Tableros, Conductores y Canalizaciones

Prof. Claudio González Cruz

Año Académico : P'2001

Generalidades

Tanto las protecciones de los conductores, como los elementos de comando para circuitos o equipos individuales deben ubicarse en puntos estratégicos de los recintos, en donde sean de fácil acceso para manipularlos y sea fácil visualizar su estado de operación.

Todo el sistema de soporte, cubiertas, conexiones internas, barras de distribución etc., que sirven para soportar y proteger mecánicamente a los elementos de protección y comando e interconectarlos eléctricamente entre sí y con el resto de la instalación, es lo que constituye un **tablero eléctrico**.

El cobre es el material más utilizado en la conducción de la energía eléctrica por sus características de excelente conductividad, gran resistencia mecánica y a la corrosión, y es de bajo costo.

En lo que respecta a la formulación de proyectos, tener en claro las condiciones de instalación del o los conductores a utilizar, es de suma importancia en la definición de las características que debe tener este para que no presente problemas de conducción, poca durabilidad y eventuales fallas.

Es lógico pensar que las condiciones de canalización de los conductores también es otra variable para determinar las propiedades que debe tener para asegurar un optimo servicio.

1.0 Aspectos Normativos

Según la norma NCH 4/84 en el artículo 6, los tableros son equipos eléctricos de la instalación en que se concentran dispositivos de protección y de maniobra; desde ellos se puede proteger y operar toda la instalación o parte de ella.

La cantidad de tableros necesarios en una instalación eléctrica, se determinará de acuerdo a la seguridad, funcionalidad y flexibilidad que deba tener dicha instalación, según la distribución del edificio y la finalidad de cada una de sus partes.

Respecto a su ubicación, los tableros serán instalados en lugares seguros y fácilmente accesibles. En caso de tener que ubicar un tablero en un lugar peligroso, deberá ser construido e instalado de acuerdo a las Normas respectivas.

En general todos los tableros deberán llevar estampadas en forma legible e indeleble la marca del fabricante, la tensión nominal de servicio, la corriente nominal general y el número de fases de alimentación. Todas las indicaciones anteriores deberán ser ubicadas en un lugar visible. El responsable de su instalación deberá agregar su nombre o marca registrada.

2.0 Clasificación

Dependiendo de la función y ubicación de los diferentes tableros de una instalación, estos se clasifican de la siguiente forma:

Tablero General	(T.G)
Tablero General Auxiliar	(T.G. Aux.)
Tablero de Distribución	(T.D.)
Tablero de Control	(T.C.)

Atendiendo a la utilización de la energía eléctrica, los tableros se clasifican en: tableros de alumbrado, tableros de fuerza, tableros de computación y combinación de estos.

2.1 Tableros Generales

Son los tableros principales de las instalaciones. En ellos estarán montados los dispositivos de protección y maniobra que protegen los conductores principales (alimentadores), y que permiten operar sobre toda la instalación interior en forma conjunta o fraccionada.

Se deberá instalar un tablero general en toda instalación en que exista más de un tablero de distribución y la distancia entre estos tableros y el empalme sea superior a 10 mts.

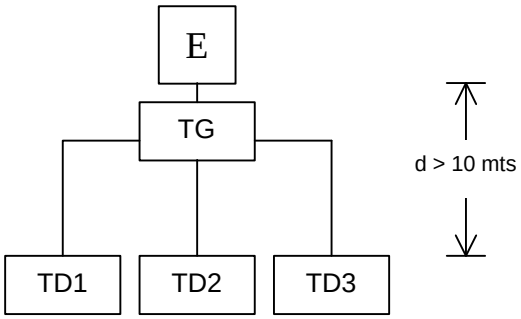


Figura 1 / Tablero General en el caso de más de un tablero de distribución

También se deberá instalar un tablero general en aquellas instalaciones en que existiendo un único tablero de distribución, éste este separado más de 30 metros del equipo de medida del empalme, y el alimentador de este tablero no quede protegido por la protección del empalme.

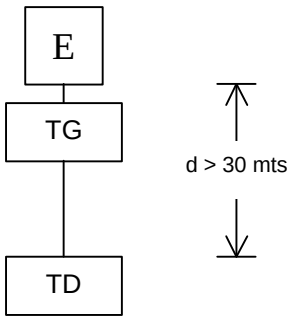


Figura 2 / Tablero General en el caso de un tablero de distribución

Todo tablero general del cual dependan más de seis alimentadores deberá llevar un interruptor general o protecciones generales que permitan operar sobre toda la instalación en forma simultánea.

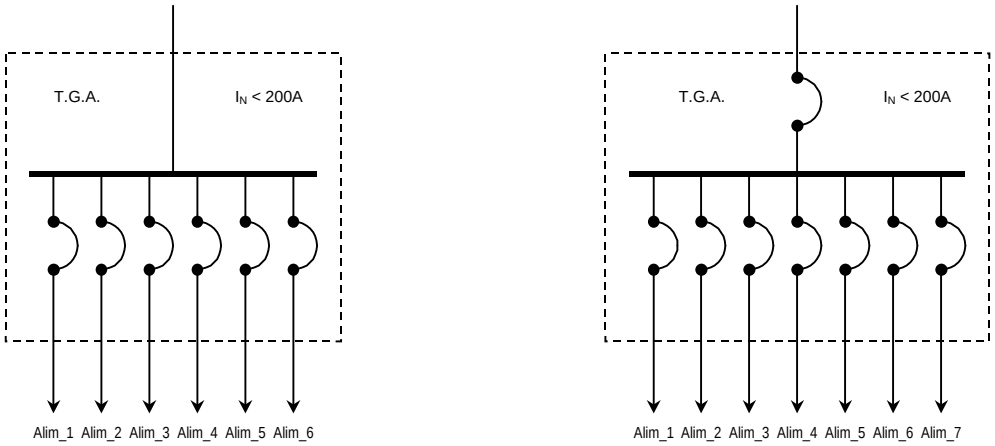


Figura 3 / Condición de uso de protección general por número de alimentadores

También será obligatorio el uso de una protección general, si la capacidad nominal del tablero es mayor o igual a 200 A. En este último caso, también deberán agregarse instrumentos de medida que indiquen la corriente y la tensión en cada fase, a la vez de instalar en el mismo gabinete del tablero, luces pilotos que indiquen el funcionamiento de cada uno de los alimentadores o circuitos controlados desde ellos.

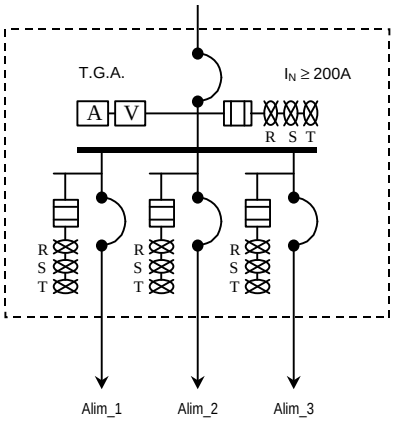


Figura 4 / Condición de uso de protección general por nivel de corriente

2.2 Tableros Generales Auxiliares

Son tableros que son alimentados desde un tablero general y desde ellos se protegen y operan conductores secundarios (subalimentadores), que alimentan tableros de distribución.

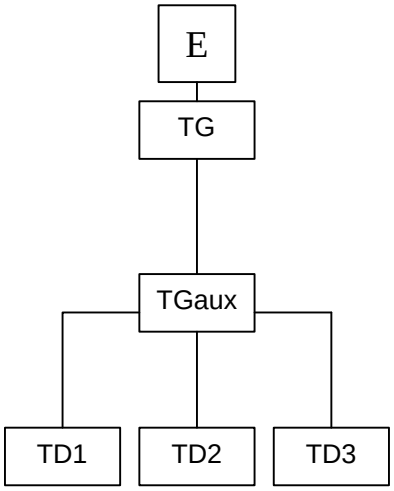


Figura 5 / Condición de uso de tableros generales auxiliares

Las exigencias indicadas para los tableros generales respecto a la protección general, instrumentos de medida y luces pilotos, también serán aplicadas a tableros generales auxiliares.

2.3 Tableros de Distribución

Son tableros que contienen dispositivos de protección y maniobra que permiten proteger y operar directamente los circuitos en que está dividida la instalación o una parte de ella; pueden ser alimentados desde un tablero general, general auxiliar o directamente desde el empalme.

En un tablero de distribución de alumbrado no deberán instalar más de 42 dispositivos de protección distintos a las protecciones generales.

Todo tablero de distribución cuya capacidad sea inferior a 200 (A) o cuyo alimentador tenga un dispositivo de protección de capacidad nominal inferior a 200 (A) no necesitará dispositivos de protección y operación generales.

Las exigencias indicadas para los tableros generales respecto a la protección general, instrumentos de medida y luces pilotos, también serán aplicadas a tableros de distribución.

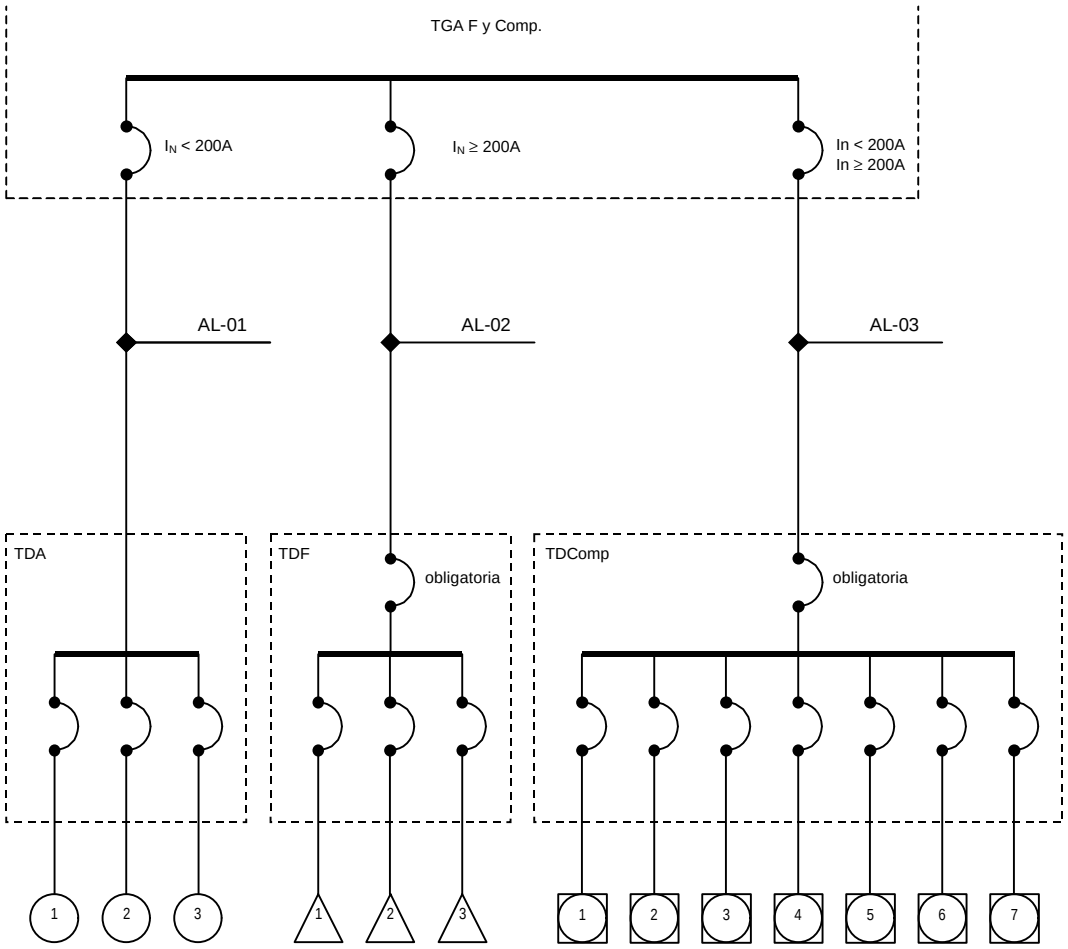


Figura 6 / Condición de uso protección general en tableros de distribución

En un tablero de distribución en que se alimentan circuitos de distintos servicios, tales como fuerza, alumbrado, computación u otros, las protecciones se deberán agrupar ordenadamente ocupando distintas secciones del tablero. Se colocaran protecciones generales correspondientes a cada servicio cuando las condiciones de seguridad y funcionamiento lo requieran.

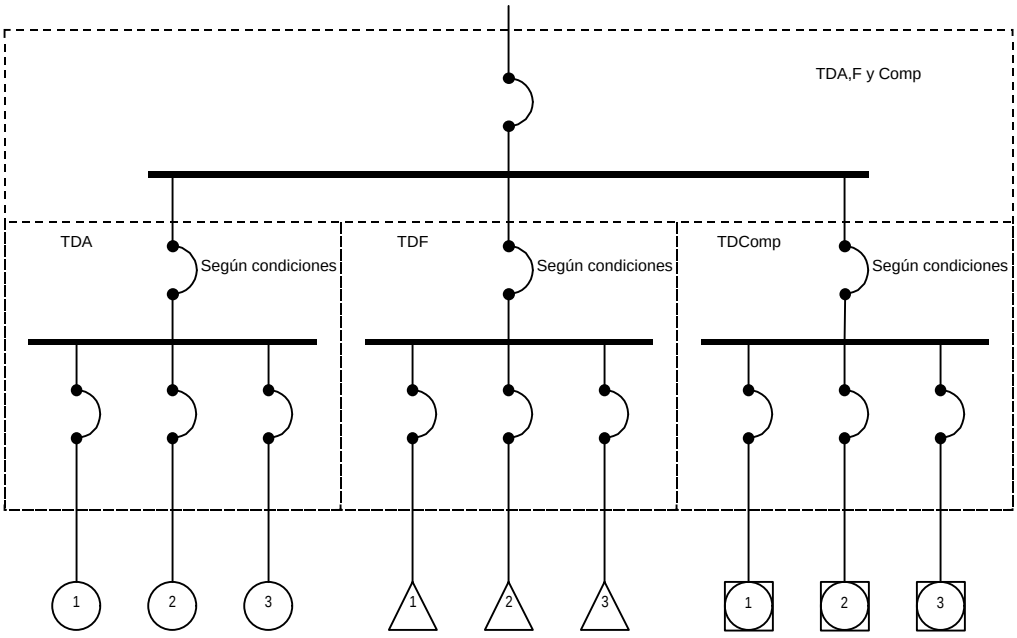


Figura 7 / Orden de ubicación de protecciones en tableros de distribución de usos compartidos

3.0 Aspectos Constructivos

Dependiendo del uso y preferentemente la forma constructiva, los tableros pueden ser:

- Cajas
- Gabinetes
- Armarios

Los materiales utilizados en la construcción de los tableros deberán ser incombustibles o autoextinguentes, no higroscópicos, resistentes a la corrosión o estar adecuadamente protegidos contra ella.

3.1 Cajas

Las cajas se utilizan para montajes embutidos o sobrepuestos en muros. Tienen en su tapa las perforaciones necesarias para dejar pasar libremente los elementos de protección, además, permiten operar estos dispositivos sin intervenir en el interior del tablero y los elementos de indicación (pilotos), si existen; sin embargo, ninguno de estos es solidario a la tapa, de modo de que se puede retirar ésta sin alterar el funcionamiento del tablero.

Figura 8 / Tablero eléctrico tipo caja

3.2 Gabinetes

Los gabinetes se utilizan para montajes embutidos o sobrepuestos en muros o bien en estructuras autosoportantes. El gabinete es cerrado y accesible únicamente por su parte frontal mediante una puerta de batiente vertical u horizontal.

Los dispositivos de protección y elementos que constituyen un gabinete, quedaran protegidos mediante una tapa, ésta deberá estar conectada a un dispositivo de enclavamiento que desenergice el tablero al retirarla, si las condiciones de seguridad de operación lo exigen.

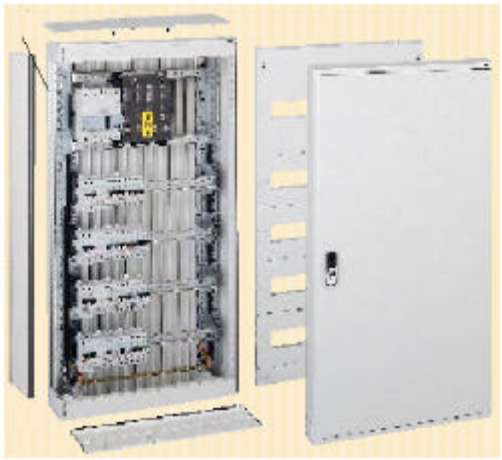


Figura 9 / Tablero eléctrico tipo gabinete

3.3 Armarios

Los armarios son autosoportantes, se montan anclados solidamente al piso y son accesibles por cualquiera de sus lados.

Cuando son accesibles por su parte frontal lo son a través de una o más tapas o puertas de batiente vertical las que cumplen con las mismas condiciones indicadas para las cajas y gabinetes.

Figura 10 / Tablero eléctrico tipo armario

4.0 Material Eléctrico

Los conductores que llegan a un tablero deben hacerlos a puentes de conexión o barras metálicas de distribución, desde las cuales se harán las derivaciones necesarias para alimentar los distintos dispositivos del tablero.

Las barras de distribución se deberán montar rígidamente soportadas en las cajas, gabinetes o armarios, y estarán convenientemente aisladas cuando corresponda.

Figura 11 / Barras de distribución (cobre)

Tanto las barras como los conductores de alambrado interno de los tableros deberán cumplir con el código de colores siguiente:

Conductor fase 1 : azul
Conductor fase 2 : negro
Conductor fase 3 : rojo
Conductor neutro o TS : blanco
Conductor de TP : verde o verde-amarillo

La capacidad de transporte de corriente de las barras se fijará de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 1
Capacidad de transporte de corriente para barras de cobre de sección rectangular
(según tabla 6.4 de la NCH 4/84)

Dimensiones de la Barra (mm)	Barras Pintadas				Barras Desnudas			
	1	2	3	4	1	2	3	4
12 × 2	125	225			110	200		
15 × 2	155	270			140	240		
12 × 3	185	330			170	300		
20 × 2	205	350			185	315		
20 × 3	245	425			220	380		
20 × 5	325	560			295	500		
25 × 3	300	520			270	460		
25 × 5	395	670			350	600		
30 × 3	355	610			315	540		
30 × 5	450	780			400	700		
40 × 3	460	790			425	710		
40 × 5	600	1000			520	900		
40 × 10	850	1500	2060	2800	760	1350	1850	2500
50 × 5	720	1220	1750	2300	630	1100	1650	2100
50 × 10	1030	1800	2450	3330	920	1600	2250	3000
60 × 5	850	1430	1950	2650	760	1250	1760	2400
60 × 10	1200	2100	2800	3700	1060	1900	2600	3500
80 × 5	1070	1900	2500	3200	870	1700	2300	3000
80 × 10	1560	2500	3300	4500	1380	2300	3100	4200
100 × 5	1350	2300	3000	3800	1200	2050	2850	3500
100 × 10	1880	3100	4000	5400	1700	2800	3650	5000
120 × 10	2550	3500	4500	6100	2000	3100	4100	5100
160 × 10	2800	4400	5800	7800	2500	3900	5300	7300
200 × 10	3350	5300	6900	9400	3000	4750	6350	8800

4.1 Orden de Conexionado

Los conductores del lado de la alimentación llegarán siempre al dispositivo de maniobra y desde allí pasarán al dispositivo de protección, en caso de que éstos estén separados.

En los tableros en donde se utilizan protecciones fusibles como limitadores de corriente de cortocircuito, en serie con disyuntores, los conductores del lado de la alimentación llegarán a los fusibles.

Los conductores del lado de la alimentación deberán llegar siempre a los contactos fijos de los interruptores, disyuntores, separadores o contactores.

Todo tablero deberá contar con una barra o puente de conexión a tierra. Si la caja, gabinete o armario es metálico, deberá conectarse a un conductor de protección.

5.0 Consideraciones Ambientales

Una de las finalidades de los tableros es, entre otras, la de servir de protección contra los agentes externos a los elementos y equipos contenidos en ellos. Las cajas de interruptores, dispositivos de control, señalización y medida que pueden encontrarse en un tablero, a su vez, presentan un cierto grado de protección a sus elementos constitutivos; pero esta expresión *"un cierto grado de protección"* es general y necesita ser definida con claridad para establecer su significado preciso en cada uno de los casos que puedan presentarse, en función al medio ambiente y la presencia de agentes extraños que puedan significar un problema al correcto desempeño de las funciones del equipo o conjunto considerado.

Las normas de diversos países establecen los grados de protección que deben presentar los equipos, a fin de evitar la penetración de cuerpos sólidos y líquidos, y en algunos casos se define también la resistencia mecánica a los golpes o choques.

La normalización nacional no ha llegado a establecer disposiciones sobre esta materia y por esta razón se citarán en los párrafos siguientes las prescripciones de la IEC, las que son de aplicación más usual para los equipos eléctricos que llegan de importación a nuestro país.

5.1 Prescripciones IEC

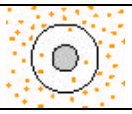
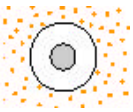
Las recomendaciones de la IEC (Comisión Electrotécnica Internacional), que se encuentran contenidas en las publicaciones IEC 144 e IEC 529, han sido adoptadas, entre otros, por Austria, Bélgica, España, Francia, Inglaterra y Suecia.

En las normas indicadas anteriormente, básicamente, la identificación del grado de protección se hace mediante la sigla IP seguida de un número de dos cifras, salvo en el caso de Francia en donde se agrega una tercera cifra. Las recomendaciones al ser adoptadas por los países asumen el grado de prescripciones y contemplan, además, en su articulo las pruebas que en cada caso debe cumplir un equipo para asignarle un determinado grado IP.

En algunos países de la comunidad europea se siguen las disposiciones de la publicación CEE 24, que reemplaza el uso del índice IP por símbolos, aunque las condiciones y exigencias impuestas a los equipos son equivalentes a las establecidas por la IEC (en la práctica la CEE es una subcomisión regional de la IEC).

En las tablas contenidas en las páginas siguientes, se indica el significado de las cifras IP y las simbologías de la CEE y su correspondiente equivalencia con los índices IP.

Tabla 2
Grado de protección de las carcasas de los materiales eléctricos
(según normas IEC 529, DIN 400.50, BS 5490 y NFC 20-010)

1ª cifra: Protección contra los cuerpos sólidos		
IP	**Test**	
0		Sin protección
1		Protegido contra cuerpos sólidos superiores a 50 mm. (ej. contactos involuntarios de la mano).
2		Protegido contra cuerpos sólidos superiores a 12 mm. (ej. dedos de la mano).
3		Protegido contra cuerpos sólidos superiores a 2,5 mm. (ej. herramientas, cables ...).
4		Protegido contra cuerpos sólidos superiores a 1 mm. (ej. herramientas finas, pequeños cables ...).
5		Protegido contra el polvo (sin sedimentos perjudiciales).
6		Totalmente protegido contra el polvo.

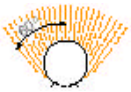
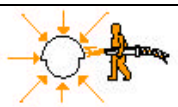
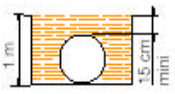
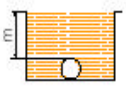
2ª cifra: Protección contra los líquidos		
IP	**Test**	
0		Sin Protección
1		Protegido contra las caídas verticales de gotas de agua (condensación).
2		Protegido contra las caídas de agua hasta 15º de la vertical.
3		Protegido contra agua de lluvia hasta 60º de la vertical.
4		Protegido contra las proyecciones de agua en todas las direcciones.
5		Protegido contra el lanzamiento de agua en todas direcciones.
6		Protegido contra el lanzamiento de agua similar a golpes de mar.
7		Protegido contra inmersión.
8		Protegido contra los efectos prolongados de inmersión bajo presión.

Tabla 3
Protección contra los choques mecánicos
(según normas EN 50102 y NFC 20-015)

IK	Energía de choque (en Joules)	"AG" de la NF C 15-100	Antigua 3ª cifra IP
00	0		0
01	0,15		
02	0,20	AG 1	1
03	0,35		
04	0,50		3
05	0,70		
06	1		
07	2	AG 2	5
08	5	AG 3	
(1)	6		7
09	10		
10	20	AG 4	9

(*) Esta tabla permite conocer la resistencia de un producto a los impactos (golpes), expresados en Joules, a partir del código IK. También permite conocer la correspondencia con la antigua 3ª cifra de los IP y las correspondientes condiciones de influencia externas "AG".

Tabla 4
Simbología disposiciones CEE 24

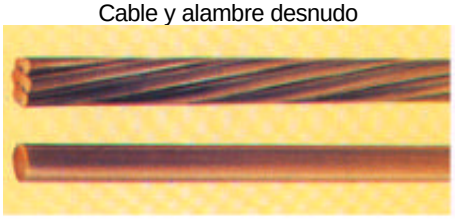
	Designación prescrita o usual (símbolo) en los siguientes países. (prescripción indicada entre paréntesis)						Clase de protección usual comparable según IEC
Grado de Protección	**Dinamarca (DEMKO tomo B 703, 1995)**	**Finlandia (EL. 1965)**	**Holanda (KEMA K 12ª, 6.55)**	**Noruega (KEMKO 22/52)**	**Suiza (SEV 0119,1955)**	**Internacional (CEE 24, 1962)**	
Sin protección	—	—	—	—	—	—	IP 00
Protegido contra gotas de agua							IP 1
Protegido contra lluvia			—	—	—	—	IP 3
Protegido contra rociado de agua					—		IP 4
Protegido contra chorro de agua			—	—	—	—	IP 5
Estanco al agua							IP 7
Protegido contra agua a presión	—		—	—	—	—	IP 8
Protegido contra el polvo			—	—	—	—	IP 5

6.0 Conductores Eléctricos

Un conductor eléctrico está formado primeramente por el conductor propiamente tal, usualmente de cobre. Este puede ser alambre, es decir, una sola hebra (abreviatura AL), o un cable (abreviatura CB), formado por varias hebras o alambres retorcidos entre sí. En un cable las hebras pueden estar dispuestas en forma uniforme y simétricas y se llama cableado concéntrico, si además la capa exterior viene alisada se le nombra comprimido. Cuando las hebras de un cable se encuentran al azar se les llama bunch o toron, en este caso si las hebras son muy finas y el conductor se usa en forma portátil o movible y es de calibre menor se le domina comúnmente cordón (abreviatura CR).

Los conductores pueden ser desnudos, vale decir, sólo el conductor de cobre, o aislado, con una protección de algún material polimérico. La protección de éstos conductores se llama aislación y su función es eléctrica y eventualmente también mecánica. Si el diseño del conductor no consulta otro tipo de protección se le denomina aislación integral, porque la aislación cumple su función y la de revestimiento a la vez.

Cable y alambre desnudo



Cable y alambre aislado

Cordones de usos múltiples

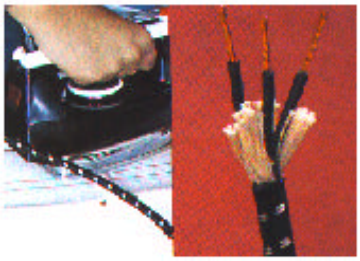


Figura 12 / Tipos de conductores

El conductor está identificado en cuanto a su tamaño por un calibre, el que puede ser milimétrico y expresarse en mm^2, o americano y expresarse en AWG o MCM con una equivalencia en mm^2.

6.1 Clasificación

En función del objetivo de uso que se las da a los conductores de una instalación interior, los conductores se clasifican en:

Alimentadores: son aquellos que van entre el equipo de medida y el primer tablero de la instalación, o los controlados desde el tablero general y que alimentan tableros generales auxiliares o tableros de distribución.

Subalimentadores: son aquellos que se derivan desde un alimentador directamente o a través de un tablero general auxiliar.

En un circuito, a los conductores a través de los cuales se distribuye la energía se les denominarán **líneas de distribución** y a los conductores que alimentan a un consumo específico o llegan al punto de comando de éste se les denominará **derivaciones.**

6.2 Dimensionamiento

La selección de un conductor se hará considerando que debe asegurarse una suficiente capacidad de transporte de corriente, una adecuada capacidad de soportar corriente de cortocircuito, una adecuada resistencia mecánica y un buen comportamiento ante las condiciones ambientales.

La determinación de la capacidad de trasporte de los conductores a utilizar al interior de una instalación eléctrica, esta condicionada en general, a la capacidad nominal del elemento que lo protege.

Dependiendo del uso que se le dé al conductor a dimensionar, existen ciertas restricciones y consideraciones a tomar en cuenta dentro del proceso de calculo. Estas consideraciones serán descritas más adelante.

Un punto en donde todos los conductores, independiente del uso que se les de, tienen un análisis en común, son el establecimiento del tipo de aislación y tipo de sección a utilizar.

En general, dependiendo de las condiciones de uso de los conductores al interior de una instalación eléctrica, se deberá encontrar una aislación que responda a las solicitaciones medioambientales a las que se verá expuesto.

La Norma NCH 4/84, en el capítulo 8, entrega tablas que indican las condiciones de uso de las aislaciones permitidas en instalaciones eléctricas interiores.

Tabla 5
Condiciones de uso para conductores aislados con secciones milimétricas
(según tabla 8.6 de la NCH 4/84)

Tipo de aislación	Designación	Temperatura de servicio (°C)	Tensión de servicio máx. admisible respecto a tierra	Condiciones de empleo
Conductor unipolar con aislación de PVC	NYA	70	660V.CA 750V.CC	Instalaciones Interiores de ambiente seco colocado dentro de tubos embutidos, sobrepuestos o directamente sobre aisladores.
Conductor unipolar especial con aislación de PVC	NSYA	70	660V.CA 750V.CC	En recintos húmedos y a la intemperie sobre aisladores, en líneas de entrada a viviendas situado fuera del alcance de la mano, tendido fijo protegido, en alimentación a máquinas herramientas y similares o adosado a las mismas.
Cables multiconductor, aislación y chaqueta de PVC	NYY(1)	70	660V.CA 750V.CC	Para instalar en recintos secos y húmedos, a la intemperie sin exponerse a rayos solares, en canaletas, directamente enterrado en el suelo y bajo el agua, con protección adicional cuando está expuesto a posibles daños mecánicos.
Cables planos multiconductores, aislación y chaqueta de PVC	TPS NYIF NYIFY	70	660V.CA 750V.CC	Para instalaciones bajo techo, embutidos, a la vista u ocultos. En ningún caso podrán apoyarse sobre material combustible.

Tabla 6
Condiciones de uso para conductores aislados con secciones AWG
(según tabla 8.6a de la NCH 4/84)

Tipo de aislación	Designación	Temperatura máxima de servicio (°C)	Tensión máxima de Servicio V. (CA)	Condiciones de empleo
Conductor unipolar con aislación de PVC	T	60	600	En interiores con ambiente seco, colocado dentro de tubos embutidos o sobrepuestos o directamente sobre aisladores.
Conductor unipolar con aislación de PVC resistente a la humedad.	THW (1)	60	600	Id. "T" pero para ambiente seco o húmedo y mayor temperatura.
Conductor unipolar con aislación de PVC y cubierta de nylon resistentes a la humedad mayor temperatura a los lubricantes y combustibles	THWN	75	600	Id. "THW", y para utilizarse en ambientes en que se manipulen lubricantes y combustibles.
Cable multiconductor, aislación y chaqueta de PVC.	TM-60	60	600	Para instalar en recintos secos y húmedos a la intemperie, sin exponerse a rayos solares, en canaletas, directamente enterrados en el suelo y bajo el agua, con protección adicional cuando esté expuesto a posibles daños mecánicos.
Cable multiconductor con aislación de PVC resistente a mayor temperatura	TM-75	75	600	Id. "TM-60" con mayor temperatura.
Cable multiconductor con aislación de PVC resistentes a mayor temperatura	TM-90	90	600	Id". TM-75" con mayor temperatura.
Conductor unipolar con aislación de polietileno y chaqueta de PVC	TTU o(1) PT	75	600	Ambiente húmedo y corrosivo sobrepuesto en canaletas, instalaciones subterráneas en ductos, directamente bajo tierra, en agua y a la intemperie sin exponerse a los rayos solares.
Conductor multipolar con aislación y chaqueta de PVC	TTMU (1)	75	600	Id. "TTU"

Tabla 6
Continuación

Tipo de aislación	Designación	Temperatura máxima de servicio (ºC)	Tensión máxima de Servicio V. (CA)	Condiciones de empleo
Multiconductor aislación de polietileno y chaqueta de PVC	PMT	75	600	Id. "TTU o PT" múltiple.
Conductor unipolar con aislación de goma	R	60	600	Id. "T".
Conductor unipolar con aislación de goma resistente a la humedad	RW	60	600	Id. " THW".
Conductor unipolar con aislación de goma resistente a la humedad y mayor temperatura	RHW	75	600	Id. "THW".
Conductor unipolar con aislación de goma para mayor temperatura	RH	75	600	Id. "R" con mayor temperatura.
Conductor unipolar con aislación de goma para mayor temperatura	RHH	90	600	Id. "THW" con mayor temperatura.

(1) Los conductores indicados, con aislación modificada para hacerla resistente a los rayos solares, se identificarán con la frase "RESISTENTE SOL" agregada a la designación propia del conductor.

Para determinar el tipo de sección a utilizar, basta con haber ubicado el tipo de aislación del conductor en calculo. Si el conductor tiene algunas de las aislaciones indicadas en la tabla 8.6, la sección del conductor deberá ser del tipo milimétrica; mientras que si la aislación del conductor es alguna de las contenidas en la tabla 8.6a, la sección del conductor deberá ser del tipo AWG.

Las capacidades de transporte de los conductores para las distintas secciones y tipos se señalan en las tablas 8.7 y 8.7a.

Tabla 7
Intensidad de corriente admisible para conductores aislados con secciones milimétricas
(según tabla 8.7 de la NCH 4/84)

Temperatura de servicio 70ºC Temperatura ambiente 30ºC			
Sección Nominal (mm^2)	**Grupo 1**	**Grupo 2**	**Grupo 3**
0,75	-	12	15
1	11	15	19
1,5	15	19	23
2,5	20	25	32
4	25	34	42
6	33	44	54
10	45	61	73
16	61	82	98
25	83	108	129
35	103	134	158
50	132	167	197
70	164	207	244
95	197	249	291
120	235	291	343
150	-	327	382
185	-	374	436
240	-	442	516
300	-	510	595
400	-	-	708
500	-	-	809

Grupo 1 : Conductores monopolares colocados en ductos.
Grupo 2 : Conductores multipolares.
Grupo 3 : Conductores monopolares tendidos libremente al aire libre.

Tabla 8
Intensidad de corriente admisible para conductores aislados con secciones AWG
(según tabla 8.7a de la NCH 4/84)

Temperatura de servicio 60º y 75ºC Temperatura ambiente 30ºC					
Sección de Referencia * mm^2	**Sección Nominal mm^2**	**GRUPO A Temperatura de Servicio**		**GRUPO B Temperatura de Servicio**	
		60ºC	**75ºC**	**60ºC**	**75ºC**
0,30	0,32	3	3	-	-
0,50	0,51	5	5	-	-
0,80	0,82	7,5	7,5	-	-
1,30	1,31	10	10	-	-
2	2,08	15	15	20	20

Tabla 8
Continuación

Temperatura de servicio 60º y 75ºC Temperatura ambiente 30ºC					
Sección de Referencia * mm^2	Sección Nominal mm^2	GRUPO A Temperatura de Servicio		GRUPO B Temperatura de Servicio	
		60ºC	75ºC	60ºC	75ºC
3,5	3,31	20	20	25	25
5,5	5,26	30	30	40	40
8,5	8,37	40	45	55	65
13	13,3	55	65	80	95
21	21,15	70	85	105	125
27	26,67	80	100	120	145
34	33,62	95	115	140	17
42	42,41	110	130	165	195
53	53,49	125	150	195	230
67	67,42	145	175	225	265
85	85,01	165	200	260	310
107	107,2	195	230	300	360
127	126,5	215	255	340	405
152	151,8	240	285	375	445
177	177,3	260	310	420	505
203	202,7	280	335	455	545
253	253,2	320	380	515	620
304	303,6	355	420	575	690
355	354,7	385	460	630	755
380	379,5	400	475	655	785

Grupo A : Hasta tres conductores en tubo o en cable, o directamente enterrados.
Grupo B : Conductor simple al aire libre.

Los valores indicados en las tablas 8.7 y 8.7a para conductores en ductos o en cables, son aplicables a tres conductores colocados en un mismo ducto o cable. En caso de circuitos trifásico no se considerará al neutro como un cuarto conductor y al conductor de tierra de protección en ningún caso se le considerará como un conductor activo al fijar la capacidad de transporte de una línea. Si el número de conductores activos colocados en un mismo ducto o cable exceda de tres se deberá disminuir la capacidad de transporte de cada uno de los conductores individuales de acuerdo al factor de corrección $\mathbf{f_{n°}}$, indicado en la tabla 8.8. En igual forma, si la temperatura ambiente es distinta de 30º la capacidad de transporte de los conductores se deberá modificar de acuerdo al factor de corrección $\mathbf{f_{t°}}$, indicado en las tablas 8.9 y 8.9a.

Tabla 9
Factor de corrección por cantidad de conductores (fn)
(según tabla 8.8 de la NCH 4/84)

Cantidad de Conductores	Factor
4 a 6	0,8
7 a 24	0,7
25 a 42	0,6
sobre 42	0,5

Tabla 10
Factor de corrección por temperatura (ft) para secciones milimétricas
(según tabla 8.9 de la NCH 4/84)

Temperatura ambiente °C	Factor
Más de 30 hasta 35	0,94
Más de 35 hasta 40	0,87
Más de 40 hasta 45	0,80
Más de 45 hasta 50	0,71
Más de 50 hasta 55	0,62

Tabla 11
Factor de corrección por temperatura (ft) para secciones AWG
(según tabla 8.9a de la NCH 4/84)

Temperatura ambiente °C	Factor según temperatura de servicio	
	60°C	75°C
Más de 30 hasta 40	0,82	0,88
Más de 40 hasta 45	0,71	0,82
Más de 45 hasta 50	0,58	0,75
Más de 50 hasta 55	0,41	0,67
Más de 55 hasta 60	-	0,58
Más de 60 hasta 70	-	0,35

6.2.1 Líneas de Distribución

La determinación de la aislación de los conductores de las líneas de distribución (circuitos), de alumbrado y fuerza, se realiza según lo indicado en el punto anterior (tablas 8.6 y 8.6a), con la salvedad de los circuitos de computación, en donde se deberán utilizar conductores del tipo cable en sección AWG, y aislaciones de preferencia del tipo THHN. Esto último es debido al problema que ocasionan las corrientes armónicas generadas por los equipos computacionales.

En líneas de distribución de alumbrado, la sección de los conductores de fase deberá ser tal que permita la circulación de la corriente nominal del dispositivo de protección del circuito, estando afectando su valor para efecto de estos cálculos, por los factores de corrección indicados en el punto anterior. Según esto, la capacidad de transporte necesaria de conductores de circuitos terminales de alumbrado deberá determinarse en función de la siguiente desigualdad:

$$I_{ZCA} \geq \frac{I_{NC}}{f_{t^\circ} \times f_{n^\circ}} \qquad \textbf{(Ec. 1)}$$

Donde:

I_{ZCA} : Capacidad de transporte del conductor de alumbrado según tablas 3 ó 4
I_{NC} : Capacidad nominal de la protección del circuito (A)
f_{t° : Factor de corrección por temperatura según tabla 6 ó 7
f_{n° : Factor de corrección por número de conductores según tabla 5

Los conductores de neutro y tierra de los circuitos terminales monofásicos y trifásicos, deberán tener la misma sección que el conductor de fase.

De cualquier forma, la sección mínima para circuitos de alumbrado deberá ser de 1,5 mm^2 en el caso de secciones milimétricas, y 2,08 mm^2 en el caso de secciones AWG.

En líneas de distribución de fuerza, en general, se deberán tomar las mismas consideraciones dadas para el caso de los circuitos de alumbrado.

Las consideraciones indicadas en para los sistemas de alumbrado, son válidas en el caso de la alimentación de motores o equipos de climatización, siembre y cuando se utilicen circuitos de alimentación independientes por cada equipo o motor presente en la red.

Según lo anterior, la desigualdad de dimensionamiento es la siguiente:

$$I_{ZCF} \geq \frac{I_{NC}}{f_{t^\circ} \times f_{n^\circ}} \qquad \textbf{(Ec. 2)}$$

Donde:

I_{ZCF} : Capacidad de transporte del conductor de fuerza según tablas 3 ó 4
I_{NC} : Capacidad nominal de la protección del circuito (A)
f_{t° : Factor de corrección por temperatura según tabla 6 ó 7
f_{n° : Factor de corrección por número de conductores según tabla 5

Al igual que en el caso de los circuitos de alumbrado, los conductores de neutro y tierra tanto para sistemas monofásicos como trifásicos, deberán tener la misma sección que el conductor de fase.

El valor mínimo de la sección de los conductores deberá ser de 2,5 mm^2 en el caso de secciones milimétricas, y 3,31 mm^2 en el caso de secciones AWG.

En el caso de utilizar en un mismo circuito diferentes motores o equipos de climatización, se deberán aplicar las consideraciones indicadas en el capítulo 12, sección 12.2 de la NCH 4/84.

En líneas de distribución de computación, la sección de los conductores de fase, neutro y tierra, deberán responder a los mismos criterios dados para el caso de los circuitos de alumbrado, con la consideración de que se deberán solamente utilizar cables con una sección mínima de 3,31 mm^2.

La desigualdad que representa el criterio de dimensionamiento de los conductores de computación es la siguiente:

$$I_{ZCC} \geq \frac{I_{NC}}{f_{t^\circ} \times f_{n^\circ}} \qquad \textbf{(Ec. 3)}$$

Donde:

I_{ZCC} : Capacidad de transporte del conductor de computación según tablas 3 ó 4
I_{NC} : Capacidad nominal de la protección del circuito (A)
f_{t° : Factor de corrección por temperatura según tabla 6 ó 7
f_{n° : Factor de corrección por número de conductores según tabla 5

6.2.2 Alimentadores y Subalimentadores

En el caso del dimensionamiento de los alimentadores y subalimentadores (referido a las fases), se deberán aplicar las mismas consideraciones indicadas para los circuitos finales, esto es que:

$$I_{ZAL} \geq \frac{I_{NAL}}{f_{t^\circ} \times f_{n^\circ}} \qquad \textbf{(Ec. 4.1)}$$

$$I_{ZSAL} \geq \frac{I_{NSAL}}{f_{t^\circ} \times f_{n^\circ}} \qquad \textbf{(Ec. 4.2)}$$

Donde:

I_{ZAL} : Capacidad de transporte del alimentador según tablas 3 ó 4
I_{ZSAL} : Capacidad de transporte del subalimentador según tablas 3 ó 4
I_{NAL} : Capacidad nominal de la protección del alimentador (A)
I_{NSAL} : Capacidad nominal de la protección del subalimentador (A)
f_{t° : Factor de corrección por temperatura según tabla 6 ó 7
f_{n° : Factor de corrección por número de conductores según tabla 5

Respecto a la sección del conductor de neutro, en el caso de un subalimentador monofásico, esta deberá ser igual a la sección determinada para el conductor de fase.

En el caso de los sistemas trifásicos que atienden a cargas del tipo lineales, la peor condición de desequilibrio es cuando por mal funcionamiento de dos de las fases del sistema, estas quedan fuera de servicio, lo que traería como consecuencia que por el neutro compartido circule la misma corriente que por una de las fases.

Según el planteamiento anterior, es recomendable que la sección del neutro sea la misma que la de los conductores de fase del sistema.

Lo anterior, **no contradice** el reglamento eléctrico nacional, ya que en el se establece que la sección del neutro **no deberá ser inferior** al 50% de la sección de los conductores activos (fases).

Para los alimentadores y subalimentadores que sirven a cargas no lineales, la recomendación es que la sección del neutro sea por lo menos equivalente al doble de la sección de las fases. Con esto se logra disminuir considerablemente la diferencia de potencial entre neutro y tierra que puede aparecer en las tomas de corriente.

En lo que respecta a la sección del conductor de tierra del alimentador y subalimentador, independiente que alimente a cargas lineales o no lineales, la sección de este, se deberá establecer en función de la información contenida en la siguiente tabla:

Tabla 12
Secciones nominales para conductores de protección
(según tabla 10.22 de la NCH 4/84)

Sección nominal de los conductores activos mm^2	Sección nominal del conductor de protección mm^2
1,5	1,5
2,5	2,5
4	2,5
6	4
10	6
16	6
25	10
35	10
50	16
70	16
95 hasta 185	25
240 hasta 300	35
400 o más	50

Otro de los parámetros que definen la necesidad de aumentar la sección de los conductores de fase, y en consecuencia la del neutro y tierra de protección, es la caída de tensión que puede producirse en el conductor activo, lo que puede afectar el funcionamiento de las cargas dependientes de este.

La caída de tensión indicada, debe entenderse como una pérdida en la amplitud de la tensión de entrada al conductor, producto de la resistencia de este. Según esto, la tensión que aparece al final del conductor es inferior a la tensión de entrada.

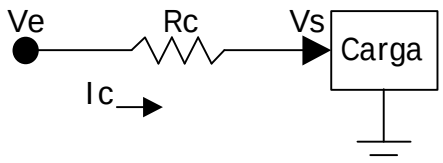


Figura 13 / Definición del voltaje de pérdida

Donde:

Ve : Tensión de entrada (V)
Rc : Resistencia del conductor (Ω)
Vs : Tensión de salida (V)
Ic : Corriente que circula por el conductor (A)

Según el esquema anterior, la tensión de salida (Vs), será igual a la tensión de entrada (Ve), menos, la caída de tensión del conductor. A esta caída de tensión le llamaremos voltaje de pérdida (Vp).

Según la ley de Ohm : $V = I \times R$ **(Ec. 5)**

Si lo aplicamos al conductor sería : $Vp = Ic \times Rc$ **(Ec. 6)**

La resistencia del conductor es : $\frac{\rho \times Lc}{Sc}$ **(Ec. 7)**

Finalmente si unimos (6) y (7) : $Vp = \frac{\rho \times Lc \times Ic}{Sc}$ **(Ec. 8)**

Si consideramos que la corriente máxima que puede circular por el conductor en condiciones normales es la que deja pasar su elemento de protección, la expresión (8) sería:

$$Vp = \frac{\rho \times Lc \times I_N}{Sc} \quad \textbf{(Ec. 9)}$$

En un circuito monofásico, intervienen dos conductores en el potencial de pérdida (fase y neutro), por lo que la expresión (Ec. 9), deberíamos multiplicarla por dos; en el caso trifásico, solo interviene un solo conductor, por lo que la expresión deberíamos multiplicarla por uno.

Según lo anterior, la expresión final que define la caída de tensión en un subalimentador monofásico o trifásico es:

$$Vp = \frac{\rho \times Lc \times I_N}{Sc} \times k \quad \textbf{(Ec. 10)}$$

Donde:

- Vp : Voltaje de pérdida del conductor (V)
- Lc : Largo del conductor (V)
- I_N : Capacidad nominal del elemento de protección (A)
- Sc : Sección del conductor (mm^2)
- k : Factor de sistema (k=1 trifásico ; k=2 monofásico)

El reglamento eléctrico nacional indica que la sección de los conductores de los alimentadores y subalimentadores será tal, que la caída de tensión provocada por la corriente máxima que circula por ellos, no exceda del 3% de tensión nominal de la alimentación, siempre que la caída de tensión total en el punto más desfavorable de la instalación no exceda del 5% de dicha tensión.

Estos valores son válidos para alimentadores de alumbrado, fuerza, calefacción o combinación de estos consumos.

6.3 Cortocircuito Admisible

Otro de los parámetros que indican si la sección del conductor dimensionado es adecuada, es en el caso de que circule por el, una corriente de cortocircuito.

Los conductores pueden ser recorridos por corrientes extremas en tiempos muy cortos del orden del segundo en el caso de la presencia d una falla de cortocircuito en el sistema que alimenta.

Se considera que el calor producido (I^2 R t), no tiene tiempo de disiparse a través del aislamiento, y sólo calienta esencialmente el alma, vale decir, el calentamiento es adiabático.

$$C_R = \frac{k \times Sc \times \sqrt{\frac{T_{CC} - T_S}{t_d}}}{1000} \qquad \textbf{(Ec. 11)}$$

Donde:

- C_R : Capacidad de ruptura del conductor (kA)
- Sc : Sección del conductor (mm^2)
- T_{CC} : Temperatura de cortocircuito del conductor (°C)
- T_S : Temperatura de servicio del conductor según tablas 1 ó 2 (°C)
- t_d : Tiempo de despeje del cortocircuito por el elemento de protección (seg)
- k : Constante que depende del tipo de material.

Notas:

k = 11,2 para conductor de cobre
k = 8,2 para conductor de aluminio
T_{CC} = 150°C para conductores milimétricos
T_{CC} = 250°C para conductores AWG

7.0 Canalizaciones

En una instalación interior los conductores se pueden canalizar principalmente en tuberías metálicas y no metálicas, en bandejas y escalerillas.

7.1 Tuberías

En el caso de usar tuberías metálicas en una misma instalación, las tuberías deberán protegerse adecuadamente contra la corrosión en el caso de ser susceptibles a ella. Todas las canalizaciones de una instalación con tuberías metálicas debieran asegurar la continuidad y conservación de sección de la tubería en uniones y desviaciones de las líneas.

Las tuberías no metálicas rígidas deberán ser resistentes a la acción de la humedad y a los agentes químicos. Además, las tuberías deberán ser incombustibles o autoextinguibles. En las instalaciones con tuberías no metálicas rígidas deberá cuidarse que todo corte o desviación tenga pulidos sus cantos y aristas vivas y que no disminuya la sección efectiva del ducto.

En el caso de tuberías no metálicas flexibles, estas deberán tener la misma resistencia a agentes externos que las tuberías no metálicas rígidas y las deberán conservar durante toda su vida útil.

La cantidad máxima de los diferentes tipos de conductores en los distintos tipos de tuberías, se fijan de acuerdo a lo prescrito en las tablas siguientes.

Tabla 13
Cantidad máxima de conductores en tubos de acero barnizado y galvanizado y tubo plástico flexibe
(según tabla 8.16 de la NCH 4/84)

Tipo de ducto	t.p.f.	t.a. / t.a.g. / t.p.f.			t.a. / t.a.g.		
	DIÁMETRO NOMINAL						
SECCIÓN NOMINAL	1/2"	5/8"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"
NYA – T (mm^2)	CANTIDAD DE CONDUCTORES						
1	7	10	16	30	-	-	-
1,5	6	7	13	25	-	-	-
2,5	3	6	7	16	26	-	-
4	3	4	6	10	18	26	-
6	1	3	5	7	14	22	40
10	1	1	3	5	9	13	25

Tabla 14
Cantidad máxima de conductores en tubos de acero barnizado y galvanizado y tubo plástico flexibe
(según tabla 8.16a de la NCH 4/84)

Tipo de ducto		t.p.f.	t.a. / t.a.g. / t.p.f.			t.a. / t.a.g.		
		DIÁMETRO NOMINAL						
SECCIÓN NOMINAL		1/2"	5/8"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"
NSYA (mm^2)	TW THW (mm^2)	CANTIDAD DE CONDUCTORES						
1,5	-	3	5	8	15	25	-	-
-	2,08	2	3	5	10	16	24	-
2,5	-	3	4	7	12	20	30	-
-	3,31	1	3	4	8	13	19	36
4	-	2	3	5	9	15	23	43
-	5,26	1	2	3	6	10	15	28
6	-	1	3	4	8	12	19	35
-	8,37	1	1	2	3	6	9	17
10	-	1	1	2	5	8	12	22
-	13,30	-	1	1	3	5	8	15
16	-	-	1	1	3	5	7	14
-	21,20	-	1	1	2	3	5	9
25	-	-	1	1	2	3	5	9
-	26,70	-	-	1	1	3	4	8
35	-	-	-	1	1	2	4	7
-	33,60	-	-	1	1	2	4	7
-	42,40	-	-	-	1	1	3	5
50	-	-	-	-	1	1	3	5
-	53,50	-	-	-	1	1	2	4
-	67,40	-	-	-	1	1	2	3
70	-	-	-	-	-	1	2	4
-	85,00	-	-	-	-	1	1	3
95	-	-	-	-	-	1	1	3
-	107,20	-	-	-	-	1	1	2
120	-	-	-	-	-	-	1	2

Tabla 15
Cantidad máxima de conductores en tubos de pared gruesa (cañerías) y tuberías no metálicas
(según tabla 8.17 de la NCH 4/84)

SECCIÓN NOMINAL		TIPO DE DUCTO													
		t.p.p.	t.p.r.	c.g.	t.p.p. / t.p.r. / c.g.								t.p.p.	t.p.r.	c.g.
NSYA mm²	TW THW mm²	1/2"	16 mm	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	3 1/2"	4"	110 mm	4"
1,5	-	4	5	7	12	20	36	-	-	-	-	-	-	-	-
-	2,08	3	3	5	8	13	23	32	-	-	-	-	-	-	-
2,5	-	3	4	6	10	16	28	39	-	-	-	-	-	-	-
-	3,31	2	3	4	7	11	19	26	42	-	-	-	-	-	-
4	-	2	3	4	8	13	22	30	50	-	-	-	-	-	-
-	5,26	1	2	3	5	8	14	20	33	-	-	-	-	-	-
6	-	2	2	3	6	10	18	24	40	-	-	-	-	-	-
-	8,37	1	1	1	3	5	9	12	20	31	-	-	-	-	-
10	-	1	1	2	4	6	11	16	26	37	-	-	-	-	-
-	13,3	1	1	1	2	4	7	10	16	23	38	-	-	-	-
16	-	1	1	1	2	4	7	10	16	23	36	-	-	-	-
-	21,2	-	1	1	1	3	5	7	11	16	25	-	-	-	-
25	-	-	1	1	1	3	5	6	9	15	24	32	-	-	-
-	26,7	-	-	1	1	2	4	6	10	14	20	29	-	-	-
-	33,6	-	-	1	1	2	4	5	8	12	14	24	29	30	31
35	-	-	-	1	1	2	4	5	8	13	19	26	30	31	33
-	42,4	-	-	-	1	1	2	4	6	9	13	18	21	22	23
50	-	-	-	-	1	1	2	4	6	9	13	18	21	22	23
-	53,5	-	-	-	1	1	2	3	5	7	11	15	18	19	20
-	67,4	-	-	-	1	1	1	2	4	6	9	12	15	15	16
70	-	-	-	-	-	1	2	3	4	6	10	14	16	17	15
-	85,0	-	-	-	-	1	1	2	3	5	8	11	13	13	14
95	-	-	-	-	-	1	1	2	3	5	8	10	12	13	13
-	107,2	-	-	-	-	1	1	1	3	4	7	9	11	11	12
120	-	-	-	-	-	1	1	1	3	4	6	8	10	10	11
-	126,7	-	-	-	-	-	1	1	2	3	5	7	8	9	9
150	-	-	-	-	-	-	1	1	2	3	4	6	7	8	8
-	152,0	-	-	-	-	-	1	1	2	3	4	6	7	8	8
-	177,3	-	-	-	-	-	1	1	1	3	4	5	6	7	7
185	-	-	-	-	-	-	1	1	1	3	4	5	6	7	7
-	202,7	-	-	-	-	-	1	1	1	2	4	5	6	6	6
240	-	-	-	-	-	-	-	1	1	2	3	4	5	5	5
-	253,0	-	-	-	-	-	-	1	1	2	3	4	5	5	5
300	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	2	3	4	4	4
-	304,0	-	-	-	-	-	-	1	1	1	2	3	4	4	4
-	380,0	-	-	-	-	-	-	-	1	1	2	3	3	3	3
400	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	2	3	3	3	3
-	506,7	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	2	2	3	3

Tabla 16
Cantidad máxima de conductores en tubos de pared gruesa galvanizados (cañerías) y tuberías no metálicas (según tabla 8.17a de la NCH 4/84)

Tipo de ducto	t.p.p.	t.p.r. / c.g. / t.p.p.				t.p.r. / c.g.		
Diámetro nominal	1/2"	16 mm	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"
Sección nominal NYA – T (mm^2)	CANTIDAD DE CONDUCTORES							
1	7	7	15	26	43	-	-	-
1,5	6	7	12	21	34	-	-	-
2,5	4	5	7	14	22	39	-	-
4	3	3	5	7	15	26	36	-
6	2	3	4	7	12	21	28	27
10	1	1	2	4	7	13	18	49

Tabla 17
Cantidad máxima de conductores en tubos de pared gruesa galvanizados (cañerías) y tuberías no metálicas (según tabla 8.18 de la NCH 4/84)

SECCIÓN NOMINAL	TIPO DE DUCTO													
	t.p.p.	t.p.r.	c.g.	t.p.p. / t.p.r. / c.g.								t.p.p.	t.p.r.	c.g.
TTU mm^2	1/2"	16 mm	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	3 1/2"	4"	110 mm	4"
8,37	-	-	1	1	3	7	13	20	-	-	-	-	-	-
13,3	-	-	1	1	1	4	7	13	20	-	-	-	-	-
21,2	-	-	1	1	1	3	6	8	14	22	-	-	-	-
26,7	-	-	-	1	1	3	4	8	12	18	25	-	-	-
33,6	-	-	-	1	1	1	3	7	8	16	22	25	26	27
42,4	-	-	-	1	1	1	2	4	7	11	15	17	18	19
53,5	-	-	-	1	1	1	2	4	6	10	13	15	16	17
67,4	-	-	-	-	1	1	1	3	5	8	11	13	13	14
85,0	-	-	-	-	1	1	1	3	4	7	9	11	11	12
107,2	-	-	-	-	1	1	1	2	3	6	8	9	10	10
126,7	-	-	-	-	-	1	1	1	3	4	6	7	7	8
152,0	-	-	-	-	-	1	1	1	2	4	5	6	6	7
177,3	-	-	-	-	-	1	1	1	2	3	5	6	6	6
202,7	-	-	-	-	-	-	1	1	2	3	4	5	5	5
253,0	-	-	-	-	-	-	1	1	1	3	3	4	4	5
304,0	-	-	-	-	-	-	-	1	1	2	3	3	3	4
380,0	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	2	3	3	3
506,7	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	2	2	2	2

Esta tabla es válida en canalizaciones subterráneas cuya distancia máxima entre cámaras sea de 90 mts. con un máximo de dos curvas y una desviación por cada curva no mayor de 60º con respecto de la línea recta.

7.2 Bandejas

Las bandejas portaconductores son ductos con tapas removibles en los cuales se permite colocar conductores correspondiente a uno o varios circuitos y alimentar distintos servicios. Pueden usarse en instalaciones a la vista u ocultas en lugares accesibles, en el interior de edificios.

No se permite el empleo de bandejas portaconductores en lugares en donde existan polvos o fibras combustibles en suspensión, excepto si los conductores y los equipos empleados son a prueba de explosión.

Las bandejas utilizadas pueden ser metálicas o de material plástico, siendo necesario, si se conducen circuitos de comunicaciones, que no sean de material magnético.

Podrán llevarse como máximo 30 conductores o cables multiconductores activos, siempre que éstos, incluyendo su aislación, no ocupen más del 20% de la sección transversal de la bandeja.

7.3 Escalerillas

Las escalerillas portaconductores son un sistema soportante de conductores eléctricos formado por perfiles longitudinales y travesaños que conforman una unidad rígida y completa de canalización. Estas estructuras pueden ser metálicas, plásticas o de otro material aprobado para tal uso.

La instalación de escalerillas es similar a la de las bandejas portaconductores, siendo solamente mencionable que las instalaciones en escalerillas deben ser lo suficientemente rígidas para permitir una adecuada conducción de los cables.

7.4 Cajas de Derivación

Se utilizan en las canalizaciones con tuberías como puntos de unión o derivación y en lugares en donde se pongan aparatos o accesorios.

Las cajas podrán ser metálicas o no, dependiendo del tipo de ducto que se esté utilizando y en general, en una misma caja no deben haber más de 5 ductos.

7.5 Cámaras

Las cámaras son elementos que se utilizan para facilitar la colocación, mantenimiento, reparación, uniones o derivaciones de los conductores y permitir los empalmes de distintos tipos de ductos.

Existen distintos tipos de cámaras, cada una adecuada para una función en particular.

Cámaras tipo A

Son de dimensiones suficientes como para permitir el fácil acceso al interior de una persona para efectuar trabajos.

Cámaras tipo B

Son de dimensiones suficientes como para permitir la fácil manipulación de los conductores y la inspección desde el exterior.

Cámaras tipo C

Son de dimensiones suficientes (menores a la B), como para permitir la fácil manipulación de los conductores y la inspección desde el exterior.

Referencias

- NCH 4/84 Instalaciones Interiores de Baja Tensión
  Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción

- Apuntes Curso "Taller del Tablerista"
  Depto. de Capacitación Legrand

- Guía Técnica de la Protección
  Legrand

- Appareillage électrique d' installations
  Catalogue 2000 Legrand

- Catálogo de Conductores
  MADECO S.A.

- Apuntes "Tableros Eléctricos"
  Prof. Claudio González Cruz – INACAP Colón

- Apuntes "Conductores y Canalizaciones"
  Prof. Claudio González Cruz – INACAP Colón