

PROYECTO ELÉCTRICO EN EDIFICIOS DE VIVIENDAS

Según Modificación Agosto de 2002 Reglamento Asociación Electrotécnica Argentina.
Actualización del Libro Instalaciones Eléctricas en Edificios- Ing. Nestor Quadri

La ejecución de una instalación eléctrica requiere necesariamente la confección de un proyecto, sobre la base de los requisitos particulares en materia de niveles de iluminación, cantidad y ubicación de los consumos, así como condiciones adecuadas de seguridad y funcionamiento a largo de su vida útil, el que debe constar de planos y memoria técnica, firmado por un profesional con incumbencias y/o competencias específicas.

En el proyecto de una instalación eléctrica deben tenerse en cuenta los siguientes factores básicos:

De orden general

- Economía
- Comodidad para uso y mantenimiento
- Estética

Cargas eléctricas

- Crecimiento y desarrollo de los sistemas de iluminación y fuerza motriz
- Nuevas aplicaciones de la electricidad.

De orden técnico

- Adecuadas condiciones de seguridad para las instalaciones y las personas
- Protección conveniente de los diferentes circuitos a fin de separar y localizar rápidamente cualquier inconveniente o desperfecto que se presenten.
- Facilidad del reconocimiento de las distintas derivaciones

Uso eficiente de la energía eléctrica

- Elección de los conductores adecuados
- Utilización de equipo de detección de presencia y de nivel de iluminación natural para control de iluminación
- Lámparas y luminarias, colores ambientales
- Elección de aparatos utilizadores eficientes
- Aislamiento térmico del edificio en la climatización de ambientes
- Utilización de motores y accionamientos eficientes

CLASIFICACIÓN DE LOS CIRCUITOS ELECTRICOS

Los circuitos eléctricos constituyen las líneas que vinculan los tableros seccionales con artefactos de consumo.

En el diseño de los circuitos eléctricos se emplean *interruptores unipolares* que deben cortar la circulación de la corriente *sobre el conductor activo o vivo* de la red de distribución, no debiendo montarse por lo tanto, sobre el conductor neutro. Este criterio es por razones de seguridad, dado que si una persona accede al artefacto con el interruptor abierto está vinculado con el conductor vivo, que normalmente es la que da origen a accidentes eléctricos por contacto directo.

El Reglamento de la Asociación Electrotécnica Argentina clasifica los circuitos a los fines de los proyectos de las instalaciones eléctricas en inmuebles, de la siguiente manera:

- Para usos generales
- Para usos especiales
- Para usos específicos

Circuitos para usos generales

Son circuitos monofásicos que alimentan bocas de salida para iluminación y tomacorrientes que se utilizan básicamente en el interior de los edificios.

- En los circuitos de iluminación, pueden conectarse artefactos de iluminación, de ventilación, combinaciones entre ellos, u otras cargas unitarias, cuya corriente de funcionamiento permanente no sea mayor que 6 A, sea por medio de conexiones fijas o de tomacorrientes tipo 2P+T de 10 A.
- En los circuitos de tomacorrientes pueden conectarse cargas unitarias de no más de 10 A, por medio de tomacorrientes tipo 2P+T de 10 A.

Estos circuitos deben tener dispositivo de protección en ambos polos para una intensidad no mayor de 16 A y el número máximo de bocas de salida por circuito es de 15.

Se admite incorporar bocas en el exterior, siempre que estén ubicadas en espacios semicubiertos y los artefactos y tomas de diseño protegidos contra la intemperie las cajas embutidas que no deben ser de hierro, para evitar la corrosión.

Circuitos para usos especiales

Son circuitos monofásicos que alimentan bocas de salida para iluminación y tomacorrientes para cargas de consumos unitarios mayores que los admitidos para los de usos generales Este tipo de circuitos es apto para espacios semicubiertos o la intemperie, como el caso de iluminación de parques y jardines debiendo los interruptores de efecto o tomacorrientes garantizar un grado de protección contra proyecciones de agua.

- En los circuitos de iluminación deben conectarse exclusivamente artefactos de iluminación, sea por medio de conexiones fijas o por medio de tomacorrientes tipo 2P+T hasta 20 A.
- En los circuitos de tomacorriente pueden conectarse cargas unitarias hasta 20 A por medio de tomacorrientes 2P+T de 20 A. En cada boca de salida se puede instalar un tomacorriente adicional de 10 A tipo 2P+T.

Estos circuitos deben contar con protecciones en ambos polos para una corriente no mayor de 25 A y el número máximo de bocas de salida es de 8.

Circuitos para usos específicos

Son circuitos monofásicos o trifásicos que alimentan cargas por medio de conexiones fijas o por medio de tomacorrientes provistos para esa única función y se clasifican en dos grupos según la tensión que requieren:

- Tensión de la red de alimentación (220-380V)
- Tensión distinta a la red de la alimentación.

Para la alimentación de cargas de funcionamiento de tensión (220-380V), se pueden presentar los siguientes casos:

- **Circuitos de alimentación monofásica de pequeños motores,**
Como el caso de ventiladores, accionamientos para puertas, portones, cortinas, heladeras comerciales, góndolas refrigeradas, lavarropas comerciales, fotocopiadoras, etc. u otras cargas unitarias de características similares, sea por medio de conexiones fijas o de tomacorrientes. El número máximo de bocas es de 15, la carga máxima por boca de 10 A y la protección del circuito no puede ser mayor que 25 A.
- **Circuitos de alimentación monofásica o trifásica de carga única**
Son circuitos que alimentan una carga unitaria a partir de cualquier tipo de tablero, sin derivación alguna de la línea.
No tiene limitaciones de potencia de carga, tipo de alimentación, ubicación, conexionado o dispositivos a la salida, o de valor de la protección.
- **Circuitos de alimentación monofásica de fuentes para consumos con muy baja tensión funcional (MBTF)**
Es el caso de sistemas de portero eléctrico, centrales telefónicas, sistemas de seguridad, sistemas de televisión, etc. u otras cargas unitarias de características similares.
El número máximo de bocas en 220 V es de 15, la carga máxima por boca de 10 A efectuada por tomacorrientes 2P + T o conexiones fijas y la protección del circuito no debe ser mayor que 16 A.
- **Otros circuitos específicos monofásicos o trifásicos que alimenten cargas no comprendidas en las descripciones anteriores.**
No tienen limitaciones de número de bocas, potencia de salida de cada una, tipo de alimentación, ubicación, conexionado o dispositivos a la salida, ni de potencia total del circuito o de valor de la protección.

Para alimentación de cargas de funcionamiento *de tensión distinta de la alimentación de la red*, se pueden presentar los siguientes casos:

- **Circuitos de muy baja tensión de seguridad con tensión máxima de 24 V (MBTS)**
En las bocas de salida pueden conectarse cargas por medio de conexiones fijas o de fichas y tomacorrientes para las tensiones respectivas y no tienen limitaciones de número y potencia de salida de bocas, tipo de alimentación, ubicación, conexionado o dispositivos a la salida, ni de potencia total del circuito o de valor de la protección.
La alimentación de la fuente de MBTS se debe realizar por medio de un circuito de alimentación de carga única o sea que no tenga ningún tipo de derivación, con sus correspondientes protecciones
- **Circuitos para alimentación de tensión estabilizada**
Son destinados a equipos o redes que requieran para su funcionamiento, ya sea por prescripciones de diseño o necesidades del usuario, tensión estabilizada o sistemas de energía ininterrumpible (UPS).
La alimentación a la fuente de tensión estabilizada o UPS se debe realizar por medio de un circuito de alimentación de carga única con sus correspondientes protecciones y los dispositivos de maniobra y protección como interruptores manuales y fusibles, interruptores automáticos e interruptores diferenciales se deben colocar a partir de la o las salidas de la fuente, en un tablero destinado para tal fin.
Los circuitos de tensión estabilizada pueden tener como máximo quince (15) bocas, sin limitación de potencia total del circuito o de valor de la protección. Las cargas monofásicas

que se requieran se deben conectar en cada boca, por medio de conexiones fijas o de tomacorrientes tipo 2P+T de hasta 20 A.

Con el objeto de diferenciar los tomacorrientes de circuitos de tensión estabilizada y evitar errores operativos con los tomacorrientes comunes, se los debe identificar con distintos colores según sus características o colocando una leyenda autoadhesiva indeleble que los identifique para uso de equipamiento informático.

En la tabla se indica un detalle general de las características de los circuitos eléctricos.

Características de los circuitos eléctricos en inmueble

Tipo de circuitos	Designación	Máxima cantidad de bocas	Máxima intensidad de protección
Uso general	Iluminación general	15	16 A
	Tomacorriente uso general	15	16 A
Uso especial	Iluminación uso especial	8	25 A
	Toma corriente uso especial	8	25 A
Uso específico	Alimentación a fuentes de muy baja tensión funcional	15	16 A
	Salidas de fuentes de muy baja tensión funcional	Sin límite	---
	Alimentación de pequeños motores	15	25 A
	Alimentación de tensión estabilizada	15	---
	Circuitos de muy baja tensión de seguridad	Sin límite	---
	Alimentación de carga única	No corresponde	---
Otros circuitos específicos	Sin límite	---	

Las líneas de circuitos para usos generales, usos especiales y consumos específicos deben tener cañerías independientes para cada uno de ellos, incluyendo el conductor de protección. Sin embargo, como excepción los circuitos para usos generales pueden alojarse en una misma cañería *en un máximo de tres*, de siempre que:

- Pertenezcan a una misma fase y a un mismo tablero seccional.
- La suma de las corrientes asignadas de los dispositivos de protección, de cada uno de los circuitos no sean mayor a 36 A
- El número total de bocas de salida alimentadas por estas líneas en conjunto no sea mayor que 15 unidades.

Cada *línea principal o seccional* se debe alojar en una cañería o conducto independiente, pero, se admiten en un mismo caño hasta tres líneas seccionales, siempre que correspondan a un mismo medidor. Además, si se opta por el empleo de bandejas portacables, las líneas principales o seccionales pueden alojarse en esta canalización.

Grado de electrificación

Para la realización de los proyectos eléctricos en viviendas el Reglamento de la Asociación Electrotécnica Argentina establece el *grado de electrificación de acuerdo al tipo de edificio*, con objeto de determinar en cada proyecto:

- Número mínimo de circuitos y de puntos de utilización, compatibles con el uso previsto de las instalaciones de acuerdo al tipo de edificio.
- Demanda eléctrica a los efectos del dimensionamiento de los conductores y los dispositivos de protección y conexionado correspondientes

Para el caso de edificios de viviendas, se establecen cuatro tipo de grados de electrificación que son los siguientes:

- Mínimo
- Media
- Elevada
- Superior

En la tabla se indican las particularidades y características de estos grados de electrificación:

Grado de electrificación de las viviendas

Grado de electrificación	Superficie (Límite de aplicación)	Demanda de potencia Máxima simultánea calculada
Mínima	hasta 60 m ²	hasta 3,7 kVA
Media	mas de 60 m ² hasta 130 m ²	hasta 7 kVA
Elevada	mas de 130 m ² hasta 200 m ²	hasta 10 kVA
Superior	mas de 200 m ²	mas de 10 kVA

La superficie a considerar debe ser la cubierta más la semicubierta entendiéndose a aquellas protegidas de la lluvia promedio de aleros o techos, sin paredes o cerramientos, por ejemplo: porches, galerías, tinglados, quinchos, etc.

Determinado el grado de electrificación del inmueble, la instalación eléctrica debe tener el tipo y número mínimo de circuitos, según se indica a continuación en la tabla siguiente:

Número mínimo de circuitos en viviendas

Electrificación	Cantidad mínima de circuitos	Tipo de circuitos				
		Variante	Iluminación uso general	Tomas uso general	Iluminación uso especial	Tomas uso especial
Mínima	2	Unica	1	1	---	---
Media	3	a	1	1	1	---
		b	1	1	---	1
		c	2	1	---	---
		d	1	2	---	---
Elevada	5	Unica	2	2	---	1
Superior	6	Unica	2	2	---	1

Para realizar el diseño, en la tabla siguiente se determina el número mínimo de los puntos de utilización requeridos para viviendas

Puntos mínimos de utilización en viviendas

Ambiente	Electrificación	Puntos de electrificación mínimos		
		Iluminación uso general	Tomacorriente uso general	Tomacorriente uso especial
Sala de estar y comedor, escritorio biblioteca o similares	Mínima	Una boca cada 18 m ² de superficie o fracción (mínimo una)	Una boca cada 18 m ² de superficie o fracción (mínimo una)	Una boca
	Media			
	Elevada			
	Superior			
Dormitorio	Mínima	Una boca	Tres bocas	---
	Media			
	Elevada			
	Superior			Una boca
Cocina	Mínima	Una boca	Tres bocas	---
	Media	Dos bocas	Tres bocas más dos tomacorrientes	
	Elevada		Tres bocas más tres tomacorrientes	Una boca más un tomacorriente
	Superior		Cuatro bocas más tres tomacorrientes	dos bocas más un tomacorriente
Baño	Mínima	Una boca	Una boca	---
	Media			
	Elevada			
	Superior			Una boca en los cuartos con ducha o bañera
Vestíbulo, garaje, hall, galería, vestidor comedor diario o similares	Mínima	Una boca	Una boca	---
	Media			
	Elevada			
	Superior		Una boca cada 12 m ² de superficie o fracción (mínimo una)	
Pasillo, balcones, atrios o similares	Mínima	Una boca por cada	---	---
	Media	5 m de longitud o fracción	Una boca por cada 5 m de longitud o fracción	
	Elevada			
	Superior			
Lavadero	Mínima			Una boca
	Media	Dos bocas (Una puede ser cargada al circuito de tomas especial)	---	
	Elevada	Una boca	Dos bocas	
	Superior			

Criterios generales

A los efectos del diseño eléctrico otros ambientes no establecidos en las tablas anteriores se pueden considerar las siguientes equivalencias o las características particulares que se determinan:

- **Sala de estar y comedor:** equivale a comedor diario, escritorios, estudios, bibliotecas, o similares, en viviendas.
- **Vestíbulo:** equivale a garaje de vivienda u oficina, hall de distribución o de recepción, galería, balcón terraza semicubierta, vestidor o donde se realicen actividades similares.
- **Pasillos:** equivale a balcones, atrios o porche, o pasillos externos, que sólo requieran iluminación y donde las bocas no estén a la intemperie.
- **Escaleras y rampas:** deben tener como mínimo una boca de iluminación para uso general cada 5 m de longitud, o fracción, o bien en cada descanso.
- **Toilette:** Se considera a un cuarto de baño que no posee bañera o receptáculo para ducha. En estos ambientes el tomacorriente requerido en los puntos mínimos de utilización pueden cargarse al circuito de iluminación.

En el ámbito de *cocinas y lavaderos* se consideran como electrodomésticos de ubicación fija a heladeras, freezers, extractores de humo, lavavajillas, hornos a microondas, hornos eléctricos, cocinas eléctricas, cocinas, anafes y hornos a gas que requieran alimentación eléctrica, máquinas lavarropas, secarropas, máquinas fijas para planchado, etc.

Se define como boca a los efectos de establecer su número máximo por circuito, *el punto de una línea de circuito, donde se conecta el aparato utilizador por medio de borneras, tomacorrientes o conexiones fijas* y no deben computarse las cajas de paso y/o de derivación, ni las que contienen exclusivamente elementos de maniobra o protección con el caso de los interruptores de efecto.

Cada boca de salida debe servir *como tal a un solo circuito* y además puede utilizarse como caja de paso pero no de derivación de otros circuitos. Por ejemplo, a las cajas que alojen dispositivos para comando o conexión como interruptores de efecto y tomacorrientes les debe llegar un solo circuito, el que debe poder ser derivado hacia otros puntos de la instalación.

Las cajas de paso y/o derivación instaladas en losa, deben ser consideradas como bocas si sus medidas alcanzan los 100 x 100 mm inclusive. Medidas superiores no se cuentan como boca y por ende, no suman en los circuitos correspondientes.

Las bocas de tomacorrientes de uso general o especial pueden contener como máximo:

- Dos tomacorrientes para cajas rectangulares (50 mm x 100 mm)
- Cuatro tomacorrientes para cajas cuadradas (100 mm x 100 mm).

De esa manera, *el número máximo de tomacorrientes por boca debe ser de cuatro*. Si se utilizan otros tipos de cajas especiales donde se supere esa cantidad, el número de bocas a computar es el número de tomacorrientes dividido cuatro, donde la fracción debe ser considerada como una boca.

Los artefactos de iluminación pueden ser luminarias, con una o más lámparas, conectadas a una boca. Si la carga fuese superior a los 6 A, puede optarse por un circuito de iluminación de uso especial hasta un consumo de 20 A y si fuese superior se debe utilizar un circuito de carga única.

Los números de bocas de iluminación indicados son mínimos y por lo tanto en el caso de oficinas o locales debe efectuarse un proyecto de iluminación previo, que respete las condiciones y valores mínimos de iluminación en lux requeridos por la Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo.

Si luego de cumplimentado lo indicado para los puntos mínimos de utilización, es necesario instalar bocas de salida combinadas como el caso de *interruptor de efecto y tomacorriente*, el tomacorriente, debe estar conectado al circuito de iluminación e identificado unívocamente mediante un símbolo grabado. A los

efectos del cálculo de la demanda de potencia máxima simultánea, estas bocas de salida combinadas deben computarse como una boca.

Los ventiladores de techo o extractores de aire pueden cargarse a los circuitos de iluminación para uso general o especial, ya sea conectados en forma fija o por medio de tomacorrientes. A los efectos del cálculo de la demanda, cualquiera de ellos se computa como una boca de iluminación.

La alimentación de las fuentes de circuitos de comunicación, portería, timbres, o similares, pueden realizarse a través de circuitos de uso general o especial, en función de la demanda de potencia correspondiente; en este caso, a los efectos del cálculo de la demanda, se le debe asignar la potencia correspondiente a una boca de iluminación por cada fuente alimentada. Se admite que un mismo circuito alimente a todas las fuentes de este tipo, en tanto la suma de sus potencias nominales no sea mayor que 2200 VA.

Cuando las fuentes son de muy baja tensión, hasta 24 V, deben tener un transformador con primario y secundario independientes y no se permite el uso de autotransformadores. Así implementados, estos circuitos se consideran como de *muy baja tensión funcional* y toda parte metálica de timbres, porteros eléctricos alarmas, etc. debe estar conectada a tierra con un conductor de protección que lo acompañe.

Normas para la ejecución de planos

El Reglamento de la Asociación Electrotécnica Argentina establece que salvo distintas exigencias de la autoridad de aplicación correspondiente, como guía de contenidos mínimos considerados imprescindibles, todo proyecto debe incorporar los siguientes aspectos:

- Plano o croquis de la instalación; con indicación de la superficie de cada ambiente; las canalizaciones con sus medidas, cableados y circuitos a los que pertenecen; ubicación y destino de cada boca. Ubicación de la toma de tierra y canalización del conductor de puesta a tierra.
- Síntesis del proyecto de la instalación incluyendo los datos que permitan individualizar demanda de potencia, grado de electrificación, superficie total, cantidad y destino de los circuitos, secciones de los conductores, corrientes de proyecto, corriente presunta de cortocircuito en el punto de suministro y cantidad de bocas con su distribución ambiental.
- Esquema unifilar de los tableros, incluyendo las características nominales y de accionamiento de los dispositivos de maniobra y protección, tales como corriente asignada, curva de actuación, capacidad de ruptura. Sección de las líneas: principal, seccionales, de circuitos y de los conductores de protección; identificación de los circuitos derivados y corrientes de cortocircuito de cálculo en cada tablero.
- Listado de materiales de la instalación, indicando: marca de materiales, tipos normativos y, si correspondiera, forma de acreditación de la conformidad con normas.

La documentación conforme a obra de las instalaciones eléctricas puede ser exigida según lo determine la autoridad de aplicación correspondiente.

EJEMPLO DE PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN ELECTRICA

Supóngase una planta de un edificio para una vivienda unifamiliar, menor de 60m², de modo que se preselecciona el *grado de electrificación mínima* y sobre la base del mismo, se realiza la distribución de artefactos eléctricos de modo que satisfaga las condiciones mínimas de puntos de utilización establecidos.

En el proyecto, los interruptores tienen que estar relacionados visualmente con la luminaria que deben operar, no siendo conveniente agruparlos en gran número y si no existe una identificación precisa, se produce el accionamiento inútil de todas las llaves hasta encender la luz que corresponde. Por otra parte, hay que analizar los accesos a los locales, para utilizar las llaves de combinación que sean necesarias, con objeto de accionar las luminarias sin efectuar desplazamientos excesivos.

Los interruptores suelen ubicarse de 0,90 a 1,20 m. con respecto al nivel del piso, debiendo tener en cuenta *la mano de abrir* de las puertas, colocándose los de 10 a 20 cm del marco, del lado de la cerradura y los tomacorrientes se disponen de 0,30 a 0,40 m. del nivel del piso o en casos de combinados conjuntamente con los interruptores a la altura indicada para éstos.

El tablero principal se ha unificado con el seccional y se ha ubicado al lado del medidor de energía de la Compañía, de acuerdo a detalle que se indica en el esquema, contando con bornera donde se distribuyen los conductores de protección a tierra, que son vinculados mediante un conductor a tierra de 4 mm² a una jabalina enterrada para la puesta a tierra.

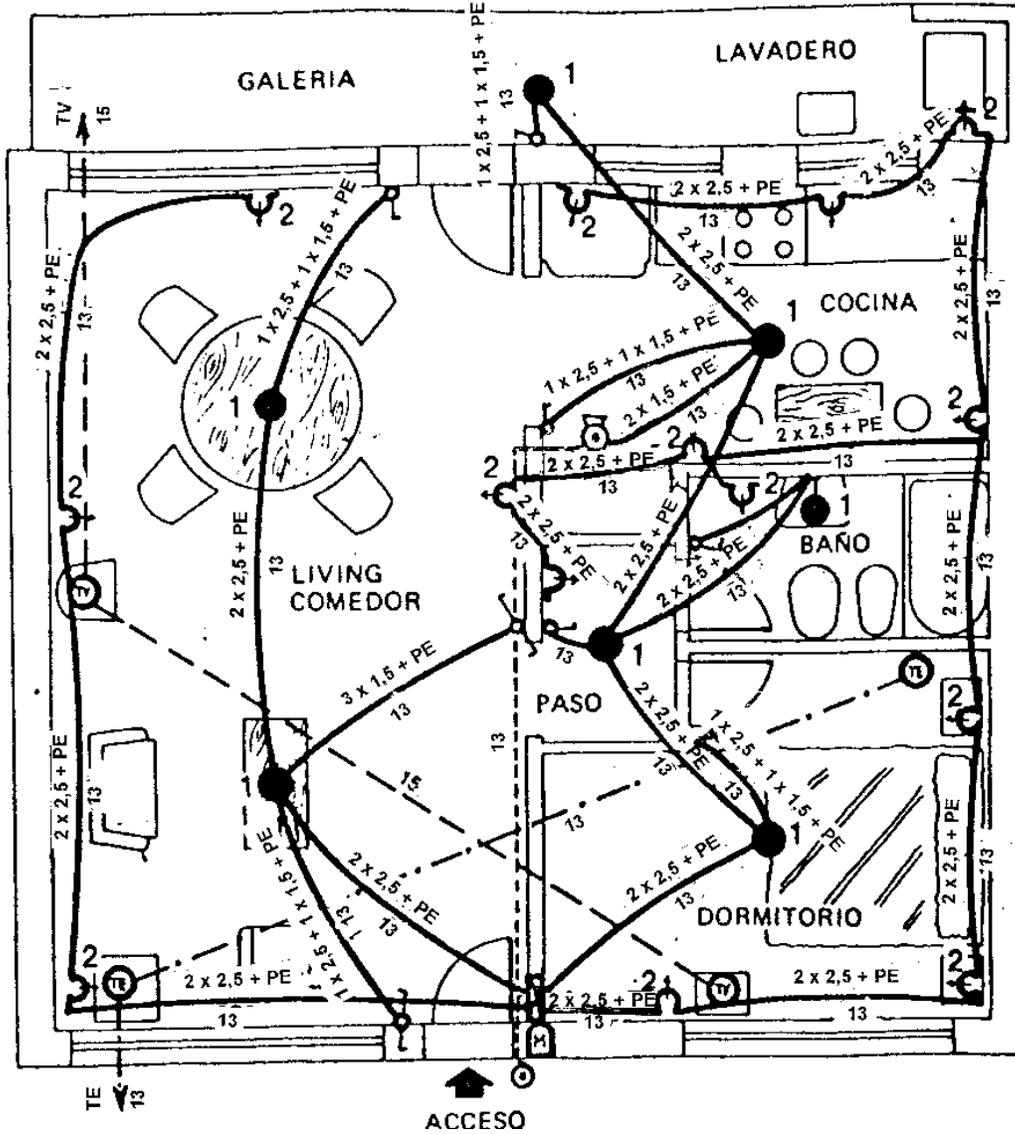
Para este caso las líneas *deben ser por lo menos bifilares* y los conductores a emplear son los comunes unifilares con aislación termoplástica de PVC que se ubican en conjunto en las cañerías, incluyendo además, el conductor de protección PE para la vinculación con la puesta a tierra.

Para un adecuado diseño, en el caso de electrificación mínima, se exige para los circuitos de usos generales como mínimo un circuito para alumbrado y otro para tomacorrientes, por lo cual, *cada local es abastecido por dos circuitos* y en caso de falla de uno de ellos, siempre se cuenta con alguna fuente alternativa de suministro de energía eléctrica en los mismos.

Además, este criterio de proyecto permite acotar las bocas y reforzar convenientemente los conductores del circuito de tomacorrientes, dado que en muchos casos la potencia eléctrica del artefacto que puede llegar a conectarse no es conocida y puede ser elevada.

Con objeto que los *circuitos no sean excesivamente sobrecargados* se admite un máximo de 15 bocas de salida, entendiéndose como *boca de salida* los puntos de consumo eléctrico como artefactos de iluminación o tomacorrientes, no incluyéndose dentro de este cómputo las cajas de interruptores. Por otra parte, *se limita la intensidad de protección* de los circuitos de usos generales para iluminación y tomacorrientes a 16 Amper.

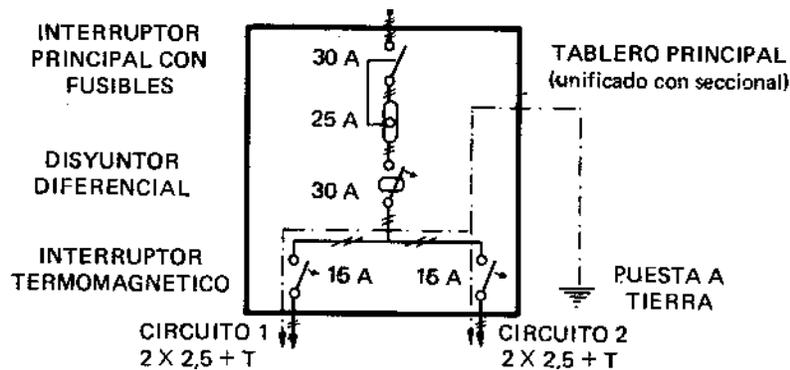
En la figura se detalla el plano y los detalles de la instalación



Local	Circuito 1 alumbrado	Circuito 2 tomas
Living-comedor	2 bocas techo	4 tomas
Dormitorio	1 boca techo	3 tomas
Paso	1 boca techo	1 toma
Cocina	1 boca techo	4 toma
Baño	1 boca pared	1 toma
Lavadero (galería)	1 boca techo	1 toma
Total	7 bocas	14 tomas

SIMBOLOS GRAFICOS

- Tablero principal
- Toma c/polo a tierra
- Llave interruptora unipolar
- Llave combinación
- Boca de pared
- Boca de techo
- Teléfono
- Antena televisión
- Pulsador
- Campanilla
- Conductor a tierra (2.5mm²)
- Medidor



Detalle del tablero eléctrico

Cálculo de la potencia máxima simultánea

Con la superficie de la vivienda del proyecto, se ha predeterminado el grado de electrificación según la tabla anterior y se han identificado los puntos de utilización mínimos, así como número de circuitos correspondiente. Luego, es necesario calcular la demanda de potencia máxima simultánea, para verificar si corresponde al grado de electrificación predeterminado.

Esta demanda se calcula sumando la potencia máxima simultánea de cada uno de los circuitos de uso general y especial correspondientes, tomando como mínimo para cada uno de ellos los valores que se indica en la tabla siguiente:

Demanda máxima de potencia simultánea

Circuito	Valor mínimo de la potencia máxima simultánea	
	Viviendas	Oficinas y locales
Iluminación para uso generales sin tomacorrientes derivados	66% de la que resulte de considerar todos los puntos de utilización previstos a razón de 150 VA cada uno	100% de la que resulte de considerar todos los puntos de utilización previstos a razón de 150 VA cada uno
Iluminación para uso general con tomacorrientes derivados	2200 VA por cada circuito	
Tomacorriente para uso general	2200 VA por cada circuito	
Iluminación para uso especial	66% de la que resulte de considerar todos los puntos de utilización previstos a razón de 500 VA cada uno	100% de la que resulte de considerar todos los puntos de utilización previstos a razón de 500 VA cada uno
Tomacorriente para uso especial	2200 VA por cada circuito	

Los valores indicados en la tabla precedente se consideran como mínimos. No obstante, si los consumos fueran conocidos y superasen estos mínimos, la demanda de potencia máxima simultánea debe calcularse en función de los mismos.

Si el resultado es igual o menor que el límite de potencia para el grado de electrificación preestablecido por la superficie del inmueble que en este caso es de 3,7 KVA, el proceso ha finalizado. En caso que se supere ese valor se debe rehacer el proyecto, predeterminando un grado de electrificación mayor.

Cálculo de las cargas de las líneas

Para el cálculo de las secciones de cables, cañerías y protecciones de las líneas de circuito, deben analizarse los consumos de los diversos aparatos eléctricos que se conectan.

Sin embargo, a los fines prácticos y toda vez que para los circuitos, se limitan la cantidad de bocas y la intensidad nominal de las protecciones, puede emplearse *la tabla anterior que determina la demanda de potencia a considerar en función del tipo de circuito*. Para las líneas seccionales se consideran la suma de las cargas de los circuitos que las alimentan.

Por otra parte, teniendo en cuenta que se trata de un proyecto mínimo donde las intensidades de proyecto son pequeñas se adoptan las secciones mínimas de conductores establecida por el Reglamento de la Asociación Electrotécnica Argentina, según se ha indicado en el plano.

Circuito de alumbrado	
• Cables troncales	2,5 mm ²
• Cables de alimentación a interruptores	2,5 mm ²
• Cables de retorno de interruptores	1,5 mm ²
Circuito de tomacorrientes	2,5 mm ²
Conductor de protección a tierra (PE)	2,5 mm ²
Línea seccional	4 mm ²
Conductor de puesta a tierra a jabalina	4 mm ²

En cuanto a las cañerías en función de la sección y cantidad de conductores se adoptan los diámetros que son los mínimos establecidos de 13 mm en las líneas de circuitos y de 15 mm en las líneas seccionales, que corresponden a los diámetros comerciales 5/8" y 3/4" respectivamente.

En la planilla de la figura se resumen los valores determinados y las intensidades nominales de las protecciones de cada circuito que de acuerdo a lo indicado precedentemente, deben cumplir que:

$$I_p \leq I_n \leq I_c$$

Donde

$I_p = W/E$, intensidad del proyecto (Amper).

W: potencia del circuito (VA)

I_c : intensidad máxima admitida por el conductor: 21 A para 2,5 mm² y de 28 A para 4 mm².

Nº de circuito	Destino	Nº de bocas	Potencia VA	I_p Amper	Sección mm ²	I_c Amper	I_n Amper	Caño mm(")
1	Iluminación	7	693*	3,15	2,5	21	16	12,5(5/8)
2	Tomas	14	2200	10	2,5	21	16	12,5(5/8)
-	Seccional	-	2893	13,15	4	28	25**	15,4(3/4)

* $W = 0,66 \times 150 \times 7 = 693$ VA

** La intensidad del fusible principal debe esta separada de las líneas de circuito, de modo que solo en casos excepcionales de fallas actúen (selectividad)

La demanda de potencia máxima simultanea calculada para la línea seccional es de aproximadamente 2,9 KVA que es menor que el valor límite de 3,7 KVA establecido para el grado de electrificación mínima para una superficie hasta 60 m², por lo que verifica el proyecto realizado.

POTENCIA ELÉCTRICA TOTAL DE UN EDIFICIO

Para la estimación de la potencia eléctrica que requiere un edificio, deben tenerse en cuenta dos aspectos fundamentales

- Características del edificio
- Factor de simultaneidad

Característica del Edificio

La evaluación de la potencia eléctrica en un edificio es un factor que no solo depende de la característica de diseño de la instalación, sino de las particularidades de uso del propietario, la mayoría de las veces indeterminadas.

Por tal motivo, a falta de datos precisos, se puede estimar la *suma de las potencias máximas simultáneas* determinadas en cada unidad, mediante el procedimiento realizado para la verificación del grado de electrificación indicado precedentemente.

Factor de simultaneidad

Durante el funcionamiento de la instalación debe tenerse en cuenta que existe la posibilidad de que no se conecte toda la potencia simultáneamente, por lo que se define el *factor de simultaneidad* como la relación entre la *potencia máxima consumida sobre la potencia total instalada*.

En general, para instalaciones pequeñas puede tomarse ese factor igual a uno, dado que es probable que puedan llegar a conectarse todos los artefactos en forma simultánea, pero a medida que el tamaño de la instalación aumenta este factor decrece.

En el Reglamento de la Asociación Electrotécnica Argentina se establece que el coeficiente de simultaneidad afecte directamente el valor de la potencia máxima simultánea de acuerdo al grado de electrificación de cada una de las unidades que componen el inmueble, de acuerdo a la tabla que se indica:

Factores de simultaneidad

Grado de electrificación	Coeficiente de simultaneidad
Mínima	1
Media	1
Elevada	0,9
Superior	0,8

Se aclara que en la verificación del grado de electrificación que sirvió de base al proyecto, no se tiene en cuenta el factor de simultaneidad.

De esa manera, la carga total de cada inmueble se establece sumando las demandas de potencia máxima simultánea que fueron las que se determinaron para verificar el grado de electrificación de cada unidad, mas la de los circuitos dedicados a *cargas específicas*, que corresponde a los consumos de servicios generales, fuerza motriz como bombas, ascensores, aire acondicionado, etc.

Para determinar la demanda de potencia máxima simultánea de los circuitos dedicados a cargas específicas se suman las potencias de esos circuitos multiplicados por los coeficientes de simultaneidad que corresponden en función de las características de las cargas y de la probabilidad de funcionamiento simultáneo.

Ejemplo de aplicación

Calcular la carga eléctrica de un edificio compuesto por 20 departamentos, 15 de ellos de electrificación mínima de 60 m² similar al proyecto de la vivienda que se ha realizado con una demanda de potencia máxima simultánea de 2,9 KVA y 5 con electrificación media de 120 m²., con una demanda, supuestamente calculada en 6 KVA de la misma manera que el caso anterior.

Los factores de simultaneidad (fs) según el grado de electrificación de los departamentos es 1 de acuerdo a la tabla anterior y para las cargas específicas se estima en 0,8.

Carga de los departamentos:

Electrificación mínima. 2,9 KVA x 15dtos.x 1(fs)	≅ 44 KVA
Electrificación media. 6 KVA x 5 dtos. x 1(fs)=	= <u>30 KVA</u>
Carga total de departamentos	74 KW

Cargas de circuitos específicos

Servicios comunes:

Pasillos y escaleras: iluminación 300 m² x 15 VA/m² = 4500 VA = 4,5 KVA

Garaje en sótano: iluminación 200 m² x 10 VA/m² = 2000 VA = 2 KVA

Fuerza motriz:

Bombas de agua 3 KVA.

Ascensores 5,5 KVA

Cargas específicas 15 KVA

Cargas totales específicas: 15KVAx 0,8 (fs) = 12 KVA

Potencia total de consumo del edificio: 74 KVA + 12 KVA = 86 KVA

Se establece en la Reglamentación que la instalación *debe proyectarse y dimensionarse para las cargas así calculadas*. No obstante, se admite que el propietario puede utilizar y contratar potencias inferiores según sus necesidades particulares.