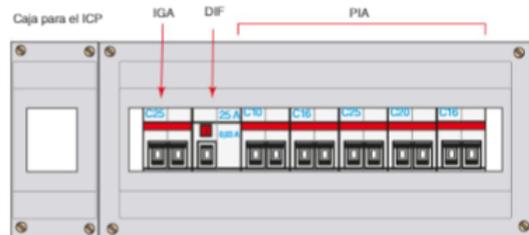


Figura 4.2. Cuadro General de Mando y Protección (CGMP).

### Características significativas de los dispositivos de mando y protección

Cuando hablamos de calibre, estamos indicando la máxima intensidad que un dispositivo puede soportar, de forma que un interruptor automático con un calibre de 10 A, por poner un ejemplo, cortará el circuito cuando la intensidad sobrepase este valor en un tiempo determinado.

Los diferenciales tienen dos características fundamentales: la primera es el **calibre**, que es la máxima intensidad que puede soportar, y segunda es la **sensibilidad**, es decir, la intensidad de defecto a tierra a la cual el dispositivo cortará el circuito o grupo de circuitos que estén conectados al diferencial. Si existe la conexión de un conductor activo con la parte metálica de un receptor, el usuario corre el riesgo de un contacto eléctrico a través de la masa metálica; ahora bien, si dicho dispositivo está conectado a tierra, el diferencial podrá detectar la corriente derivada y, si esta supera la **sensibilidad** del diferencial, podrá cortar la corriente para evitar un riesgo eléctrico antes de producirse el contacto con la masa del aparato.

En caso de que una persona entre accidentalmente en contacto con un conductor o parte activa de la instalación (**contacto directo**), el interruptor diferencial debe detectar la corriente que pasa a través del cuerpo; si esta supera el valor de la sensibilidad de disparo del diferencial, este cortará de forma automática la alimentación.

## 3. Grados de electrificación y previsión de potencia

Se establecen dos grados de electrificación que dependen del grado de utilización que se desee alcanzar. Estos grados se fijan en función del número de puntos de luz, número de tomas de corriente, superficie total de la vivienda y los electrodomésticos que se pretenden instalar en la vivienda (aire acondicionado, calefacción, secadora, etc.). Los grados de electrificación definidos son **Básico** y **Elevado**.

Toda instalación deberá llevar un Interruptor General Automático (IGA) de corte omnipolar para la protección contra sobrecargas y cortocircuitos del conjunto de la instalación.

El interruptor general es independiente del Interruptor de Control de Potencia (ICP), que instala la compañía de distribución eléctrica en función de la potencia que el usuario desee contratar. La misión de este ICP (bien realice la función el propio contador si este es inteligente, o bien la realice un dispositivo ICP instalado de forma externa) es limitar la potencia contratada. Así, si el usuario sobrepasa la potencia contratada, el dispositivo de control de potencia cortará el suministro eléctrico.

El usuario podrá contratar la potencia que estime oportuna, con independencia de la potencia instalada (marcada por el IGA), siempre que ésta sea menor o igual a la instalada.

Seguidamente, se instalarán uno o varios interruptores diferenciales (como mínimo uno por cada cinco circuitos), según se especifica claramente en la guía técnica BT-25, con una excepción que veremos más adelante.

La sensibilidad del diferencial en instalaciones de viviendas deberá ser como máximo de 30 mA y deberá estar protegido mediante interruptores automáticos, de tal forma que la corriente que pueda circular por él nunca sea superior a la intensidad o calibre del diferencial, ya que en tal caso corre el riesgo de quemarse.

### 3.1. Electrificación básica

Se define como la electrificación necesaria para dar cobertura a los requerimientos energéticos básicos; es decir, aquellas necesidades de utilización primarias.

La previsión de potencia para estas instalaciones es siempre superior a 5750 W a una tensión de 230 V, independientemente de la potencia que desee contratar el usuario.

Una instalación de grado básico debe llevar cinco circuitos, todos ellos protegidos por un interruptor automático de corte omnipolar (con corte manual), que realizará la función de protección contra sobrecargas para cada uno de ellos.

Los dispositivos de protección contra sobrecargas están provistos internamente de dos elementos: uno que efectúa el corte térmico (por calentamiento), que protegerá al circuito frente a sobrecargas, y otro elemento de tipo magnético, que actúa de forma inmediata protegiendo al circuito frente a cortocircuitos donde las intensidades son elevadas.

Si fuese necesario instalar en una vivienda algún tipo de equipo de protección contra sobretensiones, este se ubicará entre el IGA y el diferencial, de forma que dicho dispositivo se encargará de descargar a tierra las sobretensiones derivadas de una sobretensión.



Figura 4.5. Interruptor de Control de Potencia (ICP) bipolar de 20 A, siendo la potencia contratada en la instalación donde se ubique este ICP de 20 · 250 = 4 600 W.

### Saber más

Existen protectores de sobretensiones combinados que ofrecen protección contra sobretensiones transitorias (rayos) y permanentes (fallos de red) cuyo conjunto viene acoplado al IGA. Dicho bloque no solo descarga a tierra la sobretensión, sino que realiza el corte del IGA para sobretensiones peligrosas.



Figura 4.6. Protector contra sobretensiones combinado (transitorias y permanentes) con IGA.



**Circuitos de electrificación básica**

- C1: Circuito destinado a alimentar los puntos de iluminación.
- C2: Circuito destinado a tomas de corriente de uso general y frigorífico<sup>10</sup>.
- C3: Circuito destinado a alimentar la cocina y horno eléctricos.
- C4: Circuito destinado a alimentar la lavadora, lavavajillas y termo eléctrico.
- C5: Circuito destinado a alimentar las tomas de corriente de los cuartos de baño y las tomas auxiliares del cuarto de cocina.

<sup>10</sup> También el extractor de la cocina se conectará al circuito C2, como veremos en la tabla de puntos de utilización.

**Potencias y calibres**

Las potencias, calibre de IGA y calibre de los diferenciales para electrificaciones de grado básico serán las siguientes:

Potencia	Calibre del IGA	Calibre del DIF.
5750 W	25 A	25 A
7360 W	32 A	40 A

Tabla 4.1.

**Vocabulario**

Se denomina corte omnipolar a los dispositivos que cortan todos los conductores de alimentación; es decir, las fases y el neutro.

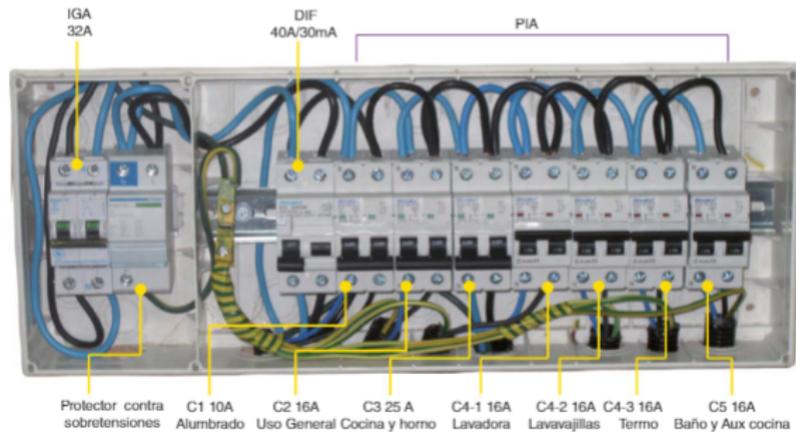


Figura 4.7. CGMP de una vivienda de grado básico de 7650 W.

Las siguientes figuras muestran dos esquemas unifilares de una vivienda de grado básico. En la figura 4.8, se representan los 5 circuitos básicos de una vivienda, donde se indican principalmente el calibre de las protecciones, la sección de los conductores y diámetro de los tubos de cada uno de los circuitos. Además, se representa el protector contra sobretensiones, cuya obligatoriedad estará en función de las prescripciones particulares de las compañías eléctricas, las características ambientales de la zona, el tipo de líneas de distribución, los riesgos eléctricos, etc.

La figura 4.9 es una variante de la anterior, en la cual el circuito C4 de lavadora, lavavajillas y termo eléctrico queda particionado en tres circuitos independientes, sin que ello suponga el paso a electrificación elevada ni la necesidad de disponer de un diferencial adicional. Este tipo de esquema puede ser de gran utilidad en instalaciones donde los electrodomésticos conectados a C4 se ubican en diferentes estancias.

Aunque no esté prevista la instalación del termo eléctrico, se instalará su toma de corriente, quedando disponible para otros usos; por ejemplo, la instalación de una caldera de gas.

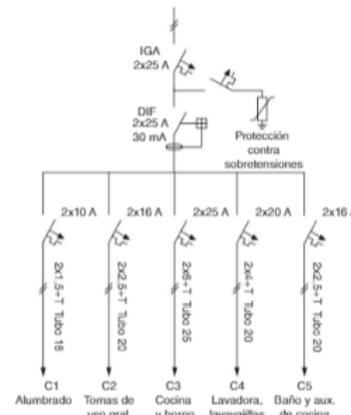


Figura 4.8. Esquema unifilar del Cuadro General de Mando y Protección (CGMP) de una vivienda de grado de electrificación básico. (Previsión de potencia: 5750 W).

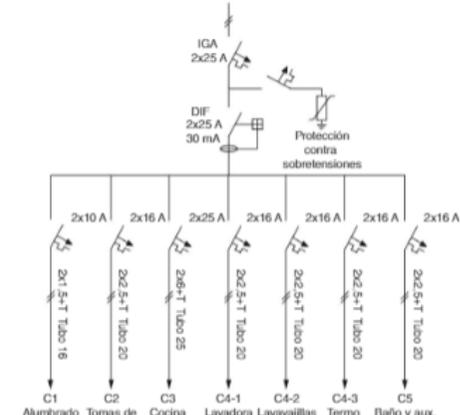


Figura 4.9. Esquema unifilar del Cuadro General de Mando y Protección (CGMP) de una vivienda de grado de electrificación básico con los circuitos de C4 particionados en 3 circuitos independientes. (Previsión de potencia: 5750 W).

Podemos comprobar que, sumando todas las intensidades de los diferentes circuitos del esquema de la figura 4.8, se obtiene un valor de 87 A; sin embargo, la máxima intensidad de la instalación es de 25 A (marcada por el IGA), pero ningún circuito supera el valor del IGA. Esto es debido a la aplicación de un factor de **simultaneidad** a cada circuito, ya que en viviendas no es previsible que todos los receptores estén funcionando a la vez y al máximo de potencia.

Los circuitos C1, C2 y C5 pueden desdoblarse, aunque no se supere el máximo de puntos de utilización establecido en la tabla 1 de la ITC BT-25. Por ejemplo, si tenemos 24 puntos de luz (< 30) en dos circuitos con 12 puntos cada uno y, por otro lado, tenemos 18 tomas de uso general (< 20) en dos circuitos con 9 tomas cada uno. En tal caso:

- Se debe mantener la sección mínima de los conductores y el calibre de los automáticos de dicho circuito.
- Se debe instalar otro diferencial, ya que el número de circuitos será mayor que 5.
- No supondrá el paso a electrificación elevada si se mantiene el IGA que corresponda a la carga inicial.

Saber más

En instalaciones domésticas, las instalaciones se realizan inicialmente bajo tubo empotrado, utilizando tubos corrugados cuyo estriado hace que estos se fijen fácilmente sobre los materiales de obra, con lo cual todos los cuadros, cajas de mecanismos y cajas de registro serán de tipo empotrado.

Sin embargo, con el fin de evitar obras, para ampliaciones se utilizan canaletas, molduras o cables fijados directamente sobre las paredes.



Figura 4.10. Tubo corrugado y canaleta.

En cuanto al diámetro de los tubos en montaje empotrado, para viviendas se utilizan normalmente tubos de diámetro exterior de 16, 20 y 25 mm.

Actividades

1. Realiza el esquema unifilar del CGMP de una vivienda de grado básico de 5 750 W con el circuito C4 particionado en 3 circuitos y con el circuito C2 desdoblado para separar dos tomas de alimentación de equipos informáticos del resto de tomas de uso general.

Ejemplo

Suponiendo que tenemos una vivienda con electrificación de grado básico de 7360 W, en la que:

- Se instalan 28 puntos de luz.
- Se requiere separar del resto de circuitos el frigorífico y congelador (que, como sabemos, pertenece al circuito C2).

Aunque el número de puntos de luz de la vivienda no supera los 30 puntos, se puede optar por desdoblado el circuito de alumbrado en dos, asignando 14 puntos a un circuito C1-a y otros 14 puntos a un circuito C1-b.

El circuito de tomas de uso general se desdoblará de forma diferente. Por un lado, uno se destina al uso exclusivo del frigorífico y congelador (circuito C2-b) y otro (C2-a), destinado al resto de tomas de uso general de la vivienda, teniendo en cuenta que para este último únicamente se podrán instalar 18 tomas, ya que 2 tomas han sido asignadas a C2-b.

La figura 4.11 representa el esquema unifilar de este cuadro general de mando y protección.

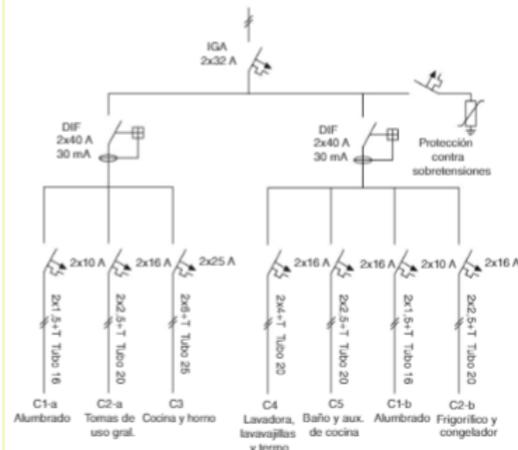


Figura 4.11. Ejemplo del esquema unifilar del Cuadro General de Mando y Protección (CGMP) de una vivienda de grado de electrificación básico con los circuitos C1 y C2 desdoblados. (Previsión de potencia: 7360 W).

3.2. Electrificación elevada

Las viviendas con una previsión de electrodomésticos importante están obligadas a instalar uno o varios circuitos adicionales. Un número y tipo de circuitos que dependerá de las características de los receptores a instalar (equipos domóticos o de seguridad, receptores de climatización, equipos de recarga de vehículos eléctricos, etc.) y del nivel de sobrecarga que puedan tener los circuitos de alumbrado, tomas de uso general, etc.

Igualmente pasará a grado elevado cuando se instale un circuito adicional no descrito en el reglamento. Los circuitos de grado de electrificación elevada, por tanto, serán los circuitos de grado básico más cualquiera de los circuitos que describiremos a continuación:

- C6: Circuito adicional de C1, por cada 30 puntos de luz.
- C7: Circuito adicional de C2, por cada 20 tomas de corriente de uso general o si la superficie útil de la vivienda supera los 160 m<sup>2</sup>.
- C8: Circuito de calefacción eléctrica, cuando exista previsión de esta.
- C9: Circuito de aire acondicionado, cuando exista previsión de este.
- C10: Circuito de instalación para una secadora independiente.
- C11: Circuito de alimentación de sistemas de automatización, gestión técnica de la energía y seguridad, cuando exista previsión de este. Realmente, los sistemas de automatización engloban lo que es la domótica, que en definitiva es un sistema también de gestión técnica de energía debido a que con un sistema de automatización se pueden controlar los sistemas de climatización para el ahorro energético y, por otra parte, dar un grado de confort a la vivienda, permitiendo el control de luminosidad, apertura y cierre de persianas y toldos, sistema de apagado y encendido de luces automático, etc.
- C12: Circuitos adicionales de cualquiera de los tipos C3 o C4, cuando se prevean, o circuito adicional de C5, cuando su número de tomas exceda de 6.
- C13: Circuito adicional para la infraestructura de recarga de vehículos eléctricos, cuando esté prevista una o más plazas o espacios para el estacionamiento de vehículos eléctricos.

En resumen, una instalación de grado elevado podrá tener, además de los circuitos básicos, tantos circuitos como se estimen necesarios. Por tanto, una instalación en la que únicamente se requiere aire acondicionado tendrá un número de circuitos de 6, siendo estos los cinco circuitos de grado básico más un circuito adicional para el aire acondicionado (C9).

Potencias y calibres

Las potencias, calibre de IGA y calibre de los diferenciales para electrificaciones de grado elevado serán las siguientes:

Potencia	Calibre del IGA	Calibre del diferencial
9 200 W	40 A	40 A
11 500 W	50 A	63 A
14 490 W	63 A	63 A

Tabla 4.2.

Recuerda

Que el diferencial no dispara cuando la intensidad que circula por él es superior a su calibre, sino que en este caso se quema.

Como puedes comprobar en la figura 4.12, si circularan 9 A por el circuito 1 y 19 A por el circuito 2, el IGA no cortaría, ni tampoco los dos automáticos conectados al diferencial; por tanto, el diferencial sufre el riesgo de quemarse.

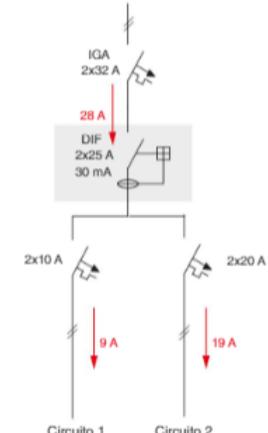


Figura 4.12. Diferencial no protegido.

Saber más

Según la Guía Técnica de Aplicación

El uso de un único diferencial para varios circuitos puede provocar la desconexión indeseada de ciertos aparatos, tales como frigoríficos, congeladores, etc. Por este motivo, es conveniente el uso de diferenciales individuales, evitando así la desconexión debido a un defecto a tierra en un circuito asociado.

Por tanto, una instalación de grado básico no tiene por qué tener un solo diferencial sino que, dependiendo de sus características, podrá tener incluso dos o más diferenciales.

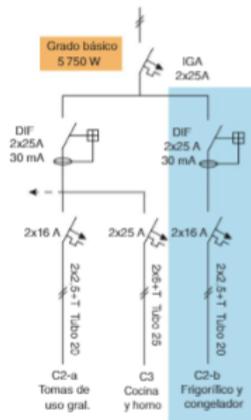


Figura 4.13. Diferencial exclusivo para un solo circuito.

En viviendas, lo normal es que un diferencial tenga asociados a él varios circuitos; por tanto, este es susceptible de ser atravesado por todas las corrientes que circulan a través de los mismos. En tal caso, la única protección del diferencial (recuerda que estos no están diseñados para soportar corrientes mayores a las que marca su calibre) es la ofrecida por el interruptor ubicado **aguas arriba** (el IGA). Como consecuencia de ello, estos deberán tener un calibre igual o mayor al interruptor general.

No obstante, existen excepciones en las que los diferenciales pueden tener calibres menores al IGA, aquellas en que estos están asociados a un solo circuito. En tal caso, la condición para determinar su calibre es la misma, pero tomando como referencia el calibre del PIA asociado a él, independientemente del interruptor general de la instalación. Esto es así debido a que la corriente a través del diferencial queda limitada por el propio interruptor automático asociado a él. Esto lo podemos ver en la figura 4.13; en este caso, al contrario que el diferencial con varios circuitos asociados a él, aunque, dado el caso, se sustituyese el IGA por otro de mayor calibre no sería necesario reemplazar el diferencial exclusivo para el circuito del frigorífico debido a que este siempre protegido por el PIA asociado.

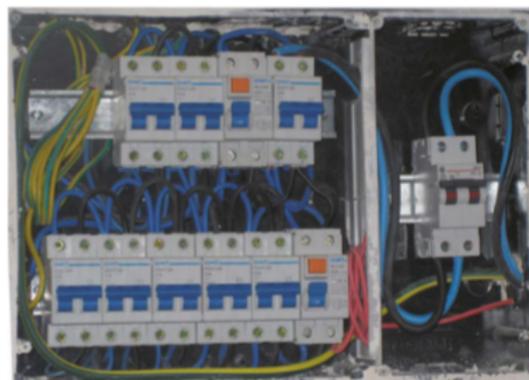


Figura 4.14. Cuadro general de mando y protección de una vivienda de grado elevado.

Esquemas unifilares

Como podemos apreciar en la figura 4.15, no existe regla de agrupación de circuitos. Lo que sí es importante es una agrupación racional de ellos; es decir, para una vivienda de grado elevado, se podría haber separado el circuito de alumbrado (C1) del circuito de tomas de uso general (C2). De esta forma, en caso de una derivación en el circuito C2, se disparará su diferencial sin afectar al circuito de alumbrado.

Hay que tener en cuenta que una electrificación de grado elevado podrá tener circuitos no preestablecidos en el reglamento; es decir, si, por ejemplo, se requiere un circuito adicional para un garaje, una piscina, etc., para determinar las protecciones, secciones de los conductores y diámetro exterior del tubo, se deberán realizar los cálculos necesarios, atendiendo a las prescripciones reglamentarias establecidas en la ITC-BT 19, 20 y 21, que veremos en temas posteriores.

El esquema al que se aludió en el párrafo anterior queda del siguiente modo:

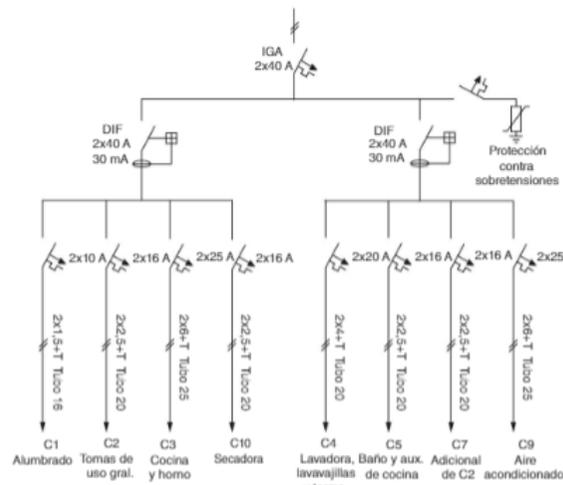


Figura 4.15. Ejemplo de un esquema unifilar del Cuadro General de Mando y Protección (CGMP) de una vivienda de grado de electrificación elevada. Se muestran los circuitos básicos más el adicional de tomas de uso general, aire acondicionado y secadora. (Previsión de potencia 9 200 W).

Actividades

- Realiza el esquema unifilar de una vivienda de grado elevado con previsión de potencia de 11,5 kW, la cual tiene 165 m<sup>2</sup>, aire acondicionado, secadora y 8 tomas de corriente para baño y cocina.
- En la siguiente tabla, identifica el grado de electrificación de la vivienda y el número de circuitos.

Descripción	Grado de electrificación	Nº de circuitos y designación
Vivienda de 120 m <sup>2</sup> con bomba de calor.		
Apartamento de 80 m <sup>2</sup> .		
Vivienda unifamiliar con aire acondicionado y sistema doméstico.		
Dúplex con aire acondicionado, secadora y alarma contra intrusión.		
Chalet de 170 m <sup>2</sup> , con 34 puntos de luz, aire acondicionado y secadora.		

- Dibuja el esquema unifilar del CGMP de un chalet de 190 m<sup>2</sup> con previsión de potencia de 14 490 W, cuyos electrodomésticos son los siguientes: aire acondicionado, calefacción eléctrica, 4 tomas destinadas a cocina y horno, secadora, 9 tomas destinadas para baños y uso general de cocina. La vivienda se diseña con previsión de instalar una estación de recarga de vehículos eléctricos.

## 4. Características eléctricas de los circuitos en viviendas

Las secciones y protecciones de cada circuito están calculadas para un número limitado de puntos de utilización y para unas longitudes máximas. De aumentarse el número de puntos, será necesaria la instalación de circuitos adicionales. De aumentarse la longitud por encima de los valores reflejados en la tabla B (Guía-BT-25), será necesario recalcular las secciones y protecciones del circuito correspondiente.

Circuito de utilización	Potencia prevista por toma (W)	Factor simultaneidad Fs	Factor utilización Fu	Tipo de toma <sup>(1)</sup>	Interruptor automático (A)	Máx. nº de puntos de utilización o tomas por circuito	Conductores sección mín. (mm <sup>2</sup> ) <sup>(2)</sup>	Diámetro (mm) <sup>(3)</sup> de tubos o conducto
C1 Iluminación	200	0,75	0,5	Punto de Luz <sup>(4)</sup>	10	30	1,5	16
C2 Tomas de uso gral.	3450	0,2	0,25	Base 16 A 2p+T	16	20	2,5	20
C3 Cocina y horno	5400	0,5	0,75	Base 25 A 2p+T	25	2	6	25
C4 Lavadora, lavavajillas y termo eléctrico	3450	0,66	0,75	Base 16 A 2p+T Combinadas con fusibles o interruptores automáticos de 16A <sup>(5)</sup>	20	3	4 <sup>(6)</sup>	20
C5 Baño y cuarto de cocina	3450	0,4	0,5	Base 16 A 2p+T	16	6	2,5	20
C8 Calefacción	<sup>(7)</sup>	—	—	—	25	—	6	25
C9 Aire acondicionado	<sup>(8)</sup>	—	—	—	25	—	6	25
C10 Secadora	3450	1	0,75	Base 16 A 2p+T	16	1	2,5	20
C11 Automatización	<sup>(9)</sup>	—	—	—	10	—	1,5	16
C15 Recarga VE	<sup>(10)</sup>	1	1	<sup>(10)</sup>	<sup>(10)</sup>	3	2,5	20

<sup>(1)</sup> La tensión considerada es 230 V entre fase y neutro.

<sup>(2)</sup> La potencia máxima permisible por circuito será de 5750 W.

<sup>(3)</sup> Diámetros externos según la ITC-BT 19.

<sup>(4)</sup> La potencia máxima permisible por circuito será de 2300 W.

<sup>(5)</sup> Este valor corresponde a una instalación de dos conductores y tierra con aislamiento de PVC bajo tubo empotrado en obra, según tabla 1 de ITC-BT 19. Otras secciones pueden ser requeridas para otros tipos de cable o condiciones de la instalación.

<sup>(6)</sup> En este circuito exclusivamente, cada toma individual puede conectarse mediante conductor de sección de 2,5 mm<sup>2</sup> que parta de una caja de derivación del circuito de 4 mm<sup>2</sup>.

<sup>(7)</sup> Las bases de la toma de corriente de 16 A 2p+T serán fijas del tipo indicado en la figura c2a y las de 25 A 2p+T serán de tipo indicado en la figura ESB 25-5a, ambas de la norma UNE 20315.

<sup>(8)</sup> Los fusibles o interruptores automáticos no son necesarios si se dispone de circuitos independientes para cada aparato, con interruptor automático de 16 A en cada circuito. El desdoblamiento del circuito con este fin no supondrá el paso a electrificación elevada ni la necesidad de disponer de un diferencial adicional.

<sup>(9)</sup> El punto de luz incluirá conductor de protección.

<sup>(10)</sup> La potencia por toma, los tipos de bases de corriente y la intensidad asignada del interruptor automático para el circuito C15 se establecerá en la ITC-BT-52.

Tabla 4.3. Características eléctricas de los circuitos en viviendas (tabla 1 ITC-BT 25).

En la tabla 4.3 (tabla 1 de la ITC-BT 25), se determinan las características eléctricas de los circuitos a instalar en instalaciones domésticas. Su interpretación es la siguiente:

- **Circuito de utilización:** refleja los circuitos reglamentados a los cuales se debe aplicar las características que describiremos a continuación.
- **Potencia prevista por toma:** refleja la máxima potencia que se asigna a cada toma para el cálculo de la potencia del conjunto de la instalación.
- **Factor de simultaneidad (Fs):** en una vivienda, no todos los puntos de utilización de un circuito van a estar conectados al mismo tiempo. Por tanto, para el cálculo, el reglamento estima en esta tabla un factor de simultaneidad para cada circuito.

Para el circuito de alumbrado, se estima un 0,75, lo que indica que podrán estar encendidos a la vez y haciendo uso de toda la potencia destinada a cada uno de ellos el 75 % de los puntos de luz de la vivienda.

Para otros circuitos, como aire acondicionado, calefacción y automatización, no tiene sentido este factor de simultaneidad, ya que se prevé que estos circuitos puedan estar funcionando a su máxima potencia durante todo el tiempo que estén conectados.

- **Factor de utilización (Fu):** ya que no es previsible que todos los puntos hagan uso de toda la potencia destinada a cada circuito, se establece este factor, que refleja el porcentaje de uso de un punto de utilización.

Por ejemplo, para las tomas de uso general, se estiman 3450 W por toma; sin embargo, una toma puede estar haciendo un uso menor del total asignado al circuito. Supongamos un taladro de 850 W conectado en un momento determinado a una toma de uso general; esto supone una utilización del 24,6 % (0,24). El reglamento estima un 25 % (0,25) de factor de utilización para este circuito.

- **Tipo de toma:** nos indica, en el caso de circuitos de fuerza (todos los que no sean de alumbrado), el tipo de base. Las bases de enchufe serán de dos polos, 16 A con toma de tierra (16 A 2p + T), y para la cocina de 2 polos 25 A con toma de tierra (25 A 2p + T).

El circuito de alumbrado deberá incluir siempre un conductor de tierra y todos los plafones, luminarias, etc., de alumbrado que lo necesiten deberán conectarse al conductor de tierra.

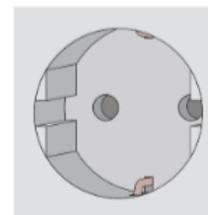


Figura 4.16. Representación de la figura C2a de la norma UNE 20315.

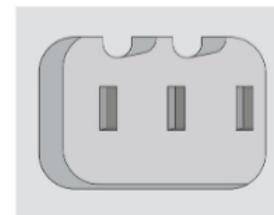


Figura 4.17. Representación de la figura ESB-25-5a de la norma UNE 20315.

- **Interruptor automático:** indica el calibre en amperios del automático que protege el circuito.

### Saber más

#### Según la Guía Técnica

Si vemos el punto 7 de la tabla 4.3 (tabla 1 de la ITC-BT 25), veremos que para las tomas de corriente de 16 A 2p+T y las tomas de 25 A 2p+T se nos remite a la norma UNE 20315, donde se encuentran las figuras de ambas tomas (figura C2a y figura ESB 25-5a). En la guía técnica, nos aclara cuáles son esas figuras:

Para la toma de 16 A 2p+T: una base bipolar con contacto lateral de tierra 10A/16A 250 V (típicamente denominada schuko).

Para la toma de 25 A 2p+T: una base bipolar con contacto de tierra 25 A 250 V (base de 25 A para cocina).

Saber más

Según especifica la ITC-BT 19 en su apartado 2.11, las conexiones deberán realizarse en cajas de derivación; no obstante, la ITC-BT 26, en su apartado 6.3, permite la excepción de realizar en viviendas las conexiones en paralelo de tomas de corriente cuando estas se ubican juntas y disponen de bornes de conexión previstos para la conexión de varios conductores.

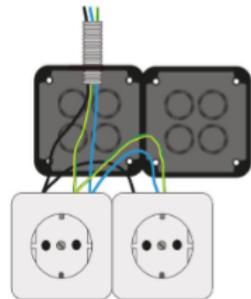


Figura 4.18. Bases de corriente en paralelo en cajas enlazadas.

- **Máximo número de puntos de utilización o tomas por circuito:** este número indicado en la tabla no puede ser sobrepasado; en caso de que se necesiten más tomas, por exigencias singulares de la instalación deberá realizarse un circuito adicional.

Si el número de tomas de alumbrado sobrepasa los 30 puntos de luz, deberá crearse un circuito adicional que, como sabemos, es C6. Si, en este caso, una vivienda está clasificada como de grado básico pasará a grado elevado; simplemente tendría un circuito más.

- **Mínima sección de conductores:** serán de cobre y su sección será como mínimo la indicada en la tabla, y además estará condicionada a que la caída de tensión sea como máximo el 3%.

A partir de una determinada longitud, se deberá aumentar la sección. La tabla B de la Guía-BT-25 especifica las longitudes máximas de los conductores en función del dispositivo de protección. Consultando esta tabla, un circuito de alumbrado con conductores de 1,5 mm<sup>2</sup> y protección de 10 A podrá tener una longitud máxima de 27 m.

- **Diámetro del tubo:** nos indica el diámetro exterior que deben tener los tubos en mm para cada uno de los circuitos.

Ejemplo

Supongamos que en toda la vivienda hay 30 puntos de luz y asignamos, según el REBT, 200 W de potencia por punto, con una simultaneidad del 75 % (0,75), un factor de utilización de dichos puntos del 50 % (0,5). ¿Cuál será la potencia de alumbrado?

Solución:

La potencia de alumbrado total será de:

$$\text{Potencia} = 30 \text{ puntos} \cdot 200 \text{ W/punto} \cdot 0,75 \cdot 0,5 = 2250 \text{ W}$$

Ahora bien:

$$I = \frac{2250}{230} = 9,78 \text{ A}$$

Como podemos observar, el calibre del automático para alumbrado es ligeramente superior. Este es uno de los motivos por el cual se estima que los circuitos de alumbrado deberán tener un máximo de 30 puntos de luz.

Supongamos que el número de puntos de luz es ahora de 34.

Solución:

En tal caso:

$$\text{Potencia} = 34 \text{ puntos} \cdot 200 \text{ W/punto} \cdot 0,75 \cdot 0,5 = 2550 \text{ W}$$

Siendo la intensidad de:

$$I = \frac{2550}{230} = 11,08 \text{ A}$$

En este caso, estamos superando el calibre del automático (10 A). Con esto, podemos deducir el motivo por el cual no se deben instalar más de 30 puntos de luz en un solo circuito de alumbrado, de forma que si sobrepasa este límite se deberá crear un circuito adicional de alumbrado (C6).

Básicamente, el REBT es un reglamento de mínimos; es decir, si únicamente tuviésemos 12 puntos de luz, la potencia sería de 900 W y la intensidad de 3,9 A; sin embargo, a pesar de esta baja intensidad, en este caso el calibre y la sección para alumbrado seguirá siendo como mínimo de 10 A y de 1,5 mm<sup>2</sup> respectivamente.

5. Puntos de utilización

La siguiente tabla muestra los puntos de utilización mínimos que se instalarán en cada estancia de la vivienda.

Estancia	Círculo	Mecanismo	Nº mín.	Superficie/longitud
Acceso	C1	Pulsador timbre	1	—
	C1	Punto de luz. Interruptor 10 A	1	—
Vestibulo	C2	Base 16 A 2p+T	1	—
	C1	Punto de luz. Interruptor 10 A	1	Hasta 10 m <sup>2</sup> (dos si S > 10 m <sup>2</sup> ). Un interruptor por cada punto de luz
Sala de estar o salón	C2	Base 16 A 2p+T	3 <sup>1)</sup>	Una por cada 6 m <sup>2</sup> , redondeando al entero superior
	C8	Toma de calefacción	1	Hasta 10 m <sup>2</sup> (dos si S > 10 m <sup>2</sup> )
	C9	Toma de aire acondicionado	1	Hasta 10 m <sup>2</sup> (dos si S > 10 m <sup>2</sup> )
Dormitorios	C1	Punto de luz. Interruptor 10 A	1	Hasta 10 m <sup>2</sup> (dos si S > 10 m <sup>2</sup> ). Un interruptor por cada punto de luz.
	C2	Base 16 A 2p+T	3 <sup>1)</sup>	Una por cada 6 m <sup>2</sup> , redondeando al entero superior
	C8	Toma de calefacción	1	—
Baños	C9	Toma de aire acondicionado	1	—
	C1	Punto de luz. Interruptor 10 A	1	—
	C5	Base 16 A 2p+T	1	—
Pasillos o distribuidores	C8	Toma de calefacción	1	—
	C1	Punto de luz. Interruptor/ conmutador 10 A	1	Uno cada 5 m de longitud uno en cada acceso
Cocina	C2	Base 16 A 2p+T	1	Hasta 5 m (dos si L > 5 m)
	C8	Toma de calefacción	1	—
	C1	Punto de luz. Interruptor 10 A	1	Hasta 10 m <sup>2</sup> (dos si S > 10 m <sup>2</sup> ). Un interruptor por cada punto de luz.
	C2	Base 16 A 2p+T	2	Extractor y frigorífico
	C5	Base 25 A 2p+T	1	Cocina/horno
	C4	Base 16 A 2p+T	3	Lavadora, lavavajillas y termo
Terraza y vestidores	C5	Base 16 A 2p+T	3 <sup>1)</sup>	Encima del plano de trabajo
	C8	Toma de calefacción	1	—
	C10	Base 16 A 2p+T	1	Secadora
Garajes unifamiliares y otros	C1	Punto de luz. Interruptor 10 A	1	Hasta 10 m <sup>2</sup> (dos si S > 10 m <sup>2</sup> ). Un interruptor por cada punto de luz.
	C2	Base 16 A 2p+T	1	Hasta 10 m <sup>2</sup> (dos si S > 10 m <sup>2</sup> )
	C13	Base de toma de corriente <sup>1)</sup>	1	—

<sup>1)</sup> En donde se prevea la instalación de una toma para el receptor de TV, la base correspondiente deberá ser múltiple; en este caso, se considerará como una sola base a efectos del número de puntos de utilización de la tabla 1.

<sup>2)</sup> Se colocarán fuera de un volumen delimitado por los planos verticales situados a 0,5 m del fregadero y de la encimera de cocción o cocina.

<sup>3)</sup> La potencia prevista por toma, los tipos de bases de toma de corriente y la intensidad asignada del interruptor automático para el circuito C13 se especifican en la ITC-BT-52.

Tabla 4.4. Puntos de utilización en viviendas (tabla 2 ITC-BT 25).

Actividades

5. En función de la tabla 4.4 (tabla 2 de la ITC-BT-25), determina el número de tomas de corriente de uso general que deberías instalar en el salón de una vivienda donde se prevé, como es evidente, la instalación de toma de TV y cuyas dimensiones son de 22 m<sup>2</sup>.
6. Determina el número de puntos de luz que debe tener una cocina de una vivienda cuya superficie es de 12 m<sup>2</sup>, según el REBT.



### Interpretación de la tabla de puntos de utilización

La tabla viene definida por estancias (acceso, vestíbulo, salón, dormitorios, cocina, etc.), por el circuito a conectar en cada estancia, el número mínimo de puntos de utilización de cada circuito en dicha estancia y el cálculo por superficie o longitud según el tipo de estancia y de puntos de utilización que hay que instalar.

Sin embargo, esta tabla es orientativa; es decir, la lavadora puede estar instalada en otra estancia de la vivienda, por ejemplo, en el lavadero y no en la cocina como indica la tabla. Otro ejemplo lo podemos tener en el aire acondicionado, ya que una vivienda que tenga aire acondicionado no tiene por qué tener una toma de (C9) en cada una de las estancias que indica la tabla, ya que esto dependerá del tipo de instalación de aire acondicionado; es decir, si la climatización se realiza mediante máquina difusora por toda la vivienda, no será necesario la distribución de la línea de alimentación de A/A por las estancias indicadas en la tabla y únicamente se distribuirá a los puntos donde se ubiquen los equipos de climatización.

En definitiva, pueden haber variantes, pero lo que sí hay que respetar es el número de puntos de utilización en cada estancia de los puntos de luz y las tomas de corriente de C2, C3, C4 y C5.

Por otro lado, en instalaciones donde dos o más lámparas funcionan en paralelo, se consideran como un solo punto de luz a efectos de cómputo de puntos de utilización, y el timbre, aunque se conecta al circuito de alumbrado, no computa como punto de utilización de C1.

Para los puntos de utilización de calefacción (C8), para los de aire acondicionado (C9) y para los de domótica y seguridad (C11), es recomendable no utilizar bases de enchufe, sino cajas de conexión que incorporen regletas de conexión y dispositivo de retención de cable, o bien una caja de mecanismos con una simple tapa «ciega» o con tapa para salida de cables.

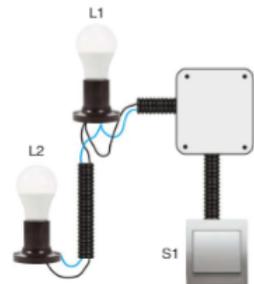


Figura 4.19. En instalaciones domésticas, dos o más lámparas en paralelo se consideran como un único punto de luz.



Figura 4.20. Caja de mecanismos con tapa para salida de cables.

No se podrán instalar bases de corriente, ni sobre la encimera de la cocina o cocción ni sobre el fregadero, debiendo estar distanciadas de este último 50 cm como mínimo.

La tabla 4.4 (tabla 2 de la ITC-BT 25) indica los puntos de luz accionados mediante interruptor; sin embargo, el término interruptor es genérico, pues engloba todos los mecanismos, tales como conmutadores, cruza-mientos, telerruptores y cualquier otro dispositivo de accionamiento de puntos de luz.

En cuanto a las tomas destinadas a los receptores de TV y aparatos asociados a él, tales como DVD, receptores satélite, etc., se pueden instalar varias tomas, algo que es recomendable para así evitar el uso excesivo de clavijas multivía (comúnmente llamadas ladrones); en tal caso, estas tomas computan como una sola.

### Prescripciones mínimas y de confort en las viviendas

El REBT pretende fijar los puntos mínimos que debe tener una vivienda desde el punto de vista de seguridad eléctrica; es decir, evitar así en todo lo posible el abuso de la utilización de los conectores multivías, prolongadores, etc., para alimentar receptores en una estancia. Sin embargo, el incremento de utilización de energía de hoy en día en las viviendas, y la aplicación del concepto de «diseño», aconseja que en el diseño de la instalación de la vivienda se tengan en cuenta las posibles necesidades particulares del usuario y sus limitaciones (debido a la edad, discapacidades, etc.), así como futuras demandas. Por esto, se recomienda diseñar una instalación en una vivienda reservando conductos vacíos, reserva de futuros dispositivos en CGMP, tomas ciegas, etc., que permita una futura ampliación sin necesidad de realizar obras. Y en cuanto a viviendas unifamiliares de más de una altura, como por ejemplo los dúplex, se situará un CGMP en cada planta, de manera que los circuitos de cada nivel estén únicamente gobernados por el cuadro ubicado en su planta.

La Guía de Aplicación para el REBT recoge una serie de tablas y esquemas de prescripciones recomendadas no obligatorias para confort en viviendas. Un ejemplo de ello lo podemos ver en la tabla siguiente, donde se aconseja el número de puntos de utilización para un salón.

Mecanismo	Superficie/longitud	Nº aconsejado
Punto de luz	1 hasta 10 m <sup>2</sup> (2 si S > 10 m <sup>2</sup> )	1 o 2
Interruptor	1 por cada punto de luz	—
Toma de calefacción eléct. (*)	1 hasta 10 m <sup>2</sup> (2 si S > 10 m <sup>2</sup> )	1 o 2
Toma de aire acondicionado (*)	1 hasta 10 m <sup>2</sup> (2 si S > 10 m <sup>2</sup> )	1 o 2
Bases 16 A 2p+T (C2)	Una por cada 6 m <sup>2</sup>	4
Toma telefónica	Teléfono	2
Bases 16 A 2p+T (C2)	Televisor y video	1 múltiple
Bases 16 A 2p+T (C2)	Equipo de música	1

(\*) Cuando se prevea su instalación.

Tabla 4.5. Ejemplos de consejos de instalación de puntos de utilización indicados en la Guía Técnica de Aplicación para un salón.

Como podemos ver, hay diferencias con el número de tomas establecido en el REBT. Una de ellas la podemos encontrar en el número de tomas de uso general (C2). Como vemos, se aconseja un mínimo de 4 tomas, cuando el reglamento establece 3 como mínimo. Además, aconseja una base múltiple para la conexión de equipos de TV y relacionados (equipos de video), así como una toma para el equipo de música, todos ellos conectados al circuito C2. Por ejemplo, un salón de 18 m<sup>2</sup> tendrá 4 tomas de C2 bien distribuidas por el salón con carácter de uso indefinido, una base múltiple de 2 o 3 tomas (para la TV y sus equipos relacionados) para evitar el abuso de clavijas multivías, y una toma para el equipo de música.



### Saber más

Para viviendas ubicadas en edificios de viviendas, existe una reglamentación denominada Infraestructuras Comunes de Telecomunicaciones (ITC). Dicho reglamento establece igualmente el número de tomas destinadas a estos servicios; es decir, las tomas de TV y de teléfono. Esto afecta en gran medida a los instaladores electricistas, ya que dicho reglamento establece que, por cada toma de telecomunicaciones, debe haber una base de corriente situada a 50 cm como máximo de ellas.



Figura 4.21. Ejemplo de instalación de puntos de utilización para el confort en un salón.

**Ejemplo**

Un instalador electricista debe determinar el número de puntos de utilización en cada estancia de una vivienda de grado básico, siendo las estancias, y sus superficies o longitudes, las siguientes:

Salón	Cocina <sup>1)</sup>	Habit. 1	Habit. 2	Habit. 3	Pasillo	Baño
20 m <sup>2</sup>	9,8 m <sup>2</sup>	12,6 m <sup>2</sup>	8,5 m <sup>2</sup>	9,6 m <sup>2</sup>	4 m	3,8 m <sup>2</sup>

<sup>1)</sup> En esta estancia, se instalará el horno independiente de la cocina eléctrica.

La figura muestra el plano con los puntos de utilización calculados según la tabla 4.4.

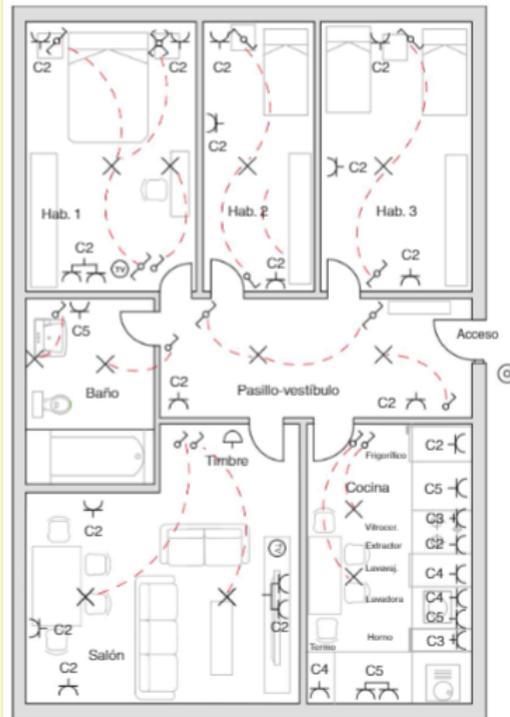


Figura 4.23.

continúa >

**Recuerda**

Siempre que se prevea la toma de TV, la base de corriente debe ser múltiple y computa como una sola toma. Además, la separación de esta base de la toma de TV debe de ser de 50 cm como máximo.

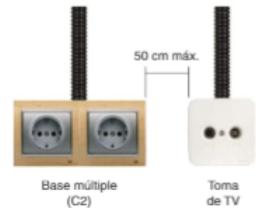


Figura 4.22. Ejemplo de toma múltiple en un salón junto a toma de TV.

> continuación

Los puntos de utilización se reflejan en la siguiente tabla:

Estancia	Puntos de utilización
Acceso	Se colocará un pulsador para el timbre que pertenece a C1.
Pasillo-vestibulo	Ambos están unificados. Se instalarán dos tomas de C2.
Salón	<ul style="list-style-type: none"> <li>El salón, al tener 20 m<sup>2</sup>, deberá tener dos puntos de luz (accionados por dos interruptores independientes), ya que supera los 10 m<sup>2</sup>.</li> <li>Un número de tomas de corriente de uso general (C2) de <math>20/6 = 3,3 \rightarrow 4</math> tomas (una por cada 6 m<sup>2</sup>).</li> </ul>
Cuarto de baño	Se instalará un punto de luz y una toma de corriente C5.
Habitaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se instalará un punto de luz en las habitaciones 2 y 3 (<math>5 &lt; 10</math> m<sup>2</sup>) y dos puntos de luz en la habitación 1 (<math>5 &gt; 10</math> m<sup>2</sup>).</li> <li>Se instalará una toma de corriente de C2 por cada 6 m<sup>2</sup> con un mínimo de tres tomas por habitación.</li> </ul>
Cocina	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se instalará un punto de luz al ser menor de 10 m<sup>2</sup>.</li> <li>En cuanto a las tomas de uso general (C2), se instalarán dos tomas, una destinada al frigorífico y otra al extractor.</li> <li>Al tener cocina y horno eléctrico separados, se instalarán dos tomas independientes de C5 de 25A.</li> <li>Para C4, se instalarán tres tomas.</li> <li>Y finalmente se instalarán tres tomas del circuito C5, procurando no colocarlas ni a 50 cm del volumen delimitado por los planos verticales del fregadero ni sobre la encimera de la cocina.</li> </ul>

Tabla 4.6.

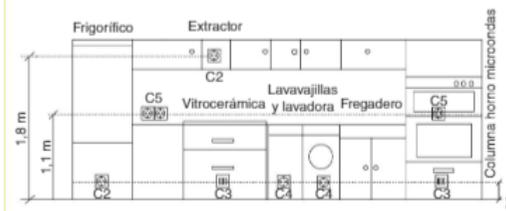


Figura 4.24. Detalle de ubicación de bases de enchufe en la cocina.

Como vemos en la figura 4.24, hemos colocado dos tomas del circuito C2, una para el extractor y otra para el frigorífico. Para C3, debido a que el horno es independiente de la cocina eléctrica, colocamos dos tomas. En cuanto a C4, en la cocina ubicamos una toma para el lavavajillas, otra para la lavadora y otra para el termo eléctrico.

**Recuerda**

Aunque la tabla 2 de la ITC-BT 25 que establece los puntos de utilización es orientativa, es importante para el instalador, ya que este deberá consultarla para establecer las tomas de corriente y puntos de luz mínimos que debe instalar en cada estancia.

**Vocabulary**

- Vestíbulo: hall.
- Salón: living room.
- Dormitorio: bedroom.
- Cocina: kitchen.

## Seguridad

Los volúmenes de protección establecidos en locales con bañeras y duchas determinan las precauciones que hay que tener, principalmente, para la seguridad de las personas, debido a que el agua es un elemento conductor.

El cuerpo humano, en contacto con el agua, baja su resistencia por debajo de los 100 Ω.

## 6. Instalaciones específicas en viviendas

### 6.1. Instalaciones en cuartos de baño

En cualquier local que tenga bañera, ducha o aparatos para uso análogo, se deberá tener en cuenta una serie de precauciones adicionales a la hora de realizar la instalación eléctrica. Todo ello queda definido en la ITC-BT 27 del REBT.

Se definen los 4 volúmenes siguientes:

- **Volumen 0:** es el interior de la bañera o ducha.
  - **Volumen 1:** es el situado a 2,25 m de altura sobre la bañera o ducha.
  - **Volumen 2:** es el situado a 0,6 m de la bañera o ducha y a 2,25 m de altura.
  - **Volumen 3:** es el situado a 2,4 m del volumen 2 y a 2,25 m de altura.
- Teniendo en cuenta estos volúmenes, las prescripciones a tener en cuenta en estas instalaciones son las siguientes:
- Dentro del volumen 0, no está permitido mecanismo alguno.
  - Dentro del volumen 1 y 2, no se permiten mecanismos, con excepción de interruptores para alimentar equipos de baja tensión de seguridad a 12 V en corriente alterna como, por ejemplo, equipos de alimentación para afeitadoras que funcionan a 12 V.
  - Dentro del volumen 3, sí se permite la instalación de mecanismos en viviendas, debido a que todas las instalaciones domésticas tienen protección por diferencial con una intensidad de defecto máxima de 30 mA.



Figura 4.25. Clasificación de volúmenes en bañeras y duchas.

### 6.2. Instalaciones para la gestión técnica de la energía y seguridad (domótica)

Según el ITC-BT 51, uno de los circuitos que el REBT destina para estos fines es el circuito C11. Su finalidad es alimentar a los sistemas de control de automatización, tales como control de subida o bajada de persianas y toldos, control de riego en jardines y sistemas de gestión técnica de energía (es decir, todos aquellos dispositivos de control de luminosidad, control de calefacción, aire acondicionado, etc.), con el objetivo de realizar un ahorro energético y, por último, los sistemas destinados a alimentar las centralitas de seguridad contra robo e intrusión y contra incendios y a sus dispositivos asociados o cualquier sistema destinado a evitar eventos que puedan poner en peligro la vida de las personas o bienes de la vivienda.

Los receptores se conectarán a sus respectivos circuitos y el mando al circuito domótico; es decir, las cargas se conectarán a C1 si se está gestionando la iluminación, a C9 si se gestiona la climatización, etc., mientras que todos sus accionamientos formarán parte del equipo conectado a C11.

De modo general, la instalación de todos estos sistemas se conoce como domótica que, en resumen, es un sistema que realiza el control integrado de equipos destinados al confort mediante la automatización de los elementos de la instalación, la gestión técnica de energía, los sistemas de seguridad y la comunicación de cualquiera de estos sistemas con redes de comunicación externas.

### 6.3. Instalaciones para la recarga de vehículos eléctricos

Según la ITC-BT 52, en todas las viviendas unifamiliares nuevas que dispongan de garaje, si está previsto se instalará un circuito exclusivo para la recarga de Vehículo Eléctrico (VE). Este circuito se denomina C13 y seguirá el esquema de instalación de la figura 4.28 (esquema 4a de la instrucción BT 52). Este debe quedar totalmente instalado, incluyendo los sistemas de canalización, los cables, las protecciones y el punto de recarga.



Figura 4.27. Equipo de recarga de vehículo eléctrico.

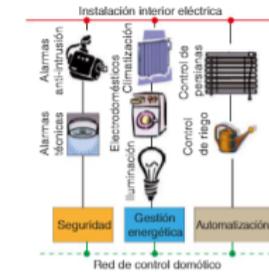


Figura 4.26. Redes de una instalación domótica.

## Eficiencia energética

El uso de sistemas domóticos en las viviendas está contribuyendo de forma notable a la mejora de la eficiencia energética. Por otro lado, el uso de vehículos eléctricos supone un avance en el uso de energías limpias menos contaminantes que las procedentes de energías fósiles.

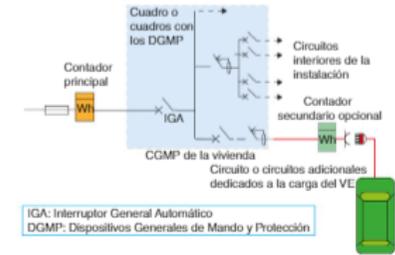


Figura 4.28. Esquema con circuito adicional individual para la recarga de vehículo eléctrico en viviendas unifamiliares.

Para viviendas integradas en edificios, se seguirán otros esquemas incluidos en la misma instrucción, en los cuales se tiene en cuenta la posibilidad de ubicar contadores para la recarga de vehículos en la centralización de contadores del edificio que se verá en la unidad 8 de este libro.

## 7. Representación esquemática de las instalaciones en viviendas

### Saber más

La distribución de los circuitos de los cuadros generales de mando y protección se puede realizar de forma arbitraria por el instalador, justificado por un determinado uso específico de los equipos y electrodomésticos instalados en la vivienda. Por ejemplo, para evitar que una derivación en el circuito C2 haga saltar el alumbrado, sería conveniente asociar el circuito C1 a un diferencial diferente. Igualmente, para evitar apagones intempestivos en equipos informáticos, se podría instalar un circuito adicional para alimentar estos equipos.

En las instalaciones en viviendas, los esquemas a realizar son básicamente dos: el esquema unifilar del CGMP y el esquema topográfico.

El esquema unifilar del CGMP permite conocer las conexiones, la sección de los conductores, el calibre de las protecciones y el diámetro de los tubos de cada circuito. El esquema topográfico muestra la ubicación aproximada de los diferentes mecanismos instalados en la vivienda.

### Ejemplo

En la instalación de una vivienda, la promotora decide que, además de los electrodomésticos de uso general, lleve un circuito para secadora y, debido a que el edificio cuenta con pararrayos, se instalará un protector contra sobretensiones. Las estancias, superficies y longitudes son las siguientes:

Salón	Cocina	Habit. 1	Habit. 2	Habit. 3	Pasillo	Baño
21 m <sup>2</sup>	11,2 m <sup>2</sup>	7,8 m <sup>2</sup>	9,8 m <sup>2</sup>	9,6 m <sup>2</sup>	3,8 m	3,9 m <sup>2</sup>

Se pide dibujar el esquema unifilar del CGMP y el esquema topográfico, señalando los puntos de utilización correspondientes.

El grado de electrificación será elevado, al incorporar el circuito de secadora, motivo por el cual debemos prever una potencia mínima de 9200 W, un IGA de 40 A y dos diferenciales de 40 A/30 mA. La representación del CGMP es la siguiente:

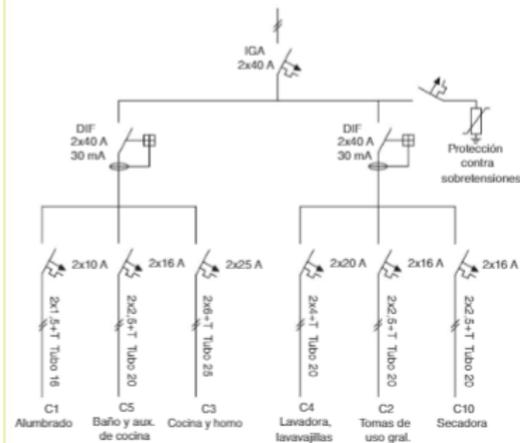


Figura 4.29. Esquema unifilar del CGMP de la vivienda.

continúa >

### > continuación

El esquema topográfico es el siguiente:

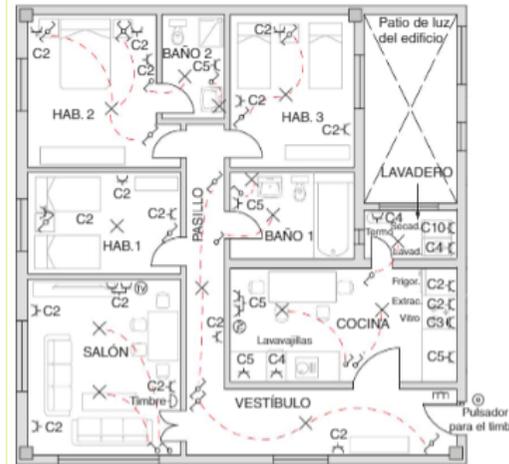


Figura 4.30. Esquema topográfico de la vivienda.

Para la distribución, hemos tenido en cuenta los puntos de utilización del punto 4 (tabla 2 de la ITC-BT 25), en el que debemos recalcar:

1. En primer lugar, el salón tiene 21 m<sup>2</sup> y, según el reglamento, hay que colocar una toma de corriente de C2 por cada 6 m<sup>2</sup>, con un mínimo de 3. Si hacemos el cálculo:

$$N^{\circ} \text{ de tomas} = \frac{21}{6} = 3,5 \rightarrow 4$$

Ahora bien, si nos fijamos en el esquema, tenemos 5 tomas, una de ellas doble ya que, según el reglamento, tanto en salones como en dormitorios donde se prevea la instalación de TV, la base correspondiente deberá ser múltiple y computa como una sola toma.

2. En el salón y la cocina, se han instalado dos puntos de luz en cada una de las estancias. Ambas superan la superficie mínima (10 m<sup>2</sup>) establecida por el reglamento a partir de la que se deberán instalar un mínimo de dos puntos de luz.
3. Aunque el reglamento especifica que la toma de secadora se instalará en la cocina, esta podrá instalarse en cualquier otra estancia apropiada. En este caso, se instalará en el lavadero.
4. Es importante la señalización de los mecanismos que accionan cada punto de luz. Si nos fijamos en la habitación 2, es fácil de entender que se trata de una instalación de cruzamiento en la que los tres mecanismos accionan el mismo punto de luz. Por otro lado, las tomas de corriente deben estar identificadas con la designación del circuito al que pertenecen.

### Saber más

No todos los circuitos de una vivienda deben tener las secciones, protecciones y diámetros de tubos establecidos en la tabla 1 de la ITC-BT 25, ya que existe la posibilidad que un determinado circuito, imaginemos el de secadora, pueda tener una sección de 4 mm<sup>2</sup> y no de 2,5 mm<sup>2</sup>. Esto es debido, como veremos en temas posteriores, a la denominada caída de tensión que, debido a una gran longitud de la línea, oblige a subir la sección.

Por otro lado, pueden existir circuitos no especificados en el reglamento, en los cuales será necesario la realización de cálculos para determinar las secciones, protecciones y tubos.

# PRÁCTICA PROFESIONAL RESUELTA

## Material

- Interruptores automáticos de 10, 16, 20 y 25 A
- Diferenciales de 40 A/30 mA
- Cables unipolares y tubo corrugado
- Interruptores, conmutadores, pulsadores, timbre y bases de corriente
- Portalámparas, cajas de registro y cajas de mecanismos

## Montaje eléctrico de una vivienda de grado elevado

### Objetivo

Realizar la instalación eléctrica de una vivienda.

### Planteamiento

- Partimos de los planos y de los datos que nos ofrece la promotora. Las estancias de la vivienda, de acuerdo con las previsiones de la promotora y el diseño del arquitecto son las siguientes:

Salón	Cocina	Lavadero	Habit. 1	Habit. 2	Pasillo	Baño
17 m <sup>2</sup>	8,7 m <sup>2</sup>	2,8 m <sup>2</sup>	7,6 m <sup>2</sup>	9,5 m <sup>2</sup>	2,5 m	4,2 m <sup>2</sup>

- Para conocer el grado de electrificación, se consulta a la promotora la dotación de electrodomésticos de la vivienda. Esta decide la instalación de secadora (circuito C10) para su ubicación en el lavadero, y la previsión de la instalación de una alarma contra robo e intrusión por el usuario (circuito C11).

### Desarrollo

#### 1. Grado de electrificación.

Debido a que posee los circuitos de secadora C10 y seguridad C11, el grado de electrificación de la vivienda es **elevado**.

#### 2. Puntos de utilización por circuito.

Se establecen los diferentes puntos de utilización por estancia fijados en función de la **tabla 2 de la ITC-BT 25** y se comprueba que los diferentes circuitos no sobrepasan el número máximo de puntos determinados en el reglamento.

Circuito	Salón	Cocina	Lavadero	Habit. 1	Habit. 2	Pasillo	Baño	Vestíbulo	Total
C1	2	1	1	1	1	1	1	1	9
C2	3 <sup>1)</sup>	2	—	3	3	1	—	1	15
C3	—	1	—	—	—	—	—	—	1
C4	—	1	2 <sup>2)</sup>	—	—	—	—	—	3
C5	—	3	—	—	—	—	1	—	4
C10	—	—	1 <sup>3)</sup>	—	—	—	—	—	1
C11	—	—	—	—	—	—	—	1 <sup>4)</sup>	1

<sup>1)</sup> Una de las bases será múltiple, ya que se destina a la TV y, a efectos de número de tomas, se considera como una sola.

<sup>2)</sup> Según la Guía Técnica de Aplicación (Guía-BT-25), las ubicaciones indicadas en la tabla 2 de la ITC-BT 25 son **orientativas**, pudiéndose instalar en este caso la lavadora, el termo y la secadora en el lavadero.

<sup>3)</sup> No existe ubicación específica para este circuito, con lo que se decide instalar una **toma de corriente** en el vestíbulo, hasta la cual se canalizarán los conductores de este circuito.

#### 3. Realiza una tabla de los mecanismos a instalar en cada estancia.

Estancia	Circuito	Mecanismo
Acceso	C1	Un pulsador para el timbre.
	C1	Un punto de luz accionado por conmutadores de 10 A.
Vestíbulo	C2	Una base de 16 A 2p+T.
	C11	Una base de 16 A 2p+T.
Salón	C1	Dos puntos de luz accionados por interruptores y un timbre o zumbador.
	C2	Tres bases de 16 A 2p+T, una de ellas doble para la TV.
Habitaciones	C1	Un punto de luz accionado por conmutadas de 10 A.
	C2	Tres bases de 16 A 2p+T.
Pasillo	C1	Un punto de luz accionado por conmutadores de 10 A.
	C2	Una base de 16 A 2p+T.
Cocina	C1	Un punto de luz accionado por interruptor de 10 A.
	C2	Dos bases de 16 A 2p+T, una para el frigorífico y otra para el extractor.
	C3	Una base de 25 A 2p+T.
	C4	Una base de 16 A 2p+T para el lavavajillas.
	C5	Tres bases de 16 A 2p+T.
Lavadero	C4	Dos bases de 16 A 2p+T, una para la lavadora y otra para el termo.
	C10	Una base de 16 A 2p+T.
Baño	C1	Un punto de luz accionado por interruptor de 10 A.
	C5	Una base de 16 A 2p+T.

#### 4. Dibuja el esquema unifilar del cuadro general de mando y protección.

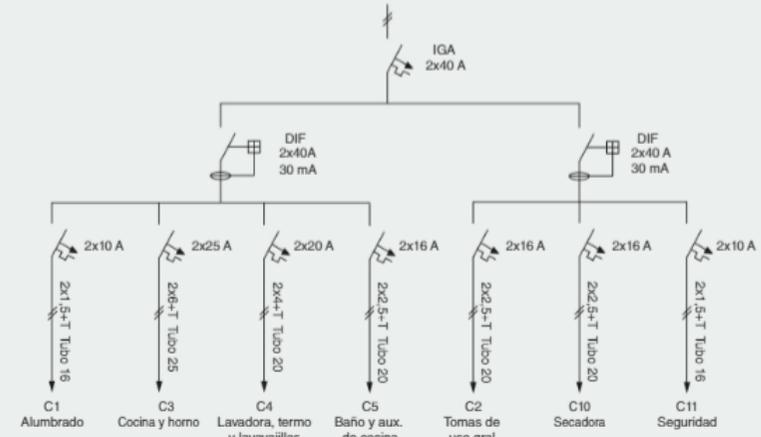


Figura 4.31. Esquema unifilar de CGMP.

# PRÁCTICA PROFESIONAL RESUELTA

continuación

5. Realiza el esquema de distribución en planta.

En dicho esquema, se representará la ubicación de los diferentes mecanismos, de forma que:

- En el circuito C1, se representará mediante línea discontinua el mecanismo que acciona un determinado punto de luz.
- Para los demás circuitos, se indicará el circuito al que pertenecen.

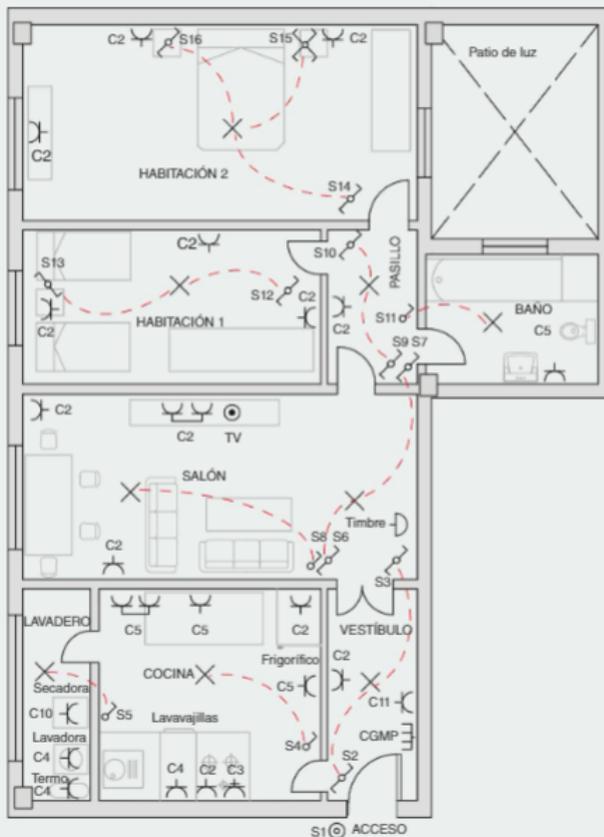


Figura 4.32. Esquema de distribución en planta.

6. Monta, sobre el panel de pruebas, el Cuadro General de Mando y Protección, según el esquema unifilar de la figura 4.31.

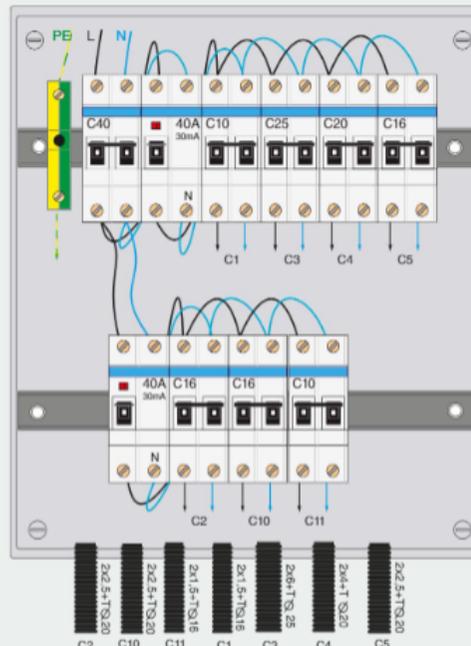


Figura 4.33. Montaje del CGMP de la vivienda.

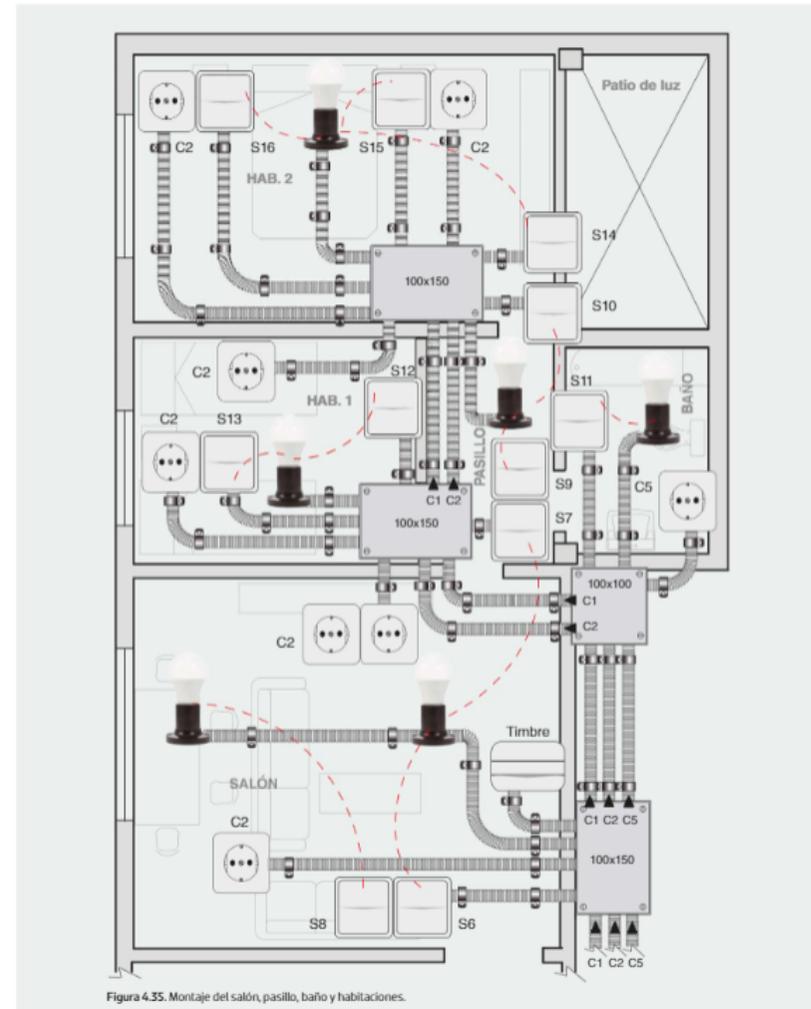
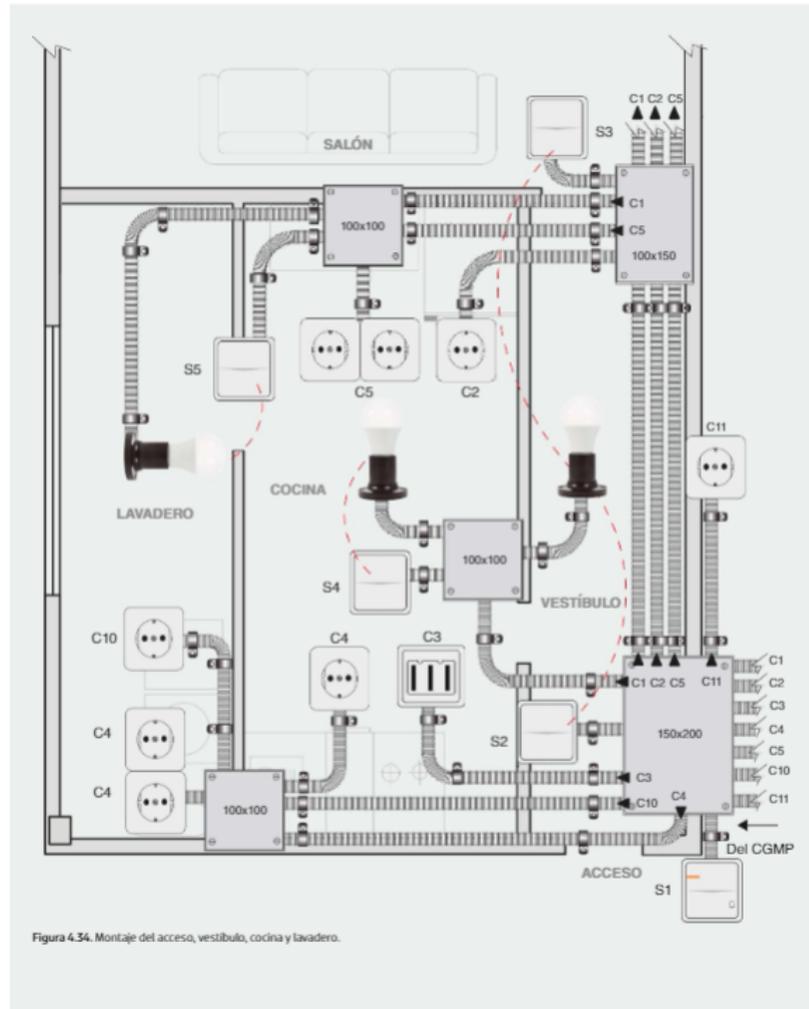
7. Realiza, sobre el panel de pruebas, el montaje de la vivienda en dos partes, o bien de una sola vez toda la vivienda si las dimensiones del panel te lo permiten, teniendo en cuenta que para simplificar el montaje se instalarán todos los puntos de luz y sus mecanismos. Para los demás circuitos, instala los mecanismos según se muestra en las figuras de montaje 4.34 y 4.35, eliminando algunas tomas para no sobrecargar el montaje.

8. Prueba del montaje.

- Conecta el CGMP que has realizado anteriormente a la caja de registro de la entrada a la vivienda.
- Asegúrate que todos los automáticos y diferenciales están bajados.
- Acciona el IGA y el diferencial correspondiente al circuito que vas a probar y sube únicamente el PIA correspondiente, de forma que si es un circuito de alumbrado comprueba el funcionamiento de interruptores y conmutadores y si es un circuito de tomas de corriente, comprueba con el polímetro si tienes tensión; después, baja el PIA del circuito que has probado y sube el del siguiente circuito a probar.

PRÁCTICA PROFESIONAL RESUELTA

continuación



## EVALÚO MIS CONOCIMIENTOS

RESUELVE EN TU CUADERNO O BLOC DE NOTAS

- Di qué circuitos, además de los básicos, debe llevar una vivienda con 180 m<sup>2</sup> que incluye calefacción eléctrica, secadora y aire acondicionado.
  - C6, C8, C9 y C11.
  - C7, C8, C9 y C10.
  - C6, C7, C8 y C10.
- En una instalación de grado elevado, en la cual se instala calefacción eléctrica con un diferencial exclusivo para este circuito, ¿este puede ser de 25 A/30 mA?
  - Sí, pero solo si la sensibilidad es de 300 mA.
  - No, nunca.
  - Sí, siempre.
- En una instalación nueva de viviendas, ¿la toma de corriente a instalar en el dormitorio puede ser sin toma de tierra?
  - Sí, siempre.
  - Sí, pero solo si es de 25 A.
  - No, nunca.
- El timbre se conecta al circuito:
  - C1
  - C2
  - C3
  - C4
  - C5
- ¿Siempre que se prevea en el salón o los dormitorios la instalación de una toma de TV, la toma será múltiple?
  - No tiene por qué.
  - Siempre.
  - A criterio del instalador.
- En un dormitorio con 13,8 m<sup>2</sup>, se instalan únicamente dos lámparas en paralelo accionadas desde un sistema de cruzamiento. ¿Es correcta la instalación?
  - Sí, ya que son dos puntos de luz distintos, aunque se accionen con el mismo mando.
  - No, ya que es un solo punto de luz con dos lámparas en paralelo y se necesitan dos puntos accionados por diferentes interruptores.
- Un chalet de 187 m<sup>2</sup> con calefacción eléctrica, aire acondicionado, sistema domótico y 28 puntos de luz, tendrá un número de circuitos de:
  - 6
  - 7
  - 8
  - 9
  - 10
- En un cuarto de baño, ¿se podrá instalar una base de enchufe de 230 V a 50 cm de la bañera?
  - Sí, siempre y cuando haya un diferencial exclusivo para el cuarto de baño.
  - No, nunca.
  - Sí, siempre.
- ¿Cuál será el número máximo de tomas de CS para tener que instalar un circuito adicional y cómo se denomina dicho circuito adicional?
  - 6 tomas, circuito adicional C12.
  - 7 tomas, circuito adicional C13.
  - 8 tomas, circuito adicional C12.
- Las tomas en la cocina se colocarán fuera del volumen delimitado de los planos verticales, situados a una distancia del fregadero y de la encimera de cocción de:
  - 50 cm.
  - 40 cm.
  - No hay limitación en este sentido.

## EVALÚO MI APRENDIZAJE

- Realiza el esquema unifilar de un Cuadro General de Mando y Protección para una vivienda en la cual se prevé la instalación de aire acondicionado, secadora y sistema de seguridad, y además tiene un total de 24 tomas de corriente destinadas a uso general.
- ¿Cuántos puntos de luz y tomas de uso general (C2) debe tener un salón de 26 m<sup>2</sup>? ¿Y una cocina de 14 m<sup>2</sup>? Razona tus respuestas.
- La figura 4.36 representa la planta de un pequeño apartamento cuya cocina está abierta al salón comedor. Se pide:  
En función de los electrodomésticos y la superficie, determinar el grado de electrificación, dibujar el esquema unifilar del CGMP y la ubicación de los mecanismos y puntos de luz sobre dicho plano.

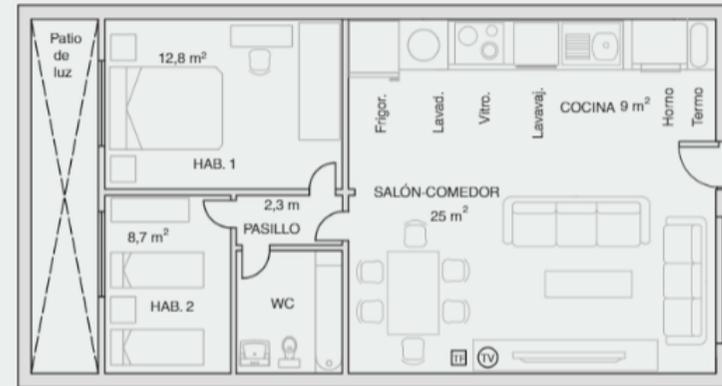


Figura 4.36.

- Identifica los fallos de los siguientes esquemas, razonando tu respuesta.

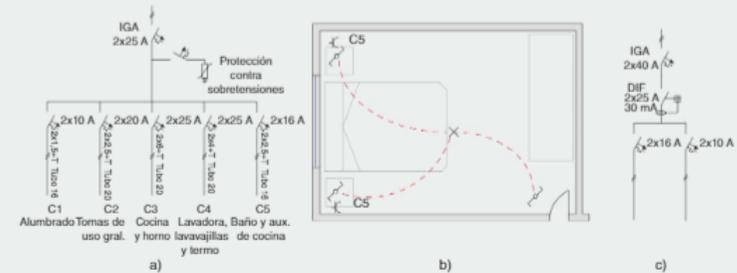


Figura 4.37.

## EVALÚO MI APRENDIZAJE

- 5. En la actividad anterior, dibuja el esquema correcto de cada uno de los tres casos.
- 6. Indica los fallos que ves en la siguiente figura.



Toma	Descripción del fallo	Toma	Descripción del fallo
A	.....	E	.....
B	.....	F	.....
C	.....	G	.....
D	.....	H	.....

- 7. Indica la potencia, calibres y números de circuitos que debe tener cada una de las siguientes viviendas:

Vivienda	Potencia	IGA	DIF	Circuitos
Chalet de 164 m <sup>2</sup> con 34 puntos de luz, calefacción eléctrica y secadora	.....	.....	.....	.....
Vivienda con garaje con recarga de VE y secadora	.....	.....	.....	.....
Apartamento de 65 m <sup>2</sup>	.....	.....	.....	.....
Vivienda con bomba de calor y control de climatización, 24 tomas de uso general	.....	.....	.....	.....

### Test de REBT

- 8. Realiza los siguientes test del REBT de las instrucciones ITC-BT 25.

1. En una vivienda de grado de electrificación básica el usuario podrá contratar, una potencia máxima de:
  - a) 9 200 W a 230 V con IGA de 40 A.
  - b) 5 750 W a 230 V con IGA de 32 A.
  - c) 5 750 W a 230 V con IGA de 25 A.
  - d) 7 360 W a 230 V con IGA de 40 A.
2. Una vivienda en la cual hay 24 puntos de luz y 32 tomas de corriente, tendrá un número mínimo de circuitos de:
  - a) 5
  - b) 6
  - c) 7
  - d) 8
3. En una vivienda se instalarán como mínimo interruptores diferenciales.
  - a) Cada 4 circuitos.
  - b) Cada 5 circuitos.
  - c) Cada 6 circuitos.
  - d) No importa el número de circuitos.
4. La instalación eléctrica para la secadora se realizará con:
  - a) Cable de 1,5 mm<sup>2</sup>, base de 25 A 2p+T.
  - b) Cable de 2,5 mm<sup>2</sup>, base de 25 A 2p+T.
  - c) Cable de 2,5 mm<sup>2</sup>, base de 16 A 2p+T.
  - d) Cable de 4 mm<sup>2</sup>, base de 20 A 2p+T.
5. Los tubos para la instalación de aire acondicionado serán de:
  - a) 16 mm
  - b) 20 mm
  - c) 25 mm
  - d) 32 mm
6. Una instalación pasará a grado elevado siempre y cuando el número de tomas para el cuarto de baño y auxiliares de cocina tengan un número de tomas mayor de:
  - a) 4 tomas
  - b) 5 tomas
  - c) 6 tomas
  - d) 7 tomas
7. En una vivienda donde se prevea un sistema de control de climatización, el circuito a instalar será:
  - a) C7
  - b) C8
  - c) C9
  - d) C10
  - e) C11
8. En una vivienda, en la cual el salón tiene 19 m<sup>2</sup>, el número mínimo de puntos de luz y tomas de corriente será de:
  - a) Un punto de luz y dos tomas de corriente.
  - b) Un punto de luz y tres tomas de corriente.
  - c) Dos puntos de luz y tres tomas de corriente.
  - d) Dos puntos de luz y cuatro tomas de corriente.
9. En los dormitorios se instalarán:
  - a) Un punto de luz por cada 10 m<sup>2</sup> y como mínimo tres tomas de corriente.
  - b) Un punto de luz si es menor de 10 m<sup>2</sup>, dos si es mayor de 10 m<sup>2</sup> y como mínimo tres tomas de corriente.
  - c) Un punto de luz si es menor de 10 m<sup>2</sup>, dos si es mayor de 10 m<sup>2</sup> y como mínimo dos tomas de corriente.

## EVALÚO MI APRENDIZAJE

### Test de REBT

- El circuito de cocina y horno se realizará:
  - Con cables de 4 mm<sup>2</sup>, bases de 20 A y tubo de 25 mm.
  - Con cables de 6 mm<sup>2</sup>, bases de 25 A y tubo de 25 mm.
  - Con cables de 6 mm<sup>2</sup>, bases de 25 A y tubo de 20 mm.
  - Con cables de 4 mm<sup>2</sup>, bases de 25 A y tubo de 25 mm.
  - Con cables de 6 mm<sup>2</sup>, bases de 20 A y tubo de 25 mm.
- Una vivienda con 170 m<sup>2</sup> deberá tener como mínimo un circuito adicional denominado.
  - C6
  - C7
  - C11
  - C12
- En una cocina de una vivienda de 9 m<sup>2</sup> de grado básico se instalarán.
  - Un punto de luz y tres bases de C2.
  - Dos puntos de luz y dos bases de C2.
  - Un punto de luz y dos bases de C2.
- En viviendas, el circuito para alumbrado deberá realizarse:
  - Con cables de 1,5 mm<sup>2</sup>, PIA de 16 A y tubo de 20 mm.
  - Con cables de 1,5 mm<sup>2</sup>, PIA de 10 A y tubo de 16 mm.
  - Con cables de 2,5 mm<sup>2</sup>, PIA de 20 A y tubo de 16 mm.
  - Con cables de 1,5 mm<sup>2</sup>, PIA de 20 A y tubo de 16 mm.
- En viviendas la sección de los conductores para el circuito de calefacción serán de:
  - 2,5 mm<sup>2</sup>
  - 4 mm<sup>2</sup>
  - 6 mm<sup>2</sup>
  - 10 mm<sup>2</sup>
- En los pasillos de las viviendas los puntos de luz que se instalarán serán:
  - Uno cada 5 m<sup>2</sup>.
  - Uno si la longitud es menor de 5 m y dos si es mayor.
  - Uno por cada 5 m de longitud.
- En la cocina de una vivienda de 12 m<sup>2</sup> se instalarán como mínimo.
  - Dos puntos de luz y dos tomas de C4.
  - Un punto de luz y tres tomas de C4.
  - Dos puntos de luz y tres tomas de C4.
- En instalaciones domesticas de grado elevado la potencia máxima a 230 V destinada para alimentar el aire acondicionado será de:
  - 4 400 W
  - 5 750 W
  - 7 360 W
  - 9 200 W
- La instalación eléctrica en viviendas para el circuito de lavadora, lavavajillas y termo se realizará:
  - Con cables de 2,5 mm<sup>2</sup>, PIA de 20, bases de 20 A.
  - Con cables de 1,5 mm<sup>2</sup>, PIA de 16, bases de 20 A.
  - Con cables de 2,5 mm<sup>2</sup>, PIA de 16, bases de 20 A.
  - Con cables de 4 mm<sup>2</sup>, PIA de 20, bases de 16 A.
- La distancia mínima a las tomas de corriente a instalar fuera del volumen del fregadero y encimera de cocción de la cocina será de:
  - 40 cm
  - 50 cm
  - 60 cm
  - 1 m

## RETO PROFESIONAL

### Material

- Automáticos de: 10 A, 16 A, 20 A y 25 A
- Interruptores diferenciales de 40 A/50 mA
- Interruptor, conmutadores y bases de corriente de 16 A y 25 A
- Tubo corrugado, cajas de mecanismos, cajas de registro, etc.

### Instalación eléctrica de una vivienda

#### Desarrollo

- Diseña la instalación eléctrica de una vivienda con una P de 9200 W y que dispone de limitador contra sobretensiones.
  - El circuito de lavadora, lavavajillas y termo estará desdoblado en circuitos independientes para cada uno de los electrodomésticos.
  - En la vivienda se realizará la preinstalación de aire acondicionado por conductos con equipo evaporador instalado en el falso techo del cuarto de baño y el equipo condensador instalado en la terraza.

c) Se instalará un circuito de recarga de vehículos eléctricos en el garaje.

Vestibulo	Salón	Cocina	Lavadero	Pasillo	Baño	Habit. 1	Habit. 2	Terraza	Garaje
2,1 m <sup>2</sup>	28,7 m <sup>2</sup>	12,4 m <sup>2</sup>	8,3 m <sup>2</sup>	6,4 m	7,8 m <sup>2</sup>	9,7 m <sup>2</sup>	14,2 m <sup>2</sup>	10 m <sup>2</sup>	36 m <sup>2</sup>

2. Completa el esquema unifilar del Cuadro General de Mando y Protección de la vivienda.



Figura 4.38. Esquema unifilar del CGMP.

3. Completa la tabla de puntos de utilización indicando el número puntos de luz o tomas de corriente necesarias en cada una de las estancias de la vivienda según la tabla 2 de la ITC-BT 25.

Circuito	Vestibulo	Salón	Cocina	Lavadero	Pasillo	Baño	Habit. 1	Habit. 2	Terraza	Garaje
C1	1									
C2	1					2				
C3	—									
C4 a-b-c	—		1 (lavavajillas)							
C5	—									
C13	—									

**RETO PROFESIONAL**  
continuación

4. Diseña el esquema de distribución en planta y realiza el montaje de la instalación.

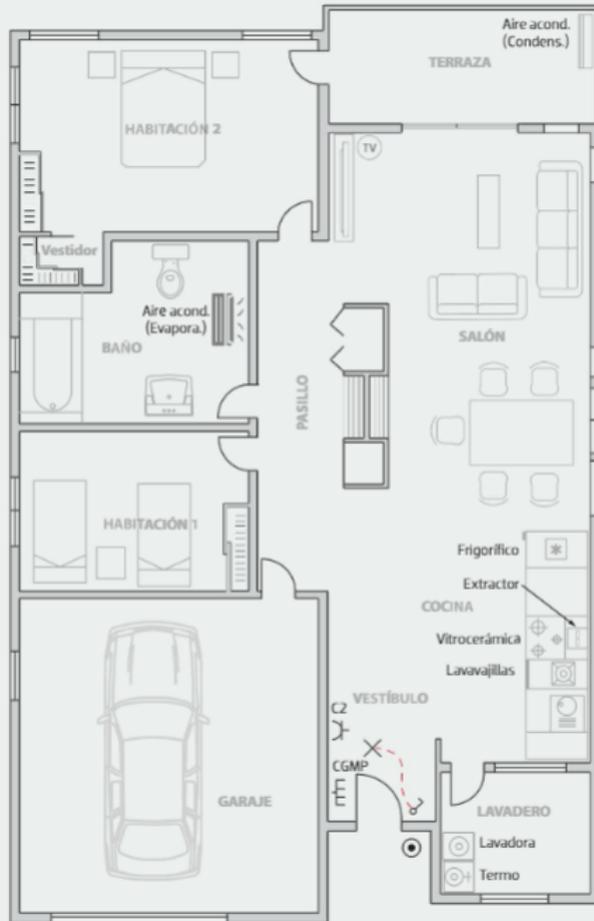


Figura 4.39. Esquema de distribución en planta de la vivienda.

**ORGANIZO MIS IDEAS**

