

DIVISIÓN DE INGENIERÍA DE ELECTRICIDAD

PLIEGO TÉCNICO NORMATIVO

: RIC N°04

MATERIA

: CONDUCTORES, MATERIALES Y SISTEMAS DE CANALIZACIÓN.

FUENTE LEGAL

: DECRETO CON FUERZA DE LEY N° 4/20.018, DE 2006, DEL MINISTERIO DE ECONOMÍA, FOMENTO Y RECONSTRUCCIÓN, LEY GENERAL DE SERVICIOS ELÉCTRICOS.

FUENTE REGLAMENTARIA

: DECRETO N°8, DE 2019, DEL MINISTERIO DE ENERGÍA, REGLAMENTO DE SEGURIDAD DE LAS INSTALACIONES DE CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.

DICTADO POR

: RESOLUCIÓN EXENTA N° 33.877, DE FECHA 30/12/2020, DE LA SUPERINTENDENCIA DE ELECTRICIDAD Y COMBUSTIBLES.

1 Objetivos

El objetivo del presente pliego técnico es establecer los requisitos de seguridad que deben cumplir los conductores, los materiales y los sistemas de canalización a utilizar en las instalaciones de consumo de energía eléctrica del país.

2 Alcance y campo de aplicación

Las disposiciones de este pliego técnico son aplicables a todas las instalaciones de consumo de energía eléctrica, en adelante e indistintamente, instalaciones.

3 Referencias normativas

Las normas técnicas a las que se hace referencia a continuación son parte integrante del presente pliego técnico y solo deben ser aplicadas en los puntos en los cuales son citadas.

3.1	IEC 60228	2004	Conductors of insulated cables
3.2	IEC 60529: 1989 +AMD1:1999 +AMD2:2013 CSV		Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)
3.3	IEC 61084-2-1	2017	Cable trunking and ducting systems for electrical installations - Part 2: Particular requirements - Section 1: Cable trunking and ducting systems intended for mounting on walls or ceilings.
3.4	IEC 61084-2-4	2017	Cable trunking and ducting systems for electrical installations - Part 2: Particular requirements - Section 4: Service poles.
3.5	IEC 61238-1-1	2018	Compression and mechanical connectors for power cables - Part 1-1: Test methods and requirements for compression and mechanical connectors for power cables for rated voltages up to 1 kV ($U_m = 1,2 \text{ kV}$) tested on non-insulated conductors

3.6	IEC 61238-1-2	2018	Compression and mechanical connectors for power cables - Part 1-2: Test methods and requirements for insulation piercing connectors for power cables for rated voltages up to 1 kV ($U_m = 1,2 \text{ kV}$) tested on insulated conductors
3.7	IEC 61238-1-3	2018	Compression and mechanical connectors for power cables - Part 1-3: Test methods and requirements for compression and mechanical connectors for power cables for rated voltages above 1 kV ($U_m = 1,2 \text{ kV}$) up to 30 kV ($U_m = 36 \text{ kV}$) tested on non-insulated conductors
3.8	IEC 61386-1	2008 AMD1:2017 CSV	Conduit systems for cable management - Part 1: General requirements.
3.9	IEC 61386-21	2002	Conduit systems for cable management - Part 21: Particular requirements - Rigid conduit systems.
3.10	IEC 61386-22	2002	Conduit Systems for cable management - Part 22: Particular requirements - Pliable conduit systems.
3.11	IEC 61386-23	2002	Conduit systems for cable management - Part 23: Particular requirements - Flexible conduit systems.
3.12	IEC 61386-24	2004	Conduit systems for cable management - Part 24: Particular requirements - Conduit systems buried underground.
3.13	IEC 61439-6	2012	Low-voltage switchgear and controlgear assemblies - Part 6: Busbar trunking systems (busways).
3.14	IEC 61537	2006	Cable management - Cable tray systems and cable ladder systems.
3.15	IEEE 837	2014	Standard for Qualifying Permanent Connections Used in Substation Grounding.
3.16	DIN 4102-12	1998	Fire behaviour of building materials and building components - Part 12: Circuit integrity maintenance of electric cable systems; requirements and testing.
3.17	ISO 4589-1	2017	Plastics -- Determination of burning behaviour by oxygen index -- Part 1: General requirements.
3.18	UNE-EN 1366-3	2011	Ensayos de resistencia al fuego de instalaciones de servicio. Parte 3: Sellantes de penetración.
3.19	UL 1565	2013	Positioning Devices
3.20	UL 486A-486B	2018	Wire connectors.
3.21	UL 486C	2018	Splicing Wire Connectors
3.22	UL 746C	2018	Standard for Polymeric Materials - Use in Electrical Equipment Evaluations
3.23	UL 857	2009	Busways
3.24	UL 1479	2015	Standard for Fire Tests of Penetration Firestops

3.25	UL 1581	2001	Reference Standard For Electrical Wires, Cables, And Flexible Cords
3.26	ANSI C119.4	2016	American National Standard for Electric Connectors - Connectors for Use between Aluminum-to-Aluminum and Aluminum-to-Copper Conductors Designed for Normal Operation at or Below 93°C and Copper-to-Copper Conductors Designed for Normal Operation at or Below 100°C
3.27	NCH 433	2009	Diseño sísmico de edificios.

Nota: Para la aplicación de este pliego técnico se podrán utilizar, en reemplazo de las normas IEC, las normas UNE equivalentes.

4 Terminología

- 4.1 **Accesible aplicado a canalizaciones:** Son aquellas canalizaciones que pueden ser inspeccionadas, sometidas a mantenimiento o modificadas, sin afectar la estructura de la construcción o sus terminaciones.
- 4.2 **Accesible fácilmente:** Son aquellas canalizaciones o equipos accesibles que pueden ser alcanzados sin necesidad de trepar, quitar obstáculos, etc., para repararlos, inspeccionarlos u operarlos.
- 4.3 **Accesorio**
 - 4.3.1 **Aplicado a materiales:** Material complementario utilizado en instalaciones eléctricas, cuyo fin es cumplir funciones de índole más bien mecánicas que eléctricas.
 - 4.3.2 **Aplicado a equipos:** Equipo complementario necesario para el funcionamiento del equipo principal.
- 4.4 **Aislación:** Conjunto de elementos utilizados en la ejecución de una instalación o construcción de un aparato o equipo y cuya finalidad es evitar el contacto con o entre partes activas.
- 4.5 **Aislamiento:** Magnitud numérica que caracteriza la aislación de un material, equipo o instalación.
- 4.6 **Aparato:** Elemento de la instalación destinado a controlar el paso de la energía eléctrica.
- 4.7 **Aprobado:** Aceptado por una entidad técnica, autorizada por la Superintendencia de acuerdo con sus facultades, mediante una certificación escrita en donde constan las características de funcionamiento y las normas de acuerdo con las cuales se efectuaron las pruebas de aprobación.
- 4.8 **Artefacto:** Elemento fijo o portátil, parte de una instalación, que consume energía eléctrica.
- 4.9 **Cable retardante a la llama:** Cable que podría quemarse al estar en contacto con fuego directo, pero en el cual las llamas se extinguen por sí solas en un tiempo determinado después de ser retirada la fuente de fuego. Para el alcance de este pliego, los cables retardantes de llama son aquellos que cumplen lo definido en el protocolo de análisis y/o ensayos de seguridad de productos eléctricos, respectivo aprobado por la Superintendencia.
- 4.10 **Cable no propagador de incendio:** Cable que podría quemarse al estar en contacto con fuego directo, pero en el cual las llamas no se propagan y se extinguen por sí solas, en un tiempo determinado después de ser retirada la fuente de fuego. Para el alcance de este pliego, los cables no propagadores de incendio son aquellos que cumplen lo definido en el protocolo de análisis y/o ensayos de seguridad de productos eléctricos, respectivo aprobado por la Superintendencia.

- 4.11 **Cable resistente al fuego:** Cable que podría quemarse al estar en contacto con fuego directo y que, a pesar de esto, mantiene la integridad del circuito durante un periodo de tiempo suficiente para mantener operativos los sistemas de seguridad de evacuación de personas. Para el alcance de este pliego, los cables resistentes al fuego son aquellos que cumplen lo definido en el protocolo de análisis y/o ensayos de seguridad de productos eléctricos, respectivo aprobado por la Superintendencia, además, cumplen con la categoría de no propagador de incendio, cables de baja emisión de humos, cables libres de halógenos y de baja toxicidad. Este cable se denomina (AS+).
- 4.12 **Cable de baja emisión de humos:** Cable que al quemarse no emite humos opacos tales que impidan la visibilidad dentro del recinto donde se encuentran instalados. Para el alcance de este pliego, los cables de baja emisión de humos son aquellos que cumplen lo definido en el protocolo de análisis y/o ensayos de seguridad de productos eléctricos, respectivo aprobado por la Superintendencia.
- 4.13 **Cable libre de halógenos:** Cable con un contenido de elementos halógenos lo suficientemente bajo para no producir gases tóxicos ni corrosivos durante su combustión. Para el alcance de este pliego, los cables libres de halógenos son aquellos que cumplen lo definido en el protocolo de análisis y/o ensayos de seguridad de productos eléctricos, respectivo aprobado por la Superintendencia.
- 4.14 **Cable de baja toxicidad:** Cable con un contenido de elementos, tal que produce una cantidad reducida de gases tóxicos durante su combustión. Para el alcance de este pliego, los cables de baja toxicidad son aquellos que cumplen lo definido en el protocolo de análisis y/o ensayos de seguridad de productos eléctricos, respectivo aprobado por la Superintendencia.
- 4.15 **Cable monoconductor:** Cable formado por un solo conductor.
- 4.16 **Cable multiconductor:** Cable formado por más de un conductor.
- 4.17 **Canalización:** Conjunto formado por conductores eléctricos, elementos que los soportan y accesorios que aseguran su fijación y protección mecánica.
- 4.17.1 **A la vista:** Canalizaciones que son observables a simple vista.
- 4.17.2 **Embutida:** Canalizaciones colocadas en perforaciones o calados hechos en muros, losas o tabiques de una construcción y que son recubiertas por las terminaciones o enlucidos de éstos.
- 4.17.3 **Oculta:** Canalizaciones colocadas en lugares que no permiten su visualización directa, pero que son accesibles en toda su extensión. Este término es aplicable también a equipos.
- 4.17.4 **Preembutida:** Canalización que se incorpora a la estructura de una edificación junto con sus envigados.
- 4.17.5 **Subterránea:** Canalizaciones que van enterradas en el suelo.
- 4.18 **Canastillos portaconductores:** soportes de conductores formados por alambres de acero normal o inoxidable, soldados formando una malla, plegada de modo de formar una estructura de sección transversal rectangular.
- 4.19 **Carga:** Es todo artefacto, equipo o instalación cuyo mecanismo u operación requiere del consumo de energía eléctrica para su funcionamiento. Dependiendo de su comportamiento las cargas pueden ser:
- 4.19.1 **Carga lineal:** Es una carga cuyas características no afectan las formas de onda de la tensión y de la corriente durante su período de funcionamiento.
- 4.19.2 **Carga no lineal:** Es una carga cuyas características alteran los parámetros de la alimentación modificando la forma de onda de la tensión y/o de la corriente durante su período de funcionamiento.
- 4.20 **Círcito:** Conjunto de artefactos y aparatos alimentados por una línea común de distribución, la cual es protegida por un único dispositivo de protección.
- 4.20.1 **Círcito de iluminación:** Es el circuito de alumbrado destinado a la alimentación de los portalámparas (todo aparato utilizado para iluminación).
- 4.20.2 **Círcito de enchufes:** Es el circuito de alumbrado destinado a la alimentación de los enchufes.

- 4.21 **Conductor:** Elemento de cobre, dentro del alcance de este pliego, cuya función específica es el transporte de corriente. De sección transversal frecuentemente cilíndrica o rectangular. De acuerdo con su forma constructiva podrá ser designado como alambre, si se trata de una sección circular sólida única, cable si la sección resultante está formada por varios alambres o barra si se trata de una sección rectangular.
- 4.22 **Ducto:** Tubería o bandeja; en general elemento cerrado sin ventilación o muy escasa. También aplicable a parte de una construcción utilizada para la instalación de conductores.
- 4.23 **Ducto barra:** Sistema de barras desnudas prefabricadas para el transporte de energía dentro de una carcasa protectora, incluyendo dispositivos y accesorios, las cuales son montadas sobre soportes aislantes, que en conjunto forman un sistema completo de canalización
- 4.24 **Empalme:** Conjunto de elementos y equipos eléctricos que conectan la Unidad de Medida de la instalación del usuario o cliente a la red de distribución.
- 4.25 **Escalerillas portaconductores:** sistemas de soporte de conductores eléctricos formados por perfiles longitudinales y travesaños que con sus accesorios forman una unidad rígida y completa de canalización.
- 4.26 **Molduras:** perfiles de material no metálico de dimensiones reducidas, de sección cuadrada, rectangular u otra, de tapa removible, que en conjunto con sus aparatos y accesorios forman un sistema completo de canalización.
- 4.27 **Pilar de servicio:** perfil metálico o no metálico, cerrado, destinado a ser usado en ambientes secos y limpios, generalmente en oficinas, o situaciones similares, construidas en la modalidad conocida como de piso libre.
- 4.28 **Trincheras:** vaciados hechos en el suelo o piso de una construcción, cuya finalidad es la de alojar los conductores o tuberías de circuitos eléctricos de distintos servicios o de circuitos de control.
- 4.29 **Shaft:** Conducto técnico (espacio que es parte de una construcción) generalmente destinado a contener las instalaciones de un edificio, para el tendido de canalizaciones eléctricas.
- 4.30 **Superintendencia:** Superintendencia de Electricidad y Combustibles.

5 Conceptos Generales

- 5.1 Todas las disposiciones de este pliego técnico se han establecido considerando el uso de conductores de cobre aislados, con la sola excepción de aquellos puntos en que se permite el uso de conductores desnudos.
- 5.2 Todos los conductores eléctricos aislados y canalizaciones no metálicas, para ser utilizados en instalaciones, deberán ser retardantes a la llama y autoextinguientes.
- 5.3 En los circuitos trifásicos que sirvan cargas no lineales que generen armónicas en el conductor neutro, éste se dimensionará de modo tal, que su sección sea a lo menos un 50 % mayor que la sección de los conductores de fase. Se excluyen de esta exigencia las instalaciones que cuenten con filtros armónicos especialmente diseñados para este fin, instalados directamente en la carga no lineal y que eviten la propagación de la contaminación armónica al resto de la instalación.
- 5.4 La sección mínima de los conductores a utilizar serán las secciones milimétricas que se indican:
- | | |
|----------------------------|---------------------|
| • Circuitos de iluminación | 1,5 mm ² |
| • Circuitos de enchufes | 2,5 mm ² |
| • Circuitos mixtos | 2,5 mm ² |
| • Subalimentadores | 2,5 mm ² |
| • Alimentadores | 4,0 mm ² |
- El dimensionamiento de alimentadores y subalimentadores se debe efectuar en conformidad al Pliego Técnico Normativo RIC N°03 “Alimentadores y demanda de una instalación”.
- 5.5 Los materiales de la aislación y/o cubierta de los conductores y las canalizaciones no metálicas como tuberías, bandejas y similares, destinadas a servir recintos, sectores, zonas, consideradas como lugares de reunión de personas, deberán ser:
- Retardante de llama.
 - No propagador de incendio.
 - De baja emisión de humos.
 - Libre de halógenos.
 - De baja toxicidad.
- 5.6 Las canalizaciones metálicas se considerarán libres de halógenos, de baja toxicidad y de baja emisión de humos, pero las no metálicas serán clasificadas como libres de halógenos, de baja toxicidad y de baja emisión de humos siempre que cumplan con los requisitos definidos en los protocolos de seguridad de productos eléctricos respectivos, establecidos por la Superintendencia.
- 5.7 En instalaciones en las que se exige la utilización de canalizaciones de las características detalladas en el punto 5.5 de este pliego, como lo son los lugares de reunión de personas, se podrá utilizar canalizaciones no metálicas que se exceptúen de estos requerimientos, siempre que se cumpla con las siguientes condiciones:
- 5.7.1 Solo se podrá utilizar canalizaciones que sean instaladas en forma embutida, preembutida u oculta, en paredes o pisos, que contengan una barrera térmica de un material con clasificación de resistencia al fuego del acabado de 90 minutos (F 90) como mínimo y en edificaciones de altura mayor a 5 pisos de 120 minutos (F 120)
- 5.7.2 Solo se podrán utilizar estas canalizaciones en tendidos de circuitos finales y no en canalizaciones destinadas a alimentadores o subalimentadores, ni en circuitos de emergencias.
- 5.7.3 Estas canalizaciones no podrán cruzar o estar ubicadas en ductos de ventilación.
- 5.8 Todo conductor que se instale en cualquier tipo de ducto metálico y no metálico, cuya sección sea superior a 6 mm² deberá ser del tipo cable.

- 5.9 Los cables de cualquier sección deberán contar con terminal, salvo que el borne o puente de conexión de la protección, barra, aparato o artefacto, sea de un diseño tal que haga innecesario o inconveniente esta exigencia.
- 5.10 La conexión entre los conductores y los terminales indicados en el punto 5.9 anterior, se debe hacer de modo que exista una adecuada continuidad eléctrica, sin daño para la sección del conductor y su aislación. Los terminales se unirán al conductor por alguno de los medios indicados en el punto 5.11 siguiente.
- 5.11 Las uniones y derivaciones entre conductores deberán hacerse mediante métodos que garanticen la conexión eléctrica y la integridad mecánica del contacto. Deberán evitarse las conexiones basadas en métodos que dependan solamente de la fuerza o destreza manual. Se aceptarán aquellas conexiones que utilicen los siguientes métodos:
 - 5.11.1 Por soldadura de bajo punto de fusión: son las que utilizan soldadura de plomo y estaño, siendo obligación del instalador el verificar previamente que la unión o derivación sea mecánicamente resistente. Se utilizará este método en calibres de cables hasta 6 mm² como máximo.
 - 5.11.2 Por soldadura de alto punto de fusión (termofusión): deberán probar que la unión o derivación sea mecánicamente resistente cumpliendo los requerimientos de la norma IEEE 837.
 - 5.11.3 Por baja compresión (conectores cónicos): se aprobarán solamente aquellos conectores que demuestren ser mecánicamente resistentes, ser fabricados en cobre estañado y cumplir con la norma UL 486C. Se utilizará este método en calibres de alambres y cables hasta 6 mm² como máximo.
 - 5.11.4 Por alta compresión: se aprobarán solamente aquellos conectores/terminales que hayan sido comprimidos con herramientas adecuadas, demostrando que la unión o derivación sea mecánicamente resistente. Los conectores/terminales deberán cumplir con la norma UL 486-486B, IEC 61238-1-1, IEC 61238-1-2, IEC 61238-1-3, ANSI C119.4 según corresponda.
- 5.12 Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas diseñadas para este propósito y con materiales no propagadores de la llama, cumpliendo además lo siguiente:
 - 5.12.1 En instalaciones destinadas a servir recintos, sectores, zonas, etc., consideradas como lugares de reunión de personas, las cajas construidas con materiales no metálicos deberán cumplir con las mismas características indicadas en el punto 5.5 de este pliego.
 - 5.12.2 Si son metálicas estarán protegidas contra la corrosión en su exterior e interior, sin excepción y en caso de ser no metálicas serán no propagadoras de la llama.
 - 5.12.3 Se deberá utilizar un 50% de ocupación de las entradas como máximo.
 - 5.12.4 Para mantener el grado de protección IP determinado, en el conjunto de la canalización, se deberán utilizar los accesorios adecuados para la correcta unión de las tuberías con las cajas.
- 5.13 Las cajas podrán fabricarse en materiales metálicos o no metálicos. Las cajas metálicas podrán utilizarse con los distintos tipos de canalización considerados en esta norma; si se usan con tuberías no metálicas cada caja deberá conectarse a un conductor de protección; esta conexión se deberá hacer con un perno colocado en la caja con este único propósito. No se acepta que se usen para este efecto los pernos de sujeción de la tapa.
Las cajas no metálicas no podrán utilizarse en canalizaciones con tuberías metálicas.
- 5.14 En la unión de las tuberías con las cajas, se deberán utilizar boquillas con bordes redondeados o dispositivos equivalentes, con el objetivo de realizar una efectiva unión mecánica y proteger la aislación de los conductores en su instalación y manipulación.
- 5.15 La entrada de un cable a una caja se fijará y protegerá mediante una prensaestopas o dispositivo similar, adecuado a la forma del cable.

- 5.16 Las entradas de una caja que no se usen deberán dejarse cerradas. Para posibilitar el cumplimiento de esta disposición, las perforaciones de entrada que se hagan durante el proceso de fabricación serán semicizalladas, de modo que puedan ser retiradas con facilidad con la ayuda de herramientas, pero deberán resistir sin desprenderse los esfuerzos propios de su manipulación e instalación.
- 5.17 Toda caja deberá tener su respectiva tapa, la que deberá quedar firmemente asegurada en su posición mediante pernos u otro sistema de cierre que exija de una herramienta para removerlo.
- 5.18 Las cajas usadas en lugares húmedos o mojados deberán ser de construcción adecuada para resistir las condiciones ambientales e impedir la entrada de humedad o fluido en su interior.
- 5.19 Las cajas que se usen en lugares en que haya gran cantidad de polvo en suspensión deberán ser de construcción estanca al polvo.
- 5.20 Las uniones de las tuberías con las cajas a prueba de humedad, goteo, chorro, de agua, salpicaduras o polvo deben efectuarse de modo que el conjunto conserve sus características de estanqueidad.
- 5.21 Las cajas deben estar rígidamente fijas a la superficie sobre la cual van montadas. En general, para canalizaciones ocultas o a la vista, las cajas deberán estar fijadas a alguna parte estructural de la construcción.
- 5.22 Los conductores deberán quedar libremente accesibles dentro de la caja sólo retirando la tapa, y ésta deberá poder retirarse sin necesidad de romper el enlucido de los muros, ni retirar ningún otro tipo de cubierta.
- 5.23 Las dimensiones de las cajas de derivación serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener, dejando un volumen disponible del 25%.
- 5.24 Las tuercas, contratuerças y boquillas utilizadas para fijar las tuberías o cables a las entradas de las cajas, deberán ser resistentes a la corrosión o estar protegidas contra ella, y tener la resistencia mecánica adecuada al uso que se les esté dando.
- 5.25 Las uniones y derivaciones se aislarán convenientemente, debiendo recuperar a lo menos un nivel de aislamiento equivalente al propio del conductor, utilizando para ello cintas aislantes, mufas de resinas epóxicas, cubiertas termoretráctiles o mecanoretráctiles u otros medios aprobados, según lo definido en los protocolos de análisis y/o ensayos de seguridad de productos eléctricos respectivos definidos por la Superintendencia.
- 5.26 Las uniones no deberán quedar sometidas a tensión mecánica, excepto las uniones hechas en líneas aéreas; las derivaciones deberán cumplir esta exigencia sin excepción.
- 5.27 En una misma tubería sólo podrán llevarse los conductores pertenecientes a un mismo circuito. Se exceptúan de esta disposición los conductores canalizados en pilares de servicio, bandejas, escalerillas, canastillos o canaletas, los que estarán sujetos a las disposiciones de las secciones 7.7, 7.8, 7.10, 7.11, 7.12 y 7.13 de este pliego, respectivamente.
- 5.28 Se permitirá el uso de conductores en paralelo, unidos en ambos extremos formando un conductor único, en líneas de potencia cuya sección sea de 50 mm² o superior, cumpliendo las condiciones siguientes:
 - 5.28.1 Que los conductores que formen el conjunto tengan el mismo largo.
 - 5.28.2 Que la sección de cada uno de los conductores que forma el conjunto sea la misma.
 - 5.28.3 Que la aislación de cada uno de los conductores que forma el conjunto sea del mismo tipo.
 - 5.28.4 Que en sus extremos tengan el mismo tipo de terminal de conexión con la misma dimensión y que se conecten al mismo punto (juntos).
 - 5.28.5 Al conjunto de conductores resultante se le deberá aplicar el factor de corrección de la capacidad de transporte por cantidad de conductores indicado en la tabla N°4.6.
 - 5.28.6 Al conjunto de conductores resultante se le deberá aplicar lo indicado en el anexo 3.1 del Pliego Técnico Normativo RIC N°03.

- 5.29 Para longitudes de línea superiores a 50 m, canalizadas en bandejas, canastillos, escalerillas o en líneas en que cada fase va canalizada en ductos separados, sea que se utilicen conductores simples o conductores en paralelo (dos o más conductores por fase) se deberán efectuar transposiciones de ubicación para mantener el equilibrio de impedancias de la línea y mantener con esto el equilibrio en la distribución de corrientes por fase. Estas transposiciones se harán dentro de las bandejas, canastillos, escalerillas o en cámaras o cajas de paso en líneas ubicadas en ductos. En líneas en que los conductores de las tres fases están canalizados en un único ducto, el ordenamiento natural que adoptan las líneas en el interior hace innecesaria la ejecución de transposiciones.
- 5.30 Las canalizaciones eléctricas deben identificarse adecuadamente para diferenciarlas de las de otros servicios. No se podrá utilizar los colores rojo, amarillo o azul en las canalizaciones eléctricas.
- 5.31 Las canalizaciones eléctricas se deben ejecutar de modo que en cualquier momento se pueda medir el aislamiento de los conductores, localizar posibles fallas o reemplazarlos en caso de ser necesario.
- 5.32 Los conductores de una canalización eléctrica se identificarán según el siguiente código de colores:

Conductor de la fase 1	azul
Conductor de la fase 2	negro
Conductor de la fase 3	rojo
Conductor de neutro y tierra de servicio	blanco
Conductor de protección	verde o verde/amarillo

- 5.33 Para secciones de conductores sobre 21 mm², en que el mercado nacional sólo ofreciera aislaciones monocolores, se deberán marcar los conductores en los extremos y cada 5 m, con un tipo de pintura de buena adherencia a la aislación u otro método que garantice la permanencia en el tiempo de la marca, respetando el código de colores establecido en el punto 5.32 anterior.

Por razones de seguridad, las cubiertas o aislaciones de color verde o verde/amarillo solo se emplearán para identificar conductores de protección (puesta a tierra). Por tal razón, no se permite el uso de alambres o cables multiconductores con cubierta exterior de color verde o verde/amarillo para otros fines, salvo que su fin específico sea la utilización como conductor de tierra de protección.

- 5.34 Todos los conductores deben ser continuos entre tableros eléctricos, entre caja y caja o entre artefactos y artefactos. No se permiten las uniones de conductores dentro de los tableros eléctricos o en los ductos.
- 5.35 Al alambrar una instalación se deberán seguir las siguientes indicaciones:

- 5.35.1 Todo el sistema de ductos debe estar instalado completo o en secciones completas antes de alambrar.
- 5.35.2 Debe evitarse el alambrar mientras la edificación no se encuentre en un estado de avance tal que se asegure una protección adecuada de la canalización contra daños físicos, humedad y agentes atmosféricos que la puedan deteriorar.
- 5.35.3 En el momento de efectuar el alambrado debe verificarse que los sistemas de ductos estén limpios, sin agua y libres de agentes extraños a la canalización.
- 5.35.4 Si se usan lubricantes para el tendido de los conductores, debe verificarse que éstos sean de un tipo que no degrade las características de la aislación y/o cubierta de los conductores.

5.36 Protección contra las condiciones en ambientes desfavorables

- 5.36.1 Los conductores expuestos a la acción de aceites, grasas, solventes, vapores, gases, humos u otras sustancias que puedan degradar las características del conductor o su aislación, deberán seleccionarse de modo que las características típicas sean adecuadas al ambiente, de acuerdo con las tablas de conductores del presente pliego.
- 5.36.2 Los sistemas de canalización, de acuerdo con el medio ambiente en que se instalen, deberán cumplir lo establecido en la sección aplicable de este pliego.
- 5.36.3 En locales húmedos, en donde los muros son lavados frecuentemente o muros construidos con materiales higroscópicos, el sistema completo de canalización, si es a la vista, debe quedar separado del muro o superficie soportante por lo menos 1 cm. En estos casos solo se podrán utilizar canalizaciones selladas que impidan el ingreso de agua, que estén protegidas contra la corrosión y que posean un grado IP adecuado.

5.37 Canalizaciones a distintas temperaturas.

- 5.37.1 En instalaciones en que partes de una misma canalización queden sometidas a temperaturas ambientes muy dispares, como por ejemplo en bodegas refrigeradas o enfriadas, deberá evitarse la circulación del aire desde la parte más caliente a la más fría a través de los ductos de canalización, mediante la colocación de los sellos adecuados.
- 5.37.2 En tramos largos de canalización, deberán colocarse juntas de dilatación que compensen las expansiones o contracciones de los ductos debido a las variaciones de temperatura.
- 5.37.3 Deberá prestarse especial atención al seleccionar un conductor, que las condiciones ambientales más las condiciones de operación, no sobrepasen los límites nominales de temperatura de funcionamiento, las cuales deberán ser indicadas debidamente por el fabricante de dicho conductor.
- 5.37.4 Los factores que definen la temperatura máxima de operación de un conductor son:
- 5.37.4.1 La temperatura ambiente. Se debe considerar que ésta es variable durante el día y en forma estacional, para lo cual, se aplicarán las condiciones más desfavorables.
- 5.37.4.2 El calor generado internamente por efecto joule.
- 5.37.4.3 Las condiciones en que estarán instalados, en relación con la facilidad de disipación de calor (ventilación).
- 5.37.4.4 La presencia de otros conductores o fuentes de calor, que contribuyan a elevar la temperatura ambiente.

- 5.38 Los ductos metálicos, sus accesorios, cajas, gabinetes y armarios metálicos que formen un conjunto, deberán estar unidos en forma mecánicamente rígida y el conjunto deberá asegurar una unión equipotencial, debiendo estar todo el sistema aterrizado.
- 5.39 Se recomienda evitar, en lo posible, la mezcla de canalizaciones de ductos metálicos con ductos no metálicos. En donde esta situación no pueda ser evitada la unión se efectuará a través de una caja de paso metálica la que se conectará al conductor de protección del circuito correspondiente; en caso de no existir este conductor en esa sección del circuito, deberá ser tendido para estos fines.
- 5.40 Los elementos metálicos, integrantes de un sistema de canalización deberán protegerse contra tensiones peligrosas, de acuerdo con lo indicado en el Pliego Técnico Normativo RIC N°05.
- 5.41 En ambientes corrosivos, con humedad permanente o bajo tierra (subterráneo), los ductos metálicos que se utilicen para el transporte y protección de conductores deben estar protegidos adecuadamente, según las condiciones en que se instalarán.
- 5.42 No se permite el uso de la tubería eléctrica metálica o no metálica como soporte de aparatos, artefactos o equipos.
- 5.43 No se deben instalar canalizaciones no metálicas en lugares expuestos a daños físicos o a la luz solar directa, excepto que estén certificadas para ser utilizadas en tales condiciones y tipo de aplicación, lo cual será señalado claramente en la certificación del producto.
- 5.44 Toda canalización debe ser continua entre accesorio y accesorio y entre caja y caja. Los sistemas de acoplamiento aprobados no se consideran discontinuidad. Solo se permite el uso de accesorios y/o componentes que estén aprobados por el fabricante de la canalización al momento de ejecutar la instalación de esta.
- 5.45 En cada caja de derivación, de enchufes o de interruptores, deberán dejarse chicotes de 15 cm de largo como mínimo, para ejecutar la unión respectiva y facilitar expansiones futuras y el mantenimiento.
- 5.46 Las canalizaciones eléctricas deben colocarse retiradas a no menos de 0,15 m de ductos de calefacción, conductos, ductos de escape de gases o aire caliente. En caso de no poder obtener esta distancia, la canalización eléctrica deberá aislarse térmicamente en todo el recorrido que pueda ser afectada.

- 5.47 Las canalizaciones eléctricas no podrán ubicarse en un conducto, staff o espacio cerrado común con tuberías de gas o combustible, en el cual se puede producir una atmósfera explosiva, ni a una distancia inferior a 0,6 m en ambientes abiertos. Los enchufes, interruptores y cajas de derivación forman parte de la canalización.
- 5.48 Para canalizaciones que se instalen en entretechos, las cajas de derivación deberán quedar fácilmente accesibles, considerando las siguientes condiciones:
- 5.48.1 La altura libre sobre el punto en que se coloque una caja de derivación en un entretecho no deberá ser inferior a 0,50 m.
 - 5.48.2 El acceso al entretecho en que vaya colocada una canalización eléctrica debe asegurarse mediante una escotilla o puerta de 0,50 m x 0,50 m como mínimo. La altura mínima del techo sobre el punto en que deberá estar ubicada la escotilla será de 0,80 m.
 - 5.48.3 Se permitirá instalaciones en entretechos que no cumplan las dimensiones establecidas en los párrafos precedentes siempre que las cajas de derivación sean accesibles desde el interior del recinto.

6 Conductores

6.1 Generalidades

- 6.1.1 La selección de un conductor se realizará considerando los siguientes criterios: capacidad de transporte de corriente, capacidad de soportar corrientes de cortocircuito, caída de tensión, resistencia mecánica y condiciones ambientales.
- 6.1.2 La sección nominal de los conductores debe ser alguna de las indicadas en la tabla N°4.1. Los conductores deben cumplir con la resistencia eléctrica máxima indicada en esta tabla, de acuerdo con el tipo de conductor.

Tabla N°4.1: Conductores de cobre blando, conductividad mínima 100% IACS

Sección nominal [mm ²]	Sección en sistema americano [AWG] ó [kcmil]	Resistencia eléctrica máxima en corriente continua a 20 °C [ohm/km]		
		Conductores sólidos (a)	Conductores concéntricos, comprimidos o compactados (a)	Conductores flexibles (b)
1,31	16	13,5	13,7	14,9
1,5	-	12,1	12,1	13,3
2,08	14	8,45	8,62	9,58
2,5	-	7,41	7,41	7,98
3,31	12	5,31	5,43	5,98
4	-	4,61	4,61	4,95
5,26	10	3,34	3,41	3,76
6	-	3,08	3,08	3,30
8,37	8	2,10	2,14	2,28
10	-	1,83	1,83	1,91
13,3	6	-	1,35	1,46
16	-	-	1,15	1,21
21,1	4	-	0,85	0,92
25	-	-	0,73	0,78
26,7	3	-	0,67	0,73
33,6	2	-	0,53	0,58
35,0	-	-	0,52	0,55
42,4	1	-	0,42	0,46
50,0	-	-	0,39	0,39
53,5	1/0	-	0,34	0,36
67,4	2/0	-	0,27	0,28
70	-	-	0,27	0,27
85	3/0	-	0,21	0,23
95	-	-	0,19	0,21
107	4/0	-	0,17	0,18
120	-	-	0,15	0,16

Sección nominal [mm ²]	Sección en sistema americano [AWG] ó [kcmil]	Resistencia eléctrica máxima en corriente continua a 20 °C [ohm/km]		
		Conductores sólidos (a)	Conductores concéntricos, comprimidos o compactados (a)	Conductores flexibles (b)
127	250	-	0,14	0,15
150	-	-	0,12	0,13
152	300	-	0,11	0,12
177	350	-	0,10	0,11
185	-	-	0,09	0,10
203	400	-	0,09	0,10
240	-	-	0,08	0,08
253	500	-	0,07	0,08
300	-	-	0,06	0,06
304	600	-	0,06	0,06
380	750	-	0,05	0,05
400	-	-	0,05	0,05
500	-	-	0,04	0,04
507	1000	-	0,04	0,04
630	-	-	0,03	0,03
633	1250	-	0,03	0,03

Notas:

- a) Calibres mm² según IEC 60228.
Calibres AWG y kcmil según UL 1581
- b) Calibres mm² según IEC 60228, clase 5 o equivalente.
Calibres AWG y kcmil calculados según IEC 60228

6.2 Características y condiciones de uso de los conductores.

6.2.1 Las condiciones de uso de los distintos tipos de conductores aislados se señalan en la tabla N°4.2.



Tabla N°4.2: Características y condiciones de uso de conductores aislados

Características constructivas	Letras de identificación	Condiciones de uso	Máxima temperatura de servicio [°C]	Espesor de aislamiento		Tensión de servicio [V]	Material aislamiento	Material cubierta exterior		
				Sección nominal [mm ²]	Espesor [mm]					
Conductor eléctrico unipolar, construido de cobre recocido, desnudo o recubierto de una capa metálica; sólido clase 1, cableado clase 2, flexible clase 5, con aislación de policloruro de vinilo PVC/C.	H07V-U	Apto para ser instalado en ductos y molduras o bandejas tipo liviana en ambiente seco. En circuitos de baja tensión en instalaciones fijas.	70	1,5	0,7	450/750	PVC	No tiene		
	H07V-R			2,5	0,8					
	H07V-K			4 a 6	0,8					
				10 a 16	1,0					
				25 a 35	1,2					
				50 a 70	1,4					
				1,5	0,7					
Conductor eléctrico unipolar aislado, sin cubierta, no propagador del incendio, libre de halógenos y con baja emisión de humos y gases corrosivos cuando están expuestos al fuego; construido de cobre recocido, desnudo o recubierto de una capa metálica; sólido clase 1, cableado clase 2 y flexible clase 5, con aislación de material termoplástico del tipo TI 7.	H07Z1-U	Apto para ser usado en lugares de reunión de personas. Puede ser instalado en ductos y molduras o bandejas tipo liviana. En circuitos de baja tensión en instalaciones fijas, en ambiente seco. No Puede ser utilizados como alimentador, ni subalimentador.	70	2,5	0,8	450/750	Termoplástico libre de halógenos, retardante a la llama, de baja emisión de humos.	No Tiene		
				4 a 6	0,8					
				10 a 16	1,0					
				25 a 35	1,2					
				50 a 70	1,4					
	H07Z1-R			95 a 120	1,6					
				150	1,8					
				185	2,0					
				240	2,2					
				1,5	0,7					
Conductor eléctrico unipolar, construido con cobre recocido, cableado, compactado o comprimido; con aislación de policloruro de vinilo PVC, con cubierta o chaqueta de nylon.	THHN	Apto para ser instalado en ductos, molduras y bandejas (solo tipo THHN/TC a partir del calibre 1/0 AWG). En ambientes secos. La cubierta lo hace resistente a la acción de aceites, grasas, ácidos y gasolina.	90	5,26	0,51	600	PVC	Nylon o similar		
				8,37 a 13,3	0,76					
				21,2 a 33,6	1,02					
				42,4 a 107	1,27					
				126,7 a 253	1,52					
				304 a 506	1,78					
				2,08 a 3,31	0,38					
				5,26	0,51					
Conductor eléctrico unipolar, construido con cobre recocido, cableado, compactado ó comprimido; con aislación de policloruro de vinilo PVC, con cubierta o chaqueta de nylon.	THWN-2	Apto para ser instalado en ductos, molduras y bandejas (solo tipo THHN/TC a partir del calibre 1/0 AWG). En ambientes secos y húmedos. La cubierta lo hace resistente a la acción de aceites, grasas, ácidos y gasolina.	90	8,37 a 13,3	0,76	600	PVC	Nylon o similar		
				21,2 a 33,6	1,02					
				42,4 a 107	1,27					
				126,7 a 253	1,52					
				304 a 506	1,78					
				2,08 a 3,31	0,38					
				5,26	0,51					
				8,37 a 13,3	0,76					



Características constructivas	Letras de identificación	Condiciones de uso	Máxima temperatura de servicio [°C]	Espesor de aislamiento		Tensión de servicio [V]	Material aislamiento	Material cubierta exterior
				Sección nominal [mm ²]	Espesor [mm]			
Conductor eléctrico unipolar, construido con cobre recocido, cableado, compactado o comprimido; con aislación de policloruro de vinilo PVC, con cubierta o chaqueta de nylon.	THWN	Apto para ser instalado en ductos, molduras y bandejas (solo tipo THHN/TC a partir del calibre 1/0 AWG). En ambientes secos. La cubierta lo hace resistente a la acción de aceites, grasas, ácidos y gasolina.	75	2,08 a 3,31	0,38	600	PVC	Nylon o similar
				5,26	0,51			
				8,37 a 13,3	0,76			
				21,2 a 33,6	1,02			
				42,4 a 107	1,27			
				126,7 a 253	1,52			
				304 a 506	1,78			
Conductor eléctrico unipolar o multipolar, sin armadura ni pantalla; construido de cobre recocido, desnudo o recubierto de una capa metálica; sólido clase 1 o cableado clase 2 cableado, con aislación de polietileno reticulado (XLPE) y cubierta termoplástica de cloruro de polivinilo (PVC) tipo ST2.	RV	Apto para ser instalado en ductos, en bandejas, en canastillo, en escalerillas (solo tipo /TC) y al aire libre. En circuitos de distribución en baja tensión, como alimentador o subalimentador.	90	1,5 a 16	0,7	600/1000	XLPE	PVC
				21,2 a 35	0,9			
				42,2 a 53,5	1,0			
				67,4 a 95	1,1			
				107 a 127	1,2			
				150	1,4			
				177 a 185	1,6			
				240 a 253	1,7			
				300	1,8			
				380 a 400	2,0			
				500 a 630	2,2			
Conductor eléctrico unipolar o multipolar, sin armadura ni pantalla; construido de cobre recocido, desnudo o recubierto de una capa metálica; flexible clase 5, con aislación de polietileno reticulado (XLPE) y cubierta termoplástica de cloruro de polivinilo (PVC) designación ST2.	RV-K	Apto para ser instalado directamente enterrado, en ductos, en bandejas, en canastillo, en escalerillas (solo tipo /TC) y al aire libre. En circuitos de distribución en baja tensión, como alimentador o subalimentador flexible para tendido fijo.	90	1,5 a 16	0,7	600/1000	XLPE	PVC
				21,2 a 35	0,9			
				42,2 a 53,5	1,0			
				67,4 a 95	1,1			
				107 a 127	1,2			
				150	1,4			
				177 a 185	1,6			
				240 a 253	1,7			
				300	1,8			
				380 a 400	2,0			
				500 a 630	2,2			

Características constructivas	Letras de identificación	Condiciones de uso	Máxima temperatura de servicio [°C]	Espesor de aislamiento		Tensión de servicio [V]	Material aislamiento	Material cubierta exterior
				Sección nominal [mm ²]	Espesor [mm]			
Conductor eléctrico unipolar o multipolar, sin armadura ni pantalla, retardante a la llama, no propagador de incendio, con baja emisión de gases tóxicos, baja opacidad de humos y bajo índice de acidez de los gases de combustión; construido de cobre recocido, desnudo o recubierto de una capa metálica; cableado, con aislación de polietileno reticulado (XLPE) y cubierta de material termoplástico tipo ST8, libre de halógenos.	RZ1	Apto para ser usado en lugares de reunión de personas. Puede ser instalado en ductos, en bandejas, en escalerillas en canastillo, al aire libre y subterráneo. En circuitos de distribución en baja tensión, como alimentador o subalimentador.	90	1,5 a 16	0,7	600/1000	XLPE	Termoplástico libre de halógenos, retardante a la llama, de baja emisión de humos.
				21,2 a 35	0,9			
				42,2 a 53,5	1,0			
				67,4 a 95	1,1			
				107 a 127	1,2			
				150	1,4			
				177 a 185	1,6			
				240 a 253	1,7			
				300	1,8			
				380 a 400	2,0			
Conductor eléctrico unipolar o multipolar, sin armadura ni pantalla, retardante a la llama, no propagador de incendio, con baja emisión de gases tóxicos, baja opacidad de humos y bajo índice de acidez de los gases de combustión; construido de cobre recocido, desnudo o recubierto de una capa metálica; flexible clase 5, con aislación de polietileno reticulado (XLPE) y cubierta de material termoplástico tipo ST8, libre de halógenos.	RZ1-K	Apto para ser usado en lugares de reunión de personas. Puede ser instalado en ductos, en bandejas, en escalerillas, en canastillo, al aire libre y subterráneo. En circuitos de distribución en baja tensión, como alimentador o subalimentador flexible para instalación fija.	90	1,5 a 16	0,7	600/1000	XLPE	Termoplástico libre de halógenos, retardante a la llama, de baja emisión de humos.
				21,2 a 35	0,9			
				42,2 a 53,5	1,0			
				67,4 a 95	1,1			
				107 a 127	1,2			
				150	1,4			
				177 a 185	1,6			
				240 a 253	1,7			
				300	1,8			
				380 a 400	2,0			
				500 a 630	2,2			



Características constructivas	Letras de identificación	Condiciones de uso	Máxima temperatura de servicio [°C]	Espesor de aislamiento		Tensión de servicio [V]	Material aislamiento	Material cubierta exterior
				Sección nominal [mm ²]	Espesor [mm]			
Conductor eléctrico unipolar o multipolar, sin armadura ni pantalla, retardante a la llama, no propagador de incendio, resistente al fuego, con baja emisión de gases tóxicos, bala opacidad de humos y bajo índice de acidez de los gases de combustión; construido de cobre recocido, desnudo o recubierto de una capa metálica; flexible clase 5, con aislación de cinta de mica y polietileno reticulado (XLPE) y cubierta de material termoplástico tipo ST8, libre de halógenos	RZ1-K (AS+)	Apto para instalaciones de equipos de seguridad que deban mantenerse en servicio durante un incendio y en locales donde se requiera una baja emisión de humos y gases corrosivos en caso de incendio. Apto para instalaciones en lugares de reunión de personas.	90	150	1,4	600/1000	Cinta Mica + XLPE	Termoplástico libre de halógenos, retardante a la llama, de baja emisión de humos.
		Puede ser instalado en ductos, en bandejas, en escalerillas, en canastillo, al aire libre y subterráneo. En circuitos de distribución en baja tensión, como alimentador o subalimentador flexible para instalación fija.		177 a 185	1,6			
	H03VV-F	Apto para ser usado en instalaciones móviles domiciliarias y para alimentación de electrodomésticos con un esfuerzo mecánico ligero. Puede ser usado en interior, en recintos secos y/o húmedos (no apto para instalación fija o sumergido).	70	0,5	0,5	300/300	PVC	PVC
	H03VVH2-F			0,75	0,5			
Conductor eléctrico tipo cordón flexible; circular o plano, construido con 2 o 3 conductores de cobre recocido, desnudo o recubierto de una capa metálica; clase 5, con aislación de policloruro de vinilo PVC/D para temperatura de servicio de 70 °C, con cubierta o revestimiento de PVC/ST5 y rango de voltaje de 300/300 volts.	H05VV-F	Apto para ser usado en instalaciones móviles domiciliarias y para alimentación de electrodomésticos con un esfuerzo mecánico medio. Puede ser usado en interior, en recintos secos y/o húmedos (no apto para instalaciones sumergidas)	70	0,75	0,6	300/500	PVC	PVC
	H05VVH2-F			1,0	0,6			
				1,5	0,7			
				2,5	0,8			
				4	0,8			

Características constructivas	Letras de identificación	Condiciones de uso	Máxima temperatura de servicio [°C]	Espesor de aislamiento		Tensión de servicio [V]	Material aislamiento	Material cubierta exterior
				Sección nominal [mm ²]	Espesor [mm]			
Conductor eléctrico de formación tipo cordón flexible, construido con 2, 3, 4 o 5 conductores de cobre recocido, desnudo o recubierto de una capa metálica; cableados, clase 5, con aislación de compuesto de goma etileno-propileno o materiales equivalentes, tipo IE4; con cubierta o revestimiento de compuesto de goma tipo SE3.	H05RR-F	<p>Apto para ser usado en dispositivos eléctricos ligeros que no estén sometidos a grandes tensiones mecánicas, equipos de mano, electrodomésticos de uso ligero. Puede ser usado en salas secas y húmedas. Solo uso temporal en el exterior.</p> <p>No apto para instalaciones industriales/comerciales o agrícolas. No indicado para alimentar herramientas eléctricas industriales.</p>	60	0,75	0,6	300/500	EPR, EPDM o similar	EPR, EPDM o similar
				1,0	0,6			
				1,5	0,8			
				2,5	0,9			
Conductor eléctrico de formación tipo cordón flexible, construido con 2, 3, 4 o 5 conductores de cobre recocido, desnudo o recubierto de una capa metálica; cableados, clase 5, con aislación de compuesto de goma etileno-propileno o materiales equivalentes, tipo IE4; con cubierta o revestimiento de compuesto de policloropreno u otro elastómero sintético equivalente, tipo SE4.	H05RN-F	<p>Apto para alimentar dispositivos ligeros de bajo estrés mecánico. Puede ser usado permanentemente en el exterior, con esfuerzo mecánico normal.</p>	60	0,75	0,6	300/500	EPR, EPDM o similar	Neopreno o similar
				1,0	0,6			
				1,5	0,8			
				2,5	0,9			
Conductor eléctrico de formación tipo cordón flexible, construido con 2, 3, 4 o 5 conductores de cobre recocido, desnudo o recubierto de una capa metálica; cableados, clase 5, con aislación de compuesto de goma etileno-propileno o materiales equivalentes, tipo IE4; con cubierta o revestimiento de compuesto de	H07RN-F	<p>Apto para ser usado en equipos industriales en servicio móvil, para esfuerzo mecánico medio. Puede ser usado en ambiente seco o húmedo así como exteriores. Puede ser usado en instalaciones provisionales.</p>	60	1,5	0,8	450/750	EPR, EPDM o similar	Neopreno o similar
				2,5	0,9			
				4 y 6	1,0			
				10 y 16	1,2			
				25 y 35	1,4			
				50 y 70	1,6			
				95 y 120	1,8			
				150	2,0			
				185	2,2			

Características constructivas	Letras de identificación	Condiciones de uso	Máxima temperatura de servicio [°C]	Espesor de aislamiento		Tensión de servicio [V]	Material aislamiento	Material cubierta exterior
				Sección nominal [mm ²]	Espesor [mm]			
policloropreno u otro elastómero sintético equivalente, tipo SE4.				240	2,4			
				300	2,6			
				400	2,8			
Conductor eléctrico plano, construido con 2 o 3 conductores de cobre recocido sólidos, con aislación de PVC y cubierta de PVC para temperatura de servicio de 70 °C, para un rango de voltaje de 380 volts máximo.	NYIFY	Apto para ser usado en instalaciones domiciliarias en ambientes interiores, sobrepuesto, no necesitan ducto.	70	2x1,5	0,4	380	PVC	PVC
				3x1,5	0,4			
				2x2,5	0,5			
				3x2,5	0,5			
				2x4	0,6			
Conductor eléctrico flexible; plano, construido con 2 o 3 conductores de cobre recocido, desnudo flexible, con aislación integral de policloruro de vinilo para temperatura de servicio de 70 °C, para un rango de voltaje de 300 volts máximo.	SPT-1 SPT-2	Apto para ser usado en instalaciones móviles domiciliarias con un esfuerzo mecánico ligero. No puede ser usado en circuitos de instalación fija interior o exterior, no debe ser engrapado o clavado a las estructuras sólidas de la instalación o edificación, no debe ser usado en extensiones para enchufes	70	0,52	0,76	300	PVC	No Tiene
				0,82	0,76			
				1,31	1,14			
Conductor cableado o alambre de cobre de temple duro, clase 1, aislación de compuesto Polietileno extruido de color negro, y resistencia a la intemperie	Acometidas	En servicios aéreos como líneas de distribución y en acometidas de empalme	75	4 a 21,2	0,76	600	PE	No Tiene
				25 a 50	1,14			
				53,5 a 185	1,52			
Conductor eléctrico unipolar, construido de cobre recocido, desnudo o estañado; sólido o 7 hebras, cableado clase B, con aislación de silicona y malla de fibra de vidrio.	SF-1	Cableado del Enclavamiento de Puertas de Montacargas, resistentes a las llamas y adecuado para una temperatura no menor a 200 °C.	200	18	0.38	300	Silicona para temperatura de 200C	Malla fibra de vidrio
Conductor eléctrico unipolar, construido de cobre recocido, desnudo o estañado; sólido o 7 hebras, cableado clase B, con aislación de silicona y malla de fibra de vidrio.	SF-2	Cableado del Enclavamiento de Puertas de Montacargas, resistentes a las llamas y adecuado para una temperatura no menor a 200 °C.	200	18	0.76	600	Silicona para temperatura de 200C	Malla fibra de vidrio
				16				
				14				
Cables para instalaciones solares fotovoltaicas que han sido diseñados	H1Z2Z2-K	Cables flexibles aptos para servicios móviles y para instalación fija en		1x1,5	4,3	1800 V DC	Elastómero termoestabl	Elastómero termoestabl

Características constructivas	Letras de identificación	Condiciones de uso	Máxima temperatura de servicio [°C]	Espesor de aislamiento		Tensión de servicio [V]	Material aislamiento	Material cubierta exterior
				Sección nominal [mm ²]	Espesor [mm]			
para resistir las exigentes condiciones ambientales que se producen en cualquier tipo de instalación fotovoltaica, ya sea fija, móvil, sobre tejado o de integración arquitectónica, conductor de cobre electrolítico estañado, clase 5 flexible, aislación libre de halógenos, cubierta ignifugada, resistencia a los impactos, a las grasas y aceites, resistencia a abrasión, resistencia a temperaturas ambientales extremas, rayos ultravioletas y al agua, No propagación de la llama Resistencia a los ataques químicos, Temperatura mínima de servicio: -40°C Temperatura máxima del conductor: 120°C Temperatura máxima en cortocircuito: 250°C (máximo 5 s)		tejado o de integración arquitectónica. Adecuados para la conexión entre paneles fotovoltaicos y desde los paneles al inversor de corriente continua a alterna. No puede ser usado en instalaciones Subterráneas.	90	1x2,5	5	600/1000 V AC	e libre de halógenos (Z) o Goma libre de halógenos (tipo XLEVA según UL / tipo EI6 según TÜV).	e libre de halógenos (Z) o Goma ignifugada (tipo XLEVA según UL / tipo EM8 según TÜV).
				1x4	5,8			
				1x6	6,6			
				1x10	8			
				1x16	8,8			
				1x25	10,5			
				1x35	11,8			

- 6.2.2 Las capacidades máximas de transporte de corriente de los conductores, para las distintas secciones y tipos, se señalan en la tabla N°4.4 para los conductores de cobre aislados y en la tabla N°4.3 para los conductores desnudos. Estas capacidades deben ser consideradas como valores máximos de operación para el dimensionamiento de los cables y utilizando los factores de corrección necesarios por cambios en las condiciones de instalación, según corresponda.
- 6.2.3 Los valores indicados en la tabla N°4.4, son aplicables para conductores monopolares o multipolares instalados en ductos. Al conductor de tierra de protección en ningún caso se le considerará como un conductor activo al fijar la capacidad de transporte de corriente.

Tabla N°4.3: Capacidad de corriente de conductores de cobre desnudos

Sección nominal [mm ²]	Sistema americano [AWG] o [kcmil]	Capacidad de corriente máxima al aire libre a 40 °C. conductor a 80 °C Amperes
8,33	8	98
10		108
13,3	6	124
16	-	131
21,1	4	155
25	-	167
26,7	3	181
33,6	2	209
35	-	210
42,4	1	242
50	-	258
53,5	1/0	282
67,4	2/0	329
70	-	330
85	3/0	382
95	-	406
107	4/0	444
120	-	471
127	250	494
150	-	532
152	300	556
177	350	610
185	-	620
203	400	664
240	-	734
253	500	773
300	-	830
304	600	840
380	750	1.000
400	-	1.030
500	-	1.172
507	1000	1.193
630	-	1.340

Tabla N°4.4: Capacidad de transporte de corriente de conductores de cobre aislados

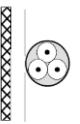
Sección nominal [mm ²]	Sección en sistema americano [AWG] o [kcmil]	CABLES PARA TENDIDO FIJO TEMPERATURA DE SERVICIO 70 °C.			 Method E Método de instalación E. Temp. ambiente 30 °C
		A1	B1		
		Método de instalación A1. Temp. ambiente 30 °C	Método de instalación B1. Temp. ambiente 30 °C		
1,5	-	14	16	19	
2,08	14	16	19	22	
2,5	-	18	21	24	
3,31	12	21	25	30	
4	-	24	28	31	
5,26	10	28	34	38	
6	-	31	36	43	
8,37	8	38	45	53	
10	-	42	50	60	
13,3	6	50	60	71	
16	-	56	68	80	
21,1	4	66	80	91	
25	-	73	89	101	
26,7	3	76	93	106	
33,6	2	87	108	122	
35	-	89	110	126	
42,4	1	100	125	142	
50	-	108	134	153	
53,5	1/0	116	144	165	
67,4	2/0	133	167	191	
70	-	136	171	196	
85	3/0	153	193	222	
95	-	164	207	238	
107,2	4/0	176	223	257	
120	-	188	239	276	
126,7	250	195	248	286	
150	-	216	262	319	
152	300	217	264	321	
177,3	350	239	289	355	
185	-	245	296	364	
202,7	400	259	315	386	
240	-	286	346	430	
253,3	500	296	356	446	
300	-	328	394	497	

Tabla N°4.4: Capacidad de transporte de corriente de conductores de cobre aislados (continuación)

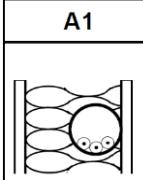
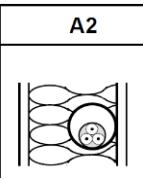
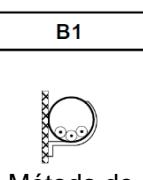
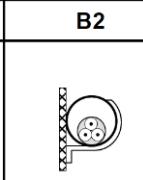
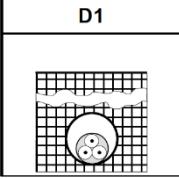
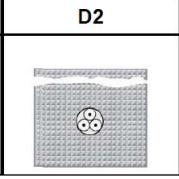
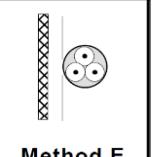
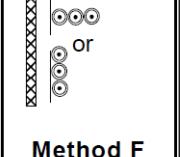
CABLES PARA TENDIDO FIJO TEMPERATURA DE SERVICIO 90 °C. APLICA a THHN, RV, RV-K, RZ1, RZ1-K.						
Sección nominal [mm ²]	Sección en sistema americano [AWG] o [kcmil]	A1	A2	B1	B2	
		 Método de instalación A1. Temp. ambiente 30 °C	 Método de instalación A2. Temp. ambiente 30 °C	 Método de instalación B1. Temp. ambiente 30 °C	 Método de instalación B2. Temp. ambiente 30 °C	
1,5	-	17	17	18	19	
2,08	14	21	20	24	24	
2,5	-	23	22	24	24	
3,31	12	28	26	31	31	
4	-	31	30	37	35	
5,26	10	37	35	39	38	
6	-	40	38	48	44	
8,37	8	49	46	59	54	
10	-	54	51	66	60	
13,3	6	65	61	79	72	
16	-	73	68	88	80	
21,1	4	86	80	105	95	
25	-	95	89	117	105	
26,7	3	99	92	122	109	
33,6	2	114	106	141	125	
35	-	117	109	144	128	
42,4	1	132	122	163	144	
50	-	141	130	175	154	
53,5	1/0	152	140	188	165	
67,4	2/0	175	161	217	190	
70	-	179	164	222	194	
85	3/0	201	185	251	218	
95	-	216	197	269	233	
107,2	4/0	232	212	290	251	
120	-	249	227	312	268	
126,7	250	257	234	322	277	
150	-	285	259	342	300	
152	300	287	261	344	302	
177,3	350	316	287	374	331	
185	-	324	295	384	340	
202,7	400	342	312	405	358	
240	-	380	346	450	398	
253,3	500	392	357	464	410	
300	-	435	396	514	455	

Tabla N°4.4: Capacidad de transporte de corriente de conductores de cobre aislados
(continuación)

CABLES PARA TENDIDO FIJO TEMPERATURA DE SERVICIO 90°C. APLICA a THHN, RV, RV-K,RZ1, RZ1-K.						
Sección nominal [mm ²]	Sección en sistema americano [AWG] o [kcmil]	D1	D2	Method E	Method F	
		 Método de instalación D1. Temp. ambiente 20°C	 Método de instalación D2. Temp. ambiente 20°C	 Método de instalación E. Temp. ambiente 30°C	 Método de instalación F. Temp. ambiente 30°C	
1,5	-	19	23	19	-	
2,08	14	30	31	28	-	
2,5	-	33	38	32	-	
3,31	12	38	39	38	-	
4	-	42	59	42	42	
5,26	10	48	69	50	50	
6	-	52	74	54	55	
8,37	8	63	89	67	68	
10	-	68	98	75	77	
13,3	6	80	114	89	93	
16	-	89	126	100	105	
21,1	4	103	147	114	126	
25	-	113	161	127	141	
26,7	3	117	167	133	147	
33,6	2	132	189	154	172	
35	-	136	194	158	176	
42,4	1	150	216	178	200	
50	-	159	230	192	216	
53,5	1/0	170	245	207	234	
67,4	2/0	192	278	240	273	
70	-	197	282	246	279	
85	3/0	218	315	278	318	
95	-	232	339	298	342	
107,2	4/0	248	362	322	371	
120	-	263	386	346	400	
126,7	250	270	396	358	415	
150	-	296	431	399	464	
152	300	299	437	402	468	
177,3	350	325	474	444	518	
185	-	332	486	456	533	
202,7	400	349	510	483	567	
240	-	382	563	538	634	
253,3	500	393	576	557	657	
300	-	431	629	621	736	

Notas:

- a) Estos valores de capacidad de corriente aplican para cables aislados sin armadura.
- b) Para tensiones nominales que no excedan 1 kV CA o 1,5 kV CC.
- c) En instalaciones donde los ductos y los cables no están expuestos directamente a radiación solar.
- d) Se deben respetar las condiciones de uso para cada tipo de cable, de acuerdo con lo indicado en la tabla Nº4.2.
- e) Las características de los distintos métodos de instalación se indican a continuación:

Método de instalación A1:	Hasta tres conductores monopolares con carga, instalados en ductos embutidos en paredes.
Método de instalación A2:	Cables multiconductores (3 conductores con carga) instalados en ductos embutidos en paredes.
Método de instalación B1:	Hasta tres conductores monopolares instalados en ductos o en bandejas adosadas a paredes.
Método de instalación B2:	Cables multiconductores (3 conductores con carga) instalados en ductos o en bandejas adosadas a paredes.
Método de instalación D1:	Cables monoconductores o multiconductores (3 conductores con carga) instalados en ductos enterrados.
Método de instalación D2:	Cables con cubierta, monoconductores o multiconductores (3 conductores con carga) instalados directamente enterrados.
Método de instalación E:	Cables multiconductores (3 conductores con carga) instalados libremente al aire, en escalerillas porta conductores o en canastillos porta conductores o en bandejas perforadas.
Método de instalación F:	Cables monoconductores (3 conductores con carga), en contacto y en disposición plana, instalados libremente al aire, en escalerillas porta conductores o en canastillos porta conductores o en bandejas perforadas. Para instalaciones enterradas se considera una profundidad de 0,7 metros y una resistividad térmica del suelo de 1 K*m/W.

Tabla N°4.5: Intensidades de corriente admisible en amperes para conductores aislados de uso móvil, cables planos y similares

Sección nominal [mm ²]	Sección correspondiente en sistema americano [AWG] o [kcmil]	CABLES TIPO H03VV, H05VV, H05RR, H05RN, H07RN, SPT.
		Método de instalación E
0,5	-	3
0,75	-	6
1	-	10
1,5	-	18,5
2,08	14	22
2,5	-	25
3,31	12	30
4	-	34
5,26	10	40
6	-	43
8,37	8	53
10	-	60
13,3	6	71
16	-	80
21,1	4	91

Sección nominal [mm ²]	Sección correspondiente en sistema americano [AWG] o [kcmil]	CABLES TIPO H03VV, H05VV, H05RR, H05RN, H07RN, SPT. Método de instalación E
		Temp. ambiente 30°C
25	-	101
26,7	3	106
33,6	2	122
35	-	126
42,4	1	142
50	-	153
53,5	1/0	165
67,4	2/0	191
70	-	196
85	3/0	222
95	-	238
107,2	4/0	257
120	-	276
126,7	250	286
150	-	319
152	300	321
177,3	350	355
185	-	364
202,7	400	386
240	-	430
253,3	500	446
300	-	497

Notas:

- a) Estos valores de capacidad de corriente aplican para cables aislados sin armadura.
- b) Para tensiones nominales que no excedan 1 kV CA o 1,5 kV CC.
- c) En instalaciones donde los cables no están expuestos directamente a radiación solar.
- d) Se deben respetar las condiciones de uso para cada tipo de cable de acuerdo con lo indicado en la tabla N°4.2.

6.2.4 Si el número de conductores activos colocados en un mismo ducto o cable excede de tres, se deberá disminuir la capacidad de transporte de corriente de cada uno de los conductores individuales de acuerdo con el factor de corrección f_n indicado en la tabla N°4.6.

En caso de circuitos trifásicos 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.

Tabla N°4.6: Factor de corrección de capacidad de transporte de corriente por cantidad de conductores en ductos

Cantidad de conductores	Factor de corrección f_n
4 a 6	0,8
7 a 24	0,7
25 a 42	0,6
sobre 42	0,5

- 6.2.5 En igual forma, si la temperatura ambiente excede de 30 °C o si la temperatura del suelo, en instalaciones subterráneas, excede 20 °C, la capacidad de transporte de los conductores se deberá disminuir de acuerdo con el factor de corrección f_t indicado en la tabla N°4.7.

Tabla N°4.7: Factores de corrección de capacidad de transporte de corriente f_t por variación de temperatura ambiente

Temperatura ambiente [°C]	Temperatura de servicio 70°C Cables tipo H07V, H07Z1, THWN, NYIFY, ACOMETIDA, H03VV, H05VV, H05RR, H05RN, H07RN, SPT.	TEMPERATURA DE SERVICIO 90°C Cables tipo RV, RV-K, RZ1, RZ1-K, THHN.	
	Métodos de instalación A1, B1, E	Métodos de instalación A1, A2, B1, B2, E	Método de instalación D1 y D2*
5-10	1,22	1,15	1,07
11-15	1,17	1,12	1,04
16-20	1,12	1,08	1,00
21-25	1,06	1,04	0,96
26-30	1,00	1,00	0,93
31-35	0,94	0,96	0,89
36-40	0,87	0,91	0,85
41-45	0,79	0,87	0,80
46-50	0,71	0,82	0,76
51-55	0,61	0,76	0,71
56-60	0,50	0,71	0,65

Nota: Para métodos de instalación subterránea, se considera la temperatura del suelo como temperatura ambiente.

- 6.2.6 Si la temperatura ambiente y/o la cantidad de conductores exceden los valores fijados en las tablas, la capacidad de corriente máxima corregida, para cada conductor estará fijada por la expresión:

$$I_c = I_t \times f_n \times f_t$$

Siendo:

I_c : La capacidad de corriente máxima corregida.

I_t : La corriente de la tabla N°4.4.

f_n : Factor de corrección según tabla N°4.6.

f_t : Factor de corrección según tabla N°4.7.

6.2.7 Identificación de conductores.

- 6.2.7.1 Los conductores deberán ser marcados según lo indiquen los protocolos de análisis y/o ensayos de seguridad de productos eléctricos respectivos definidos por la Superintendencia, y a falta de éstos, se deberá tomar como referencia la norma de fabricación. La identificación deberá ser legible e indeleble.
- 6.2.7.2 Las características a indicar de los conductores serán a lo menos las siguientes (o lo que indique la norma de producto respectiva):
- 6.2.7.2.1 Nombre del fabricante o su marca registrada.
 - 6.2.7.2.2 País de fabricación del producto.
 - 6.2.7.2.3 Tipo de conductor, según norma. Por ejemplo, H07V-U.
 - 6.2.7.2.4 Sección en mm² para las secciones métricas, y sección en mm² y en paréntesis el número AWG ó kcmil para secciones AWG ó kcmil.
 - 6.2.7.2.5 Tensión de servicio. Corresponde a la tensión entre fases.
 - 6.2.7.2.6 Temperatura de servicio en grados Celsius (°C).
 - 6.2.7.2.7 Número de certificado de aprobación del producto para aquellos conductores afectos a esta exigencia.
- 6.2.7.3 En el caso de ser impresa, esta inscripción deberá hacerse en un color de contraste con el color de la aislación o cubierta del conductor, de modo tal que esta información sea fácilmente legible y se deberá repetir con un espaciamiento máximo de 0,50 m entre el término y el comienzo de la siguiente marca, en toda la longitud del conductor.
- 6.2.8 Los radios de curvatura de los conductores aislados no deberán ser menores a:
- 6.2.8.1 Cables con conductor de cobre flexible 4 veces el diámetro exterior.
 - 6.2.8.2 Cables con conductor de cobre alambre o cableado concéntrico 8 veces el diámetro exterior.
 - 6.2.8.3 Cables apantallados 12 veces el diámetro exterior.

7 Sistemas de canalización

7.1 Disposiciones generales

- 7.1.1 Los sistemas de canalización eléctrica aceptados en el ámbito de aplicación de este pliego técnico son los siguientes:
- 7.1.1.1. Conductores desnudos sobre aisladores.
 - 7.1.1.2. Conductores aislados sobre aisladores.
 - 7.1.1.3. Cables de aislación mineral.
 - 7.1.1.4. Cables planos.
 - 7.1.1.5. Conductores aislados sobre soportes.
 - 7.1.1.6. Conductores en molduras y bandejas portaconductores tipo liviano.
 - 7.1.1.7. Conductores en pilares de servicio.
 - 7.1.1.8. Conductores en canalizaciones subterráneas.
 - 7.1.1.9. Conductores en bandejas portaconductores tipo pesado.
 - 7.1.1.10. Conductores en escalerillas portaconductores.
 - 7.1.1.11. Conductores en canastillos portaconductores.
 - 7.1.1.12. Conductores en canaletas.
 - 7.1.1.13. Ducto de barras.
 - 7.1.1.14. Conductores en tuberías.
- 7.1.2 Los sistemas de canalización que se instalen según lo indicado en esta sección deberán considerar las medidas de protección para garantizar la seguridad, los requisitos para garantizar el adecuado funcionamiento de la instalación, de acuerdo con el uso previsto y las características apropiadas al ambiente en que prestarán servicio.
- 7.1.3 Todos los sistemas de canalización deberán cumplir las siguientes condiciones:
- 7.1.3.1. Ser retardantes a la llama y autoextingüentes.
 - 7.1.3.2. Resistentes a los impactos, compresiones y deformaciones, en general, tener una resistencia mecánica suficiente como para soportar los esfuerzos a que se verán sometidas durante su manipulación, montaje y uso.
 - 7.1.3.3. Resistentes a la acción del sol (rayos UV), la humedad, de hongos, agentes químicos y corrosivos, según las condiciones en que en que se utilizarán.
 - 7.1.3.4. En el caso de instalarse en lugares calificados como local de reunión de personas deberán cumplir con el punto 5.5 de este pliego.
- 7.1.4 La selección del tipo de canalización en cada instalación particular se realizará escogiendo, en función de las influencias externas, el que se considere más adecuado entre los indicados en el punto 7.1.1 de este pliego.
- 7.1.5 Las canalizaciones eléctricas no se instalarán debajo de elementos que pudieran producir condensación o filtraciones, tales como las destinadas a conducción de vapor, de agua, de gas o similares, a menos que se tomen las consideraciones necesarias para proteger las canalizaciones eléctricas contra los efectos de estas.
- 7.1.6 En un mismo conducto, shaft o canal de una construcción, solo se podrán instalar canalizaciones eléctricas y de comunicación o control. Para estas últimas se debe tener presente el punto 7 del Pliego Técnico Normativo RIC N°5, a fin de evitar la aparición de niveles de tensión peligrosos.

- 7.1.7 Las canalizaciones eléctricas y de comunicación o control, instaladas al interior de un mismo conducto, shaft o canal de una construcción, se deberán separar y distanciar adecuadamente para evitar influencias electromagnéticas.
- 7.1.8 Las canalizaciones instaladas sobrepuertas, a la vista u ocultas, deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones, considerando para esto accesos y distanciamientos con otros elementos.
- 7.1.9 Los sistemas de instalación de las canalizaciones en función de los tipos de conductores o cables deben estar de acuerdo con la tabla N°4.8, siempre y cuando las influencias externas estén de acuerdo con las prescripciones indicadas en el presente pliego técnico.

Tabla N°4.8: Elección de las canalizaciones

Conductores y cables		Sistemas de canalización								
		Sin fijación	Con fijación directa	Tuberías (Ductos)	Molduras y bandejas portaconductores tipo liviana	Pilares de servicio	Escalerillas portaconductores Bandejas tipo pesado Canastillos portaconductores	Conductores desnudos y conductores aislados sobre aisladores	Cables sobre soportes	Ductos barra
Conductores desnudos		-	-	-	-	-	-	+	-	0
Conductores aislados		-	-	+	+	+	-	+	-	0
Cables aislados con cubierta exterior.	Multipolares	+	+	+	+	+	+	0	+	0
	Unipolares	0	+	+	+	+	+	0	+	0

+: Admitido
 -: No admitido
 0: No aplicable o no utilizado en la práctica
 *: Se admiten conductores aislados si la tapa sólo puede abrirse con una herramienta o una acción manual importante y la canal es IP 4X ó IP XXD

Nota: Conductor desnudo en tubería se permite si es único y solo para conductores de tierra de protección.

- 7.1.10 Los sistemas de instalación de las canalizaciones, en función de la situación deben estar de acuerdo con la tabla N°4.9.

Tabla N°4.9: Situación de las canalizaciones

		Sin fijación	Con fijación directa	Tuberías (Ductos)	Molduras y bandejas portaconductores tipo livianas	Pilares de servicio	Escalerillas portacables Bandejas tipo pesado Canastillos portacables	Conductores desnudos y conducto-res aislados sobre aisladores	Cables sobre soportes	Ductos barra
Conducto o Shaft.	accesibles no accesibles	+	+	+	+	0	+	-	0	+
Canaletas		+	+	+	+	0	+	-	-	0
Canalizaciones subterráneas		+	0	+	-	0	0	-	-	0
Empotrados en estructuras		+	+	+	-	0	0	-	-	0
En montaje superficial		-	+	+	+	+	+	+	-	+
Aéreo		-	-	(*)	-	-	-	+	+	-

+: Admitido
-: No admitido
0: No aplicable o no utilizado en la práctica
(*): No se utilizan en la práctica salvo en instalaciones cortas y destinadas a la alimentación de máquinas o elementos de movilidad restringida

7.2 Conductores desnudos sobre aisladores

- 7.2.1 Los conductores desnudos sobre aisladores deberán ser de cobre para líneas aéreas de baja tensión y podrán ser macizos, cableados, tubulares o de barras de formas cilíndrica, rectangular, elipsoidal u otra. También se permite conductores de aluminio o de aleación de aluminio en líneas aéreas de media tensión, las cuales deberán cumplir con los criterios de diseño de líneas eléctricas de media y baja tensión establecidos en el DS N°109/2017 del Ministerio de Energía o las disposiciones que la reemplacen.
- 7.2.2 Solo podrán utilizarse conductores desnudos sobre aisladores como sistema de canalización en líneas aéreas a la intemperie, en subestaciones o locales de maniobra accesibles únicamente a personal calificado y en sistemas de barras trole para equipos desplazables.
- 7.2.3 Aun cumpliendo las disposiciones definidas en el punto anterior, no podrán utilizarse conductores desnudos sobre aisladores en lugares peligrosos, en lugares húmedos o mojados ni en donde queden expuestos a la acción de vapores corrosivos.
- 7.2.4 Las instalaciones de líneas aéreas desnudas a la intemperie sólo se aceptarán en zonas de tránsito escaso o nulo, como por ejemplo zonas no cultivables de predios agrícolas. En general, no se aceptará su uso en lugares de reunión de personas e industriales.
- 7.2.5 Las líneas aéreas desnudas a la intemperie se montarán sobre postes de altura suficiente como para asegurar que la distancia entre el conductor más bajo y el suelo, en su punto y condiciones de flecha máxima, sea como mínimo de 5 m.

- 7.2.6 La sección mínima de los conductores para líneas aéreas a la intemperie será de 4 mm² para vanos no superiores a 10 m, de 6 mm² para vanos de hasta 30 m y de 10 mm² para vanos de hasta 45 m. La sección a emplear en vanos superiores deberá ser justificada mediante cálculo, cumpliendo las prescripciones del DS N°109/2017 del Ministerio de Energía o las disposiciones que la reemplacen.
- 7.2.7 La distancia mínima entre los conductores en una línea aérea de conductores desnudos, medida en los puntos de apoyo, será de 20 cm para vanos de hasta 30 m y de 30 cm como mínimo para vanos superiores.
- 7.2.8 Bajo condiciones climáticas muy severas se adoptarán las medidas necesarias para asegurar una adecuada resistencia mecánica de la línea y para dimensionarla se procederá según las exigencias del capítulo sobre líneas aéreas del DS N°109/2017 del Ministerio de Energía o las disposiciones que la reemplacen.
- 7.2.9 Las secciones máximas de conductores desnudos que se colocarán sobre aisladores se fijarán según la tabla N°4.10.

Tabla N°4.10: Secciones máximas de conductores sobre aisladores en baja tensión

Tipo de aislador	Dimensión básica del aislador [mm] (*)	Sección del conductor [mm ²]	
		Desnudo	Aislado
Carrete	Φ 51	35	16
	Φ 57	70	35
	Φ 76	120	70
Campana	h 72	25	10
	h 80	70	35
	h 100	120	70
	h 145	150	95
Rollo	h 25	-	2,5
	h 32	-	6
	h 36	-	10
	h 40	-	16

(*) Φ = diámetro; h = altura

- 7.2.10 Además de las exigencias indicadas en los literales anteriores, la construcción de una línea aérea deberá cumplir, en general, las disposiciones indicadas en el DS N°109/2017 o las disposiciones que la reemplacen.
- 7.2.11 La separación vertical entre conductores de distinta polaridad, en función de la distancia entre apoyos o vanos, se fijará de acuerdo con la tabla N°4.11. En caso de tendidos en que los conductores queden en un plano horizontal la separación se fijará de acuerdo con el DS N°109/2017 del Ministerio de Energía o las disposiciones que la reemplacen.

Tabla N°4.11: Distancia mínima entre conductores de distinta polaridad para baja tensión

Distancia entre apoyos o vanos [m]	Distancia entre conductores [cm]
Hasta 2	5
Sobre 2 hasta 4	10
Sobre 4 hasta 6	15
Sobre 6 hasta 30	20
Sobre 30	30

7.3 Conductores aislados sobre aisladores.

- 7.3.1 Los conductores aislados montados sobre aisladores deberán ser de cobre o de aluminio para líneas aéreas de baja tensión y/o media tensión.
- 7.3.2 Cuando se empleen conductores de aluminio o aleación de aluminio debe utilizarse conectores del tipo bimetálicos para realizar la unión con los conductores de cobre de la instalación de consumo.
- 7.3.3 Los conductores aislados montados sobre aisladores sólo podrán instalarse en sitios en que no queden expuestos a daños mecánicos causados por personas u objetos que se manipulen en sus proximidades.
- 7.3.4 Está prohibida la instalación de conductores aislados sobre aisladores en lugares o recintos que presenten riesgos de incendio o de explosión, en locales comerciales, en teatros y lugares de reunión de personas, en estudios de cine o televisión, en pozos de ascensores o montacargas, o similares.
- 7.3.5 En líneas aéreas a la intemperie formada por conductores aislados sobre aisladores, el conductor inferior de la línea en su punto más bajo deberá tener una altura mínima de 4,0 m sobre el nivel del suelo. Esta altura deberá aumentarse en zonas de tránsito de vehículos de carga de modo de permitir el paso libre del más alto de éstos y podrá disminuirse hasta un mínimo de 3,0 m si la línea se tiende vecina a un muro en toda su extensión, siempre que no existan ventanas o accesos en ese muro.
- 7.3.6 Las secciones mínimas para las líneas aéreas aisladas a la intemperie serán las mismas prescritas en el punto 7.2.6 de este pliego.
- 7.3.7 La distancia vertical mínima entre conductores de líneas aéreas aisladas de baja tensión a la intemperie será de 15 cm.
- 7.3.8 Las líneas aéreas a la intemperie con conductores aislados deberán cumplir lo indicado en los puntos 7.2.8 y 7.2.10 de este pliego y los conductores empleados deberán ser los adecuados para este tipo de instalaciones de acuerdo con lo prescrito en la tabla N°4.2.
- 7.3.9 En instalaciones bajo techo la distancia entre el conductor más bajo de una línea sobre aisladores y el piso no debe ser inferior a 2,5 m. En caso de que los conductores pasen sobre zonas transitadas o que las condiciones del proceso realizado lo exijan, deberá aumentarse esta altura mínima de acuerdo con esas condiciones.
- 7.3.10 La distancia máxima de luz entre los aisladores de apoyo para las líneas aisladas bajo techo será de 6 m si la línea se apoya en muros o superficies similares, tanto para recorridos horizontales como verticales. La sección mínima a utilizar en los conductores, en estos casos, será de 2,5 mm².

- 7.3.11 La distancia mínima entre los conductores y la superficie o parte que le sirve de apoyo será de 1,5 cm en recintos secos y limpios. Esta distancia se aumentará a 3 cm en recintos húmedos, mojados o ambientes con polvos en suspensión.
- 7.3.12 Para las condiciones señaladas en los puntos 7.3.1 a 7.3.9 precedentes, la distancia mínima entre conductores de distinta polaridad será de 1,5 cm para tensiones de servicio hasta 400 V y de 3 cm para tensiones de servicio hasta 1000 V.
- 7.3.13 Las secciones máximas de conductores aislados en los distintos tipos de aisladores se fijarán de acuerdo con la tabla Nº4.10.
- 7.3.14 Las derivaciones deberán hacerse en los puntos de apoyo y se aislarán convenientemente. En los puntos de derivación, la distancia entre el conductor y la superficie o pieza de apoyo no debe ser inferior a 2 cm.
- 7.3.15 Los conductores de la línea sobre aisladores deberán asegurarse a los aisladores mediante amarras; estas amarras serán de material aislante o de conductores eléctricos aislados que tengan el mismo tipo de aislación que el conductor de la línea y la amarra se hará de modo de evitar que estos conductores formen una espira cerrada.
- 7.3.16 Las amarras de líneas hasta 4 mm² de sección deberán tener una resistencia mecánica equivalente a la de un conductor de cobre de 1,5 mm²; para secciones hasta de 10 mm² a la de 2,5 mm²; para secciones superiores, la resistencia mecánica de la amarra deberá ser equivalente a la de un conductor de cobre de 8,37 mm².
- 7.3.17 Las bajadas desde una línea aérea se harán en cables multiconductores o con conductores en ductos que aseguren una protección mecánica adecuada de los conductores. Las líneas que atraviesan muros deberán hacerlo en ductos. De igual forma la entrada de los conductores a una roseta o equipo debe estar protegida por un ducto de no menos de 10 cm. de largo.
- 7.3.18 La entrada de los conductores en ductos y cajas de paso o derivación, se deberán hacer sin tensión mecánica y se protegerán mediante prensaestopas o accesorios similares que impidan la penetración de cuerpos extraños. En los puntos de entrada de los conductores a ductos o cajas deberán ir aisladores de apoyo.

7.4 Cables de aislación mineral (MI)

- 7.4.1 El cable MI es un cable con uno o más conductores de aislación mineral refractaria, altamente comprimida y con una cubierta externa continua de cobre, estanca a los líquidos, vapores y gases, y que, junto a sus accesorios diseñados especialmente para este uso, forman un sistema continuo de canalización.
- 7.4.2 El uso del cable MI está permitido en los siguientes casos:
- 7.4.2.1. En tendido de alimentadores y de circuitos.
 - 7.4.2.2. En ambientes secos, húmedos o mojados.
 - 7.4.2.3. En interiores o a la intemperie.
 - 7.4.2.4. A la vista, embutido o subterráneo con protección adicional para daños físicos y corrosión.
 - 7.4.2.5. En ambientes peligrosos de cualquier naturaleza.
 - 7.4.2.6. En lugares en que se manipulen lubricantes o gasolina.
 - 7.4.2.7. En cualquier ambiente corrosivo que no dañe la cubierta de cobre.

- 7.4.3 No se permite el uso de cable MI en ambientes corrosivos que dañen la cubierta, excepto si ésta se protege mediante un material adecuado para estas condiciones.
- 7.4.4 Cuando se instale a la vista, el cable MI deberá fijarse en forma segura a la superficie sobre la cual está tendido, mediante un sistema de sujeción, amarras, grapas o soportes ubicados a distancias no superiores a 0,5 m en tramos rectos o a una distancia menor, cuando se produzcan cambios de dirección en su trazado. Para lo anterior, se deben considerar las recomendaciones señaladas por los fabricantes.
- 7.4.5 Cuando sea necesario curvar un cable MI, las curvas se harán con herramientas especializadas, evitando dañar la cubierta y la aislación; el radio interior mínimo de la curva será el siguiente:
- 7.4.5.1 Cinco veces el diámetro exterior de la envoltura metálica, cuando el cable no tenga más de 19 mm de diámetro exterior.
- 7.4.5.2 Diez veces el diámetro exterior de la envoltura metálica, cuando el cable tenga más de 19 mm, pero no más de 25 mm de diámetro exterior.
- 7.4.6 Para unir los cables MI a cajas de derivación, gabinetes y/o cajas de conexión de equipos, deberán utilizarse sólo aquellos accesorios construidos y aprobados exclusivamente para este uso.
- 7.4.7 En todos los extremos del cable MI, aun cuando éstos queden en el interior de cajas gabinetes o equipos, se deberá colocar una pieza de sello construida y aprobada para este fin, con la finalidad de evitar que penetre la humedad en el compuesto mineral de aislación.

7.5 Cables planos

- 7.5.1 Los cables planos son conjuntos de dos, tres o cuatro conductores aislados dispuestos en forma paralela, en una capa y envueltos por una chaqueta aislante independiente de la aislación de cada conductor individual; el conjunto forma un cable de sección transversal rectangular del tipo NYIFY o similares.
- 7.5.2 Los cables planos sólo podrán usarse en instalaciones bajo techo, sobrepuertas y en montaje fijo en superficies. En ningún caso podrán apoyarse sobre material combustible, como madera.
- 7.5.3 En el caso de colocarse embutidos podrán quedar directamente bajo o en el revoque, sea éste de mortero de cemento o yeso. No podrán instalarse ocultos o embutidos en tabiques cuya estructura, recubrimiento y/o relleno sean madera u otros materiales combustibles.
- 7.5.4 Los cables planos deberán afianzarse a las superficies o puntos de soporte mediante abrazaderas o grapas metálicas resistentes a la oxidación o de material plástico de resistencia y flexibilidad adecuadas.
- 7.5.5 En casas o construcciones de madera o materiales combustibles no se permitirá el empleo de cables planos como sistema de canalización.
- 7.5.6 Al emplear cables planos como sistema de canalización deberá emplearse cajas de derivación y accesorios aprobados para este uso.
- 7.5.7 Las capacidades de transporte de corriente de los cables planos se fijarán de acuerdo con la tabla N°4.4, método E, para una temperatura de servicio de 70 °C.

7.6 Conductores aislados sobre soportes

- 7.6.1 Podrán utilizarse en este sistema de canalización sólo cables multiconductores de los tipos RV, RV-K; RZ1-K.
- 7.6.2 Al usar este sistema de canalización los conductores no deberán quedar expuestos a daños mecánicos. La altura mínima de montaje será de 2 m en tramos horizontales, en su condición más desfavorable. Se permitirán bajadas verticales, pero deberán protegerse con una cubierta resistente bajo 1,2 m.
- 7.6.3 Los soportes podrán ser metálicos o no metálicos y estar formados por sistemas de abrazaderas, rieles y abrazaderas, u otros similares. La distancia máxima entre soportes será de 1,5 m.
- 7.6.4 La separación mínima entre el cable y la superficie de apoyo del soporte será de 1 cm. No se acepta este tipo de canalización sobre superficies combustibles o con riesgo de explosión.
- 7.6.5 Para cables de secciones superiores a 50 mm² deberán usarse abrazaderas de materiales no magnéticos.
- 7.6.6 Si se colocan varios cables en un tendido paralelo, la distancia entre cable y cable debe ser a lo menos igual al diámetro del cable de menor sección con un mínimo de 1 cm.
- 7.6.7 La capacidad de transporte de corriente de los cables sobre soportes se fijará de acuerdo con la tabla N°4.4, método F.

7.7 Conductores en molduras y bandejas portaconductores tipo livianas.

- 7.7.1 Las molduras y bandejas portaconductores livianas, para usos habitacionales o similares, son perfiles, de sección cuadrada, rectangular u otra, de tapa removible, que en conjunto con sus aparatos y accesorios forman un sistema completo de canalización. Su sistema de ajuste y cierre será tal que ninguno de sus componentes podrá ser removido sin ayuda de una herramienta.
- 7.7.2 Las molduras y las bandejas portaconductores livianas, deberán mantener un grado de protección uniforme a lo largo de todo su recorrido, en conjunto con sus aparatos complementarios; considerando un grado IP mínimo de IP 4x y una protección contra choques mecánicos de un IK 07 según anexo 4.1. Las bandejas portaconductores livianas que se instalen en lugares húmedos, deberán utilizar conductores cuya condición de uso sea apta para la intemperie y en el caso que la bandeja portaconductores este expuesta a los rayos UV, los conductores utilizados deberán estar diseñados para soportar los rayos UV.
- 7.7.3 Las características mínimas de las molduras y bandejas livianas serán las indicadas en la tabla N°4.12

Tabla Nº4.12: Características mínimas de las molduras y bandejas livianas

Característica	Grado	
Dimensión del lado mayor de la sección transversal	≤ 16mm	>16mm
Resistencia al impacto	0,5J (muy ligera)	2J (media)
Temperatura mínima de instalación y servicio	+15°C	- 5°C
Temperatura máxima de instalación y servicio	+60°C	+60°C
Continuidad eléctrica	Sin continuidad eléctrica	Sin/con continuidad eléctrica*
Característica de aislamiento eléctrico	Con aislamiento eléctrico	Sin/con aislamiento eléctrico**
Resistencia mínima a la penetración de objetos sólidos y acceso a partes peligrosas	No inferior a IP 4X	No inferior a IP 4X
Resistencia a la penetración de agua	No declarada	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	No propagador	No propagador
Resistencia a la corrosión ***	No declarada	Média interior y exteriormente

Nota: * Con continuidad para molduras y bandejas livianas metálicas.
 Nota: ** Con aislamiento para molduras y bandejas livianas no metálicas.
 Nota:*** Aplica a molduras y bandejas livianas metálicas, para zonas costera y similares será Alta interior y exteriormente.

Nota: El cumplimiento de estas características se realizará según lo definido en los protocolos de análisis y/o ensayos de seguridad de productos eléctricos respectivos definidos por la Superintendencia. En ausencia de estos, se deberá aplicar la norma IEC 61084-2-1.

- 7.7.4 Dentro de este campo de aplicación, se denominará moldura a aquellos perfiles que, por la dimensión reducida de su sección transversal, requieren que sus aparatos complementarios sean montados en forma anexa, y se denominará bandeja a aquellos perfiles en que la dimensión de su sección transversal permite el montaje de los aparatos en su interior. Se entenderá por aparato complementario, en el sentido de este punto, a los interruptores y enchufes.
- 7.7.5 Tanto las molduras como las bandejas portaconductores, en el alcance de esta sección, podrán usarse solo a la vista, sobrepuertas en paredes y muros de habitaciones, oficinas y recintos similares de ambiente seco y limpio, a una altura mínima de 0,20 m medida desde el borde inferior de la moldura o bandeja al nivel de piso terminado. Deberán ser accesibles en todo su recorrido; solo se exceptúa esta exigencia de accesibilidad en cruces de muro de una habitación a otra.
- 7.7.6 Tanto en uniones como en derivaciones o cambios de dirección de la canalización, sólo podrán usarse los accesorios aprobados como componentes del sistema para estas funciones. Queda prohibido solucionar alguna de estas condiciones mediante cortes del perfil principal y adaptaciones de forma para evitar el uso de los citados accesorios.
- 7.7.7 Las molduras y bandejas podrán ser simples o compuestas; en las compuestas un tabique fijo o removible permitirá dividir la sección transversal en dos o más sectores.
- 7.7.8 En molduras o bandejas compuestas, se permitirá llevar por separado, en cada una de las secciones en que éstas están divididas, conductores de distintas tensiones y/o servicios. Se entenderá como conductores de distintos servicios a los correspondientes a potencia, comunicaciones, datos o control, dentro del campo de aplicación.

- 7.7.9 La cantidad máxima de conductores a instalar en una moldura o bandeja portaconductores se fijará de forma que el área útil ocupada por los conductores no exceda el 40% del área útil de la moldura. Se deberán aplicar los factores de corrección indicados en los puntos 6.2.4 y 6.2.5 de este pliego.
- 7.8 Conductores en pilares de servicio
- 7.8.1 Un pilar de servicio es un perfil metálico o no metálico, cerrado, destinado a ser usado en ambientes secos y limpios, generalmente en oficinas o similares, construidas en la modalidad conocida como de planta libre; su finalidad es proporcionar conexión a los enchufes, necesarios para energizar los equipos de escritorio ubicados en posiciones que quedan fuera de alcance de los circuitos de enchufes murales. Ver anexo N°4.2.
- 7.8.2 Las características mínimas de los pilares de servicio serán las indicadas en la tabla N°4.13.

Tabla N°4.13: Características mínimas de los pilares de servicio

Característica	Grado
Resistencia al impacto	2J (media)
Temperatura mínima de instalación y servicio	-5 °C
Temperatura máxima de instalación y servicio	+60 °C
Continuidad eléctrica	Sin/con continuidad eléctrica*
Característica de aislamiento eléctrico**	Sin/con aislamiento eléctrico
Resistencia mínima a la penetración de objetos sólidos y acceso a partes peligrosas	No inferior a IP 41
Resistencia a la penetración de agua	IP 41
Resistencia a la propagación de la llama	No propagador

Nota: * Con continuidad para pilares metálicos.
Nota: ** Con aislamiento para pilares no metálicos.

Nota: El cumplimiento de estas características se realizará según los protocolos de análisis y/o ensayos de seguridad de productos eléctricos respectivos definidos por la Superintendencia. En ausencia de estos, se deberá aplicar la norma IEC 61084-2-4.

- 7.8.3 Se aceptará canalizar a través de un pilar de servicio los conductores correspondientes a no más de cuatro circuitos de enchufes, teniendo presente que no se puede utilizar más del 40% de su sección transversal, aplicando los factores de corrección indicados en los puntos 6.2.4 y 6.2.5 del presente pliego, según corresponda.
- 7.8.4 Los pilares de servicio se conectarán a las canalizaciones fijas del edificio sólo mediante sus correspondientes accesorios aprobados por el fabricante. La fijación de los pilares de servicio, sus uniones y derivaciones se deberán realizar de manera mecánicamente sólida, evitando que sus elementos y accesorios queden expuestos a esfuerzos mecánicos.
- 7.8.5 Se aceptará que los pilares de servicio se usen como medio de canalización de bajada para circuitos de comunicación o de señales de sistemas de procesamiento de datos, siempre que se instalen en un compartimento separado de los circuitos de alimentación. Los eventuales efectos de interferencia que puedan producirse deberán ser previstos y solucionados por los especialistas de aquellas disciplinas.
- 7.8.6 Los enchufes utilizados para instalar en pilares de servicio serán del tipo que permita su montaje sin necesidad de caja de derivación.

- 7.8.7 Los pilares de servicio metálicos deberán ser aterrizados mediante un conductor de protección y los circuitos canalizados a través de ellos deberán estar protegidos mediante protecciones diferenciales, sin excepción.
- 7.8.8 No se podrán instalar pilares de servicio en recintos húmedos, con polvo en suspensión en ambientes que presenten riesgo de incendio o explosión.
- 7.9 Conductores en canalizaciones subterráneas.
- 7.9.1 Se entenderá por canalización subterránea a aquella en que los ductos van enterrados directamente en el suelo. No se considerará canalización subterránea a aquella que se instale en el radier de una construcción, a menos que se instalen cámaras en su trayecto, que estén a la intemperie o produzcan discontinuidad de ductos, en cuyo caso, deben emplearse conductores adecuados para ello.
- 7.9.2 Al realizar un proyecto de canalizaciones subterráneas, deberá efectuarse un estudio cuidadoso de las condiciones del terreno y las instalaciones; en función de estas condiciones se determinará el tipo de canalización a emplear y sus características de construcción. Entre las condiciones de terreno que afectan a las características de las canalizaciones subterráneas está la presencia de napas freáticas superficiales, nivel de precipitaciones pluviales en la zona, estabilidad, composición química del terreno, etc.
- 7.9.3 No se permite el tendido de conductores directamente en tierra, salvo en instalaciones industriales donde se cuente con personal calificado permanente en la instalación.
- 7.9.3.1 Instalación de cables directamente enterrados para instalaciones industriales.
- a) Para cables de enterramiento directo, el fondo de la zanja será una superficie firme, lisa, libre de discontinuidades y sin obstáculos. El cable se dispondrá a una profundidad mínima de 1 m respecto de la superficie del terreno.
 - b) La profundidad de instalación deberá aumentarse en los casos de cruces y paralelismos señalados.
 - c) Para proteger los cables frente a excavaciones, éstos deberán tener una protección mecánica mediante la utilización de ladrillos o cubiertas y a una distancia entre 20 y 30 cm por encima del cable deberán instalarse una cinta de señalización que advierta la existencia de los cables eléctricos. Se acepta también la colocación de placas con doble misión de protección mecánica y de señalización.
 - d) En canalizaciones con pendiente, la instalación debe hacerse de tal manera que no ocurran efectos de aluvión, que socave el terreno o los rellenos de arena.
 - e) Las uniones y derivaciones de los conductores tendidos directamente en tierra se harán en cámaras, mediante mufas o cajas de conexiones aprobadas, usando para ello los sistemas de uniones aprobados.
- 7.9.4 Se podrán usar como sistema de canalización subterránea tuberías metálicas y tuberías no metálicas. Estos ductos deberán cumplir con el montaje de canalizaciones subterráneas definidos en el punto 7.16.7 y con las características técnicas definidas en la tabla N°4.28 de este pliego.
- 7.9.5 En las canalizaciones subterráneas se considerará el uso de cámaras tipos A, B o C, especificadas en el punto 7.9.8.4 de este pliego.

- 7.9.6 En las canalizaciones subterráneas está prohibido el uso de conductores designados como para instalarse en ambientes secos o húmedos, en particular los tipos THW, THHN, THWN, NSYA, H07V-K, H07V-R, H07V-U, H07Z1-K, H07Z1-R H07Z1-U7Z1-R.

Se podrán utilizar en canalizaciones metálicas subterráneas de estaciones de servicio los conductores THHN y THWN, siempre y cuando éstas sean continuas, no existan cámaras en su trayecto de enterramiento y se garantice una hermeticidad completa, a través de la instalación de sellos adecuados tanto a la entrada como a la salida de la canalización subterránea.

7.9.7 Condiciones de instalación de canalizaciones subterráneas

- 7.9.7.1 El diámetro mínimo del ducto de una canalización subterránea no debe ser inferior a 25 mm.
- 7.9.7.2 Los ductos deberán cumplir lo indicado en la tabla N°4.28 y se colocarán en una zanja de ancho suficiente y profundidad mínima de 0,45 m, medidos desde el nivel de piso hasta la parte superior del ducto o tubo más superficial, en veredas, jardines y en general, en zonas de tránsito peatonal o liviano. Para tránsito vehicular o pesado, la profundidad exigida será como mínimo de 0,8 m, considerando el uso de protecciones mecánicas necesarias para asegurar que los tubos no sufran daño.
- 7.9.7.3 El fondo de la excavación deberá emparejarse con una capa de arena y los ductos deberán tener una pendiente mínima de 0,25% hacia las cámaras próximas.
- 7.9.7.4 Las uniones entre los ductos se harán de modo de asegurar la máxima hermeticidad y no deberán alterar la sección transversal interior de ellos.
- 7.9.7.5 En donde se presenten condiciones desfavorables de resistencia mecánica del terreno se deberán tomar las medidas necesarias para asegurar un adecuado soporte y protección de los ductos.
- 7.9.7.6 En canalizaciones formadas por varios ductos se usarán separadores ubicados a distancias convenientes para facilitar la colocación de los ductos y mantener su paralelismo, según lo indicado en el anexo 4.3.
- 7.9.7.7 Para las distintas disposiciones de ductos múltiples, la capacidad de radiación de calor de cada elemento se reducirá según su posición en el conjunto, de acuerdo con los porcentajes que se indican en el anexo 4.4. Estos valores deberán considerarse al determinar las secciones de los conductores que se colocarán en las tuberías que conforman el ducto múltiple.
- 7.9.7.8 Se aceptará una distancia máxima de recorrido entre cámaras de 90 m, con un máximo de dos curvas y una desviación por cada curva no superior a 60° con respecto a la línea recta y radios de curvatura de 10 veces el diámetro del ducto respectivo como mínimo. Si existen más de dos curvas o una desviación superior a la señalada se deberá colocar cámaras intermedias.
- 7.9.7.9 En tramos rectos se aceptará, colocar cámaras hasta, una distancia máxima de 120 m entre ellas. El ducto que se utilice en estos casos será de un diámetro mínimo de 50 mm.
- 7.9.7.10 En tramos cuyo recorrido no sea superior a 20 m se aceptará que los ductos formen una U, sin colocar cámaras.

- 7.9.7.11 Para facilitar la colocación de los conductores en los ductos se deberá utilizar lubricantes adecuados, que no dañen los conductores y los distintos elementos del sistema de canalización.
- 7.9.7.12 Los ductos eléctricos instalados de forma subterránea se deberán proteger y señalizar mediante una capa de mortero de cemento afinado y coloreado, de un espesor de 0,10 m y que se extienda 0,30 m hacia ambos lados. Además, sobre el mortero se deberá dejar una cinta de identificación o señalización que permita claramente la identificación de peligro eléctrico.

7.9.8 Cámaras

- 7.9.8.1 Las cámaras se usarán para facilitar la colocación, mantenimiento, reparaciones, uniones y derivaciones de los conductores y permitir los empalmes de distintos tipos de ductos. Deberán tener un drenaje que facilite la evacuación rápida de las aguas que eventualmente lleguen a ellas por filtración o condensación.
- 7.9.8.2 En zonas muy lluviosas o en que existan napas freáticas que puedan inundar las cámaras y los ductos, el sistema deberá construirse impermeabilizado. Si esta medida es insuficiente deberá instalarse un sistema mecanizado de evacuación de las aguas o utilizar conductores apropiados para trabajar sumergidos.
- 7.9.8.3 Las uniones al interior de las cámaras deben realizarse considerando mantener el grado de aislamiento indicado en este pliego técnico. Todas las transiciones entre tipos de cables, las conexiones a las cargas, o las derivaciones, deben realizarse en cámaras o cajas de inspección que permitan mantener las condiciones y grados de protección aplicables. Las dimensiones internas útiles de las cajas o cámaras de paso, derivación, conexión o salida deben ser adecuadas a las funciones específicas y permitir el tendido en función de la sección de los conductores
- 7.9.8.4 Se utilizarán los siguientes tipos de cámaras, cuyas dimensiones mínimas y detalles constructivos mínimos recomendados se indican en el anexo 4.5.
 - 7.9.8.4.1 Cámara tipo "A". Serán de dimensiones suficientes como para permitir el fácil acceso a su interior a una persona para efectuar trabajos. Este tipo de cámara se usará preferentemente en sistemas industriales y cuando el tamaño y el número de conductores así lo requiera.
 - 7.9.8.4.2 Cámaras tipo "B". Serán de dimensiones tales que permitan la fácil manipulación de los conductores, la inspección desde el exterior y, eventualmente penetrar a su interior para trabajos de guía del alambrado, ejecución de mufas de protección de derivaciones o similares. Este tipo de cámara se usará en instalaciones de menor envergadura que las cámaras tipo "A".
 - 7.9.8.4.3 Cámaras tipo "C". Sus dimensiones deberán permitir la manipulación de los conductores y la inspección desde el exterior. Se utilizarán como cámaras de paso, cámaras de unión o derivación, en instalaciones residenciales y en instalaciones de equipos unitarios tales como luminarias, semáforos o similares.

- 7.9.8.5 Las dimensiones y formas constructivas de las cámaras mostradas en el anexo 4.5 son mínimas. El dimensionamiento y formas constructivas definitivas se fijarán y justificarán en el proyecto correspondiente, de acuerdo con las condiciones de terreno, tanto eléctricas como civiles y de tránsito en la zona de instalación.
- 7.9.8.6 Los conductores deberán quedar ordenados siguiendo en lo posible las paredes de las cámaras y se tratará de evitar los cruces entre ellos. En las cámaras tipo "A", se deberá utilizar separadores y soportes de conductores para permitir este ordenamiento. Se debe adoptar la misma disposición en las cámaras tipo "B", para la fácil identificación de los distintos circuitos y servicios.
- 7.9.8.7 Todos los alimentadores y/o circuitos que pasen por una cámara deberán identificarse, utilizando para ello sistemas de marcado con materiales resistentes a las condiciones ambientales que se encuentren dentro de las cámaras.
- 7.9.8.8 Las uniones y derivaciones de conductores dentro de las cámaras se harán utilizando métodos aprobados que garanticen que el aislamiento, estanqueidad, protección mecánica y retardo a la llama sean equivalentes a los conductores empleados en el tendido.
- 7.9.8.9 Las entradas y salidas de los ductos hacia y desde las cámaras se deberán hacer de tal modo que no se produzcan cantos agudos que puedan dañar la aislación o la cubierta de los conductores, para lo cual se emplearán boquillas del mismo material de los ductos u otro sistema similar resistente a la corrosión u otro sistema similar.
- 7.9.9 Cruces y paralelismos de canalizaciones eléctricas subterráneas con redes de gas, agua potable y alcantarillado.
- 7.9.9.1 En los cruces se cuidará que los ductos o conductores eléctricos queden separados de las tuberías de los otros servicios en 0,50 m, como mínimo, en cualquier sentido. Si el cruce se protege con una capa de hormigón de 0,20 m de espesor, la separación mínima podrá reducirse a este valor; el hormigón empleado para estos fines será clase H15 o superior.
- 7.9.9.2 En los cruces deberá protegerse los ductos mediante una capa de mortero de cemento afinado y coloreado, de un espesor mínimo de 0,10 m y que se extienda 0,50 m hacia ambos lados. Se recomienda identificar adecuadamente la existencia de los ductos eléctricos en el punto del cruce.
- 7.9.9.3 Se entenderá que existe paralelismo cuando los ductos eléctricos queden dentro del volumen normal de excavación de las tuberías de otros servicios.
- 7.9.9.4 Los ductos eléctricos deberán protegerse en toda la extensión del paralelismo con una capa de hormigón afinado y coloreado de 0,10 m de espesor y de ancho equivalente a la suma de los diámetros de los ductos más 0,20 m a ambos lados de ellos. No se aceptará la existencia o la colocación de tuberías de otros servicios sobre o bajo este volumen. El hormigón empleado para estos fines será clase H15 o superior.

7.10 Conductores en bandejas portaconductores tipo pesado.

- 7.10.1 Las bandejas portaconductores, lisas o ranuradas, son ductos de sección rectangular, cerrados con tapas removibles, que junto a sus accesorios forma un sistema completo de canalización en el cual se permite colocar conductores correspondientes a uno o varios circuitos y alimentar distintos servicios. En el ámbito de aplicación de este pliego técnico no es aceptable el uso de bandejas sin tapa.
- 7.10.2 Las bandejas portaconductores podrán ser metálicas o no metálicas. Las dimensiones y características constructivas recomendadas se indican en el anexo 4.6.
- 7.10.3 Las características mínimas de las bandejas portaconductores tipo pesado serán las indicadas en la tabla N°4.14.

Tabla N°4.14: Características mínimas de las bandejas portaconductores no metálicas tipo pesado o Industriales.

Característica	Grado
Resistencia al impacto	5 Joules
Temperatura mínima de instalación y servicio	-5°C
Temperatura máxima de instalación y servicio	+60°C
Continuidad eléctrica	Sin/con continuidad eléctrica*
Característica de aislamiento eléctrico	Sin/con aislamiento eléctrico**
Resistencia mínima a la penetración de objetos sólidos y acceso a partes peligrosas	No inferior a IP 2X
Resistencia a la penetración de agua	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	No propagador
Resistencia a la corrosión	Según instalación ver punto 7.10.5***

Nota: * Con continuidad para bandejas portaconductores metálicas.
 Nota: ** Con aislamiento para bandejas portaconductores no metálicas.
 Nota: *** Aplica a bandejas portaconductores tipo pesado metálicas según su lugar de instalación.

Nota: El cumplimiento de estas características se realizará según los protocolos de análisis y/o ensayos de seguridad de productos eléctricos respectivos definidos por la Superintendencia. En ausencia de estos, se deberá aplicar la norma IEC 61537.

7.10.4 No se permite el uso de bandejas portaconductores no metálicas en los siguientes casos:

- 7.10.4.1. En la caja de ascensores.
- 7.10.4.2. En ambientes con temperaturas superiores a las certificadas para la canalización.
- 7.10.4.3. Donde se alojen conductores cuyos límites de temperatura del aislamiento excedan aquellos para los cuales se certifica la bandeja portaconductores.
- 7.10.4.4. En lugares en donde se manipulen o almacenen gases inflamables, que excedan aquellos casos en que la bandeja esté certificada para ese uso.
- 7.10.4.5. En donde existan polvos o fibras combustibles en suspensión, en proporción tal como para producir mezclas inflamables o explosivas, que excedan aquellos casos en que la bandeja esté certificada para ese uso.

- 7.10.5 Las bandejas metálicas deberán soportar las cargas que se determinen según la cantidad y sección de los conductores que transportan (Kg/m), además del distanciamiento de sus puntos de sujeción. Dependiendo de las condiciones ambientales en donde se instalen, se usarán:
- 7.10.5.1. Bandejas en ambientes secos y sin presencia de agentes químicos activos. Cuya resistencia a la corrosión deberá ser baja interior y exteriormente. (no ubicadas en zonas costeras).
- 7.10.5.2. Bandejas en ambientes húmedos sin presencia de agentes químicos activos. Cuya resistencia a la corrosión deberá ser media interior y alta exteriormente (bandejas de acero electrogalvanizadas).
- 7.10.5.3. Bandejas instaladas en el exterior en ambientes húmedos o mojados con presencia de agentes químicos activos o en zonas costeras. Cuya resistencia a la corrosión deberá ser alta interior y exteriormente. (bandejas de acero galvanizadas en caliente o de aluminio).
- 7.10.6 Los accesorios y uniones entre bandejas portaconductores deberán ser los de fábrica.
- 7.10.7 Las bandejas portaconductores, sin distingo de su calidad constructiva, podrán usarse en instalaciones a la vista u ocultas en lugares accesibles, en el interior de edificios o a la intemperie.
- 7.10.8 En canalizaciones a la intemperie o recintos de ambiente húmedo, los sistemas de bandejas deberán cumplir las siguientes condiciones:
- 7.10.8.1. Asegurar la impermeabilidad adecuada, según el recinto en que se instalen.
- 7.10.8.2. Tener una pendiente de 0,25% hacia puntos intermedios de tramos del sistema, en donde se harán perforaciones pequeñas para facilitar el escurrimiento de condensaciones.
- 7.10.8.3. Contar con protección anticorrosiva, en caso de ser metálicas.
- 7.10.9 Los conductores que se utilicen deberán ser adecuados para el medio ambiente y el tipo de instalación de los conductores de los diferentes servicios será el adecuado para la mayor tensión del conjunto.
- 7.10.10 La sección mínima de estos conductores será de 2,5 mm². Se autorizará el uso de secciones menores en caso de usar cables multiconductores, debiendo éstos quedar protegidos por las protecciones del circuito.
- 7.10.11 El sistema de bandejas portaconductores debe instalarse de tal modo que sea accesible en todo su recorrido y que todos sus elementos estén unidos mecánicamente entre sí o a cualquier otro elemento de la instalación, tales como ductos, tableros.

- 7.10.12 La sujeción o fijación de las bandejas portaconductores podrá hacerse mediante tensores, escuadras, consolas o partes estructurales de la construcción. Estos puntos de sujeción deberán estar a una distancia máxima de 1,50 m entre sí, pudiendo aumentarse esta distancia en casos debidamente justificados hasta 3 m. Estos accesorios, en caso de utilizarse sistemas de bandejas metálicas, serán metálicos con una protección adecuada al ambiente en que se instalen, de una calidad igual a la de las bandejas. En caso de bandejas no metálicas, podrán usarse accesorios del mismo material de las bandejas, en caso de que sus dimensiones y características aseguren una resistencia mecánica adecuada a las condiciones de uso; si esta condición no se logra, podrán utilizarse accesorios metálicos con un recubrimiento que asegure que su comportamiento frente al ambiente sea equivalente al del sistema de bandejas. La cantidad y disposición de los tensores u otros soportes serán tales que el retiro de uno de ellos no produzca deformaciones de la bandeja.
- 7.10.13 Los tensores podrán ser barras o cables metálicos de una sección tal que garantice la resistencia mecánica suficiente y permita, cuando sea necesario, la colocación de un sistema de nivelación de las bandejas, en todo caso, la sección mínima será tal que tenga una resistencia mecánica equivalente a la de una barra de acero de 6 mm de diámetro.
- 7.10.14 No se permite soldar los tensores directamente a las estructuras de los edificios o a las bandejas.
- 7.10.15 Las uniones de tramos de bandejas podrán ser apernadas, soldadas o por presión. Se aceptan métodos diferentes en ambos extremos. Sin embargo, independiente del método escogido, esta debe garantizar la unión mecánica y asegurar la continuidad eléctrica en toda su extensión. Con respecto a las uniones a presión, éstas sólo aplican a la bandeja portaconductores montada sobre pared y canastillos.
- 7.10.16 Cuando las bandejas se sujeten por medio de consolas o escuadras apernadas o soldadas a la estructura de la construcción, en los puntos en que existan juntas de dilatación, se colocarán uniones flexibles.
- 7.10.17 Los sistemas de bandejas deberán llevar juntas de dilatación cuando su longitud recta exceda los 50 m. Además, cuando la edificación cuente con juntas de dilatación, las bandejas deberán contar con los elementos y accesorios adecuados para estos casos.
- 7.10.18 Deberá mantenerse una distancia útil mínima de 0,30 m entre el borde superior de la bandeja y el cielo del recinto o cualquier otro obstáculo de la construcción que permita el desmontaje de la tapa. De igual forma deberá mantenerse una distancia mínima útil de 2 m entre el borde inferior de la bandeja y el nivel de piso habilitado para tránsito.
- 7.10.19 Podrán llevarse la cantidad de conductores o cables multiconductores activos tales que, incluyendo su aislación, no ocupen más del 40 % de la sección transversal de la bandeja. Se deberá aplicar los factores de corrección contenidos en la tabla N°4.6.
- 7.10.20 La disposición de los conductores dentro de las bandejas se deberá hacer de tal forma que conserven su posición y ordenamiento a lo largo de todo su recorrido, y los conductores de cada circuito deberán amarrarse en haces o paquetes separados, excepto si se usan cables multiconductores.
- 7.10.21 Las alimentaciones o derivaciones desde bandejas pueden hacerse en ductos metálicos o no metálicos, en ambos casos flexibles, cables blindados o cables para servicio pesado.

- 7.10.22 El acoplamiento de estas tuberías o cables con la bandeja deberá hacerse mecánicamente rígido, utilizando, según sea el caso, boquilla y contratuerca, prensaestopas o cualquier otro dispositivo aprobado para este fin. No obstante, lo indicado, el paso desde una bandeja a una tubería rígida deberá hacerse siempre a través de una tubería flexible, metálica o no metálica, según sea el caso. Donde corresponda, se deberá garantizar que las cajas y tuberías metálicas que se utilicen queden conectadas a un conductor de protección.
- 7.10.23 Las uniones y derivaciones de los conductores se harán siempre dentro de una caja, adosada en la parte exterior de las bandejas, utilizando métodos aprobados, cuidando que siempre queden accesibles.
- 7.10.24 Se aceptarán circuitos de comunicaciones en bandejas si se instalan en un compartimento separado de los circuitos de alimentación y se toman las medidas que correspondan para evitar las interferencias y la aparición de niveles de tensión peligrosas.
- 7.10.25 Las bandejas podrán atravesar muros, losas o partes no accesibles de no más de 1,0 m de espesor. Al atravesar paneles o muros deberán instalarse sellos cortafuego F 60 cada vez que lo hagan.
- 7.10.26 Todas las partes metálicas del sistema de canalización en bandejas deberán estar conectadas a un conductor de protección, asegurando la continuidad eléctrica y la equipotencialidad en toda su extensión.
- 7.10.27 Dentro de las bandejas metálicas deberá colocarse un conductor de protección desnudo, común a todos los servicios y circuitos, excepto los que operen a tensiones extra bajas. La sección de este conductor será el que resulte del cálculo de corto circuito en el punto, no pudiendo su sección ser menor a 8,37 mm². Se unirá a la bandeja con prensas de bronce del tipo paralela, en cada tramo de bandeja y en todos sus accesorios tales como: derivaciones, reducciones, curvas.
- 7.10.28 Desde el conductor de protección común se podrán hacer derivaciones a los circuitos o consumos desde los puntos de unión con las bandejas o desde puntos intermedios utilizando para ello un sistema de derivación, acorde a las secciones del conductor de protección y de la derivación, de modo de garantizar la calidad y permanencia de esta derivación. En tal caso la sección del conductor no podrá ser inferior a la sección del mayor conductor activo de la derivación o la que resulte de los cálculos de cortocircuito. No podrá usarse como conductor de protección el cuerpo de las bandejas.
- 7.10.29 Se podrán montar paralelas, vertical u horizontalmente dos o más bandejas, siempre que la disposición permita retirar fácilmente las tapas y manipular los conductores con facilidad. Cuando las bandejas se dispongan verticalmente deberán estar separadas como mínimo 0,3 m.
- 7.10.30 En cruces de bandejas la separación mínima útil en sentido vertical será de 0,15 m. En caso de que la trayectoria de las bandejas no permita la separación antes indicada, se deberá emplear piezas de acoplamiento que permitan el cambio de nivel para lograr esta distancia.
- 7.10.31 Las bandejas pueden ser utilizadas como soporte de aparatos y accesorios, tales como enchufes hembra, equipos fluorescentes, portalámparas, placas portafusibles y similares, cumpliéndose en cada caso con las normas pertinentes al montaje de tales aparatos y accesorios.
- 7.10.32 Además, podrán utilizarse como soporte de sistemas mecánicos livianos usados para sostener cables instalados con tensión mecánica reducida destinados a alimentar máquinas portátiles de potencia no superior a 1 kW.

7.11 Conductores en escalerillas portaconductores

- 7.11.1 Las escalerillas portaconductores son sistemas de soporte de conductores eléctricos formado por perfiles longitudinales y travesaños que con sus accesorios forman un conjunto rígido y completo, con el objetivo de entregar una protección mecánica a los conductores eléctricos.
- 7.11.2 Los conductores que se instalen en las escalerillas deberán ser de doble aislación (conductor con chaqueta exterior) y tener una tensión mínima de servicio de 1000 V.
- 7.11.3 Las escalerillas pueden usarse abiertas o con tapa. Las tapas serán exigibles en ambientes muy sucios en que el material que pueda depositarse sobre los conductores limite su capacidad de radiación de calor, en tramos verticales accesibles fácilmente y en donde queden al alcance de personal no calificado.
- 7.11.4 Las escalerillas portaconductores podrán ser metálicas o no metálicas. Las dimensiones y características constructivas recomendadas para las escalerillas y sus accesorios se indican en el anexo 4.7.
- 7.11.5 Las características mínimas de las escalerillas portaconductores y bandejas industriales serán las indicadas en la tabla N°4.15.

Tabla N°4.15: Características mínimas de las escalerillas portaconductores

Característica	Grado
Resistencia al impacto	5 Joules
Temperatura mínima de instalación y servicio	-5 °C
Temperatura máxima de instalación y servicio	60 °C
Propiedades eléctricas	Continuidad eléctrica / Aislante*
Resistencia a la propagación de la llama	No propagador
Resistencia a la corrosión	Según instalación aplica punto 7.11.9**

Nota: *Continuidad para escalerillas de servicio metálicas o aislamiento para escalerillas de servicio no metálicas.
 Nota:** Aplica a escalerillas metálicas y depende del lugar de instalación.

Nota: El cumplimiento de estas características se realizará según protocolos de análisis y/o ensayos de seguridad de productos eléctricos respectivos definidos por la Superintendencia. En ausencia de estos, se deberá aplicar la norma IEC 61537

- 7.11.6 El material empleado en la construcción de las escalerillas portaconductores no metálicas deberá ser adecuado para soportar la acción de la humedad y agentes químicos, resistente a las compresiones y deformaciones por efecto del calor, en condiciones similares a las que encontrará en su manipulación y uso.
- 7.11.7 Los accesorios y uniones entre escalerillas porta conductores deberán ser los de fábrica.
- 7.11.8 Las escalerillas portaconductores metálicas deberán soportar las cargas que se determinen según la cantidad y sección de los conductores que transporta (kg/m), además del distanciamiento de sus puntos de sujeción. Dependiendo de las condiciones ambientales en donde se instalen se usarán:
 - 7.11.8.1. Escalerillas en ambientes secos y sin presencia de agentes químicos activos. Cuya resistencia a la corrosión deberá ser baja interior y exteriormente. (no ubicadas en zonas costeras)

- 7.11.8.2. Escalerillas en ambientes húmedos sin presencia de agentes químicos activos. Cuya resistencia a la corrosión deberá ser media interior y exteriormente. (electrogalvanizadas)
- 7.11.8.3. Escalerillas en ambientes húmedos o mojados instalas en el exterior con presencia de agentes químicos activos o en zonas costeras. Cuya resistencia a la corrosión deberá ser alta interior y exteriormente. (galvanizadas en caliente o de aluminio).
- 7.11.9 Las escalerillas portaconductores se usarán en condiciones similares a las establecidas para las bandejas en los puntos 7.10.7 a 7.10.20 de este pliego excepto lo indicado en el punto 7.10.8, pudiendo además utilizarse como soporte de otros ductos eléctricos.
- 7.11.10 Las escalerillas portaconductores no deberán usarse:
- 7.11.10.1 En escotillas ni en pozos de ascensores.
- 7.11.10.2 En lugares donde queden expuestas al alcance o manipulación de personas no calificadas.
- 7.11.10.3 Como soporte común de conductores de circuitos de potencia y de comunicaciones, salvo que estos últimos tengan un blindaje puesto a tierra. No obstante, lo indicado, podrán canalizarse conductores de comunicaciones en escalerillas que cuenten con un separador en toda su longitud que permita un tendido independiente de ambos sistemas y que se adopten las medidas que sean pertinentes para evitar las posibles interferencias que los circuitos de potencia puedan hacer sobre las señales de comunicación, además de la aparición de niveles de tensión peligrosas.
- 7.11.11 Los conductores a utilizar en escalerillas deberán cumplir lo dispuesto en el punto 7.10.9 de este pliego.
- 7.11.12 La sección mínima de estos conductores será de 4 mm². Se autorizará el uso de secciones menores en caso de utilizar cables multiconductores o liados en haces por circuitos, que aseguren la rigidez mecánica del conjunto.
- 7.11.13 Deben instalarse como sistema completo sin interrupciones y estar unidos mecánicamente a cajas, gabinetes y armarios de tableros u otros sistemas de canalización de los cuales provengan o en los cuales continúen.
- 7.11.14 Las uniones de tramos de escalerillas podrán soldarse o apernarse. También se aceptará que vayan soldadas en un tramo y apernadas en el otro.
- 7.11.15 Las uniones o derivaciones deberán cumplir lo establecido en los puntos 7.10.21 y 7.10.22 de este pliego.
- 7.11.16 Las escalerillas portaconductores podrán llevar como máximo dos capas de conductores o cables multiconductores; éstos deberán tenderse ordenadamente en todo su recorrido, utilizando la disposición de los conductores de acuerdo con lo indicado en el anexo 3.1 del Pliego Técnico Normativo RIC N°03 para minimizar el efecto inductivo. En donde corresponda se aplicarán los factores de corrección de capacidad de transporte indicados en las tablas N°4.6 y 4.7 de este pliego.
Se exceptúan de esta disposición los alimentadores a oficinas, departamentos o locales comerciales, que se ejecuten en escalerillas portaconductores en edificios de altura, para los cuales rigen las disposiciones del punto 5.1.7 del Pliego Técnico Normativo RIC N°03.

- 7.11.17 Las escalerillas podrán atravesar muros, paredes u otras zonas no accesibles y sin ventilación, de espesor máximo de 1,00 m, colocándose cubiertas de protección total que se prolonguen un mínimo de 0,10 m a cada lado del muro.
- 7.11.18 Pueden instalarse horizontal o verticalmente atravesando muros o pisos en los cuales no exista la posibilidad que los conductores se mojen con agua u otros líquidos; en estos tramos verticales deberán colocarse cubiertas protectoras removibles de resistencia mecánica adecuada, desde el piso hasta una altura mínima de 1,80 m. En los tramos verticales los conductores deberán amarrarse convenientemente a los travesaños.
- 7.11.19 Todas las partes metálicas del sistema de canalización en escalerillas metálicas deberán estar conectadas a un conductor de protección, asegurando la continuidad eléctrica en toda su extensión. Para las derivaciones se deberá cumplir con lo prescrito en el punto 7.10.28 de este pliego.
- 7.11.20 Se podrán montar paralelas, vertical u horizontalmente dos o más escalerillas, siempre que la disposición permita retirar fácilmente las tapas y manipular los conductores con facilidad.
- 7.11.21 La distancia útil entre escalerillas deberá ser de 0,3 m como mínimo, cuando estén colocadas unas sobre otras, en los cruces con otras escalerillas u otros sistemas de ductos eléctricos deberá existir una distancia mínima de 0,15 m entre ellos.

7.12 Conductores en canastillos portaconductores

- 7.12.1 Los canastillos portaconductores son soportes de conductores formados por alambres de acero normal o inoxidable, soldados formando una malla, plegada de modo de formar una estructura de sección transversal rectangular; en caso de acero normal su terminación será galvanizado en caliente o electrozincado.
- 7.12.2 Las características mínimas de los canastillos portaconductores serán las indicadas en la tabla Nº4.16.

Tabla Nº 4.16: Características mínimas de los canastillos portaconductores

Característica	Grado
Resistencia al impacto	5 Joules
Temperatura mínima de instalación y servicio	-5 °C
Temperatura máxima de instalación y servicio	60 °C
Propiedades eléctricas	Continuidad eléctrica / Aislante*
Resistencia a la propagación de la llama	No propagador

Nota: *Continuidad para canastillos de servicio metálicos o aislamiento para canastillos de servicio no metálicos.

Nota: El cumplimiento de estas características se realizará según los protocolos de análisis y/o ensayos de seguridad de productos eléctricos respectivos definidos por la Superintendencia. En ausencia de estos, se deberá aplicar la norma IEC 61537

- 7.12.3 En la instalación de canastillos portaconductores serán aplicables todas las exigencias contenidas en la sección 7.11 precedente, con las excepciones indicadas en los puntos 7.12.4 y siguientes de este pliego.

- 7.12.4 Los canastillos portaconductores con sus accesorios de unión y soporte, formarán un conjunto eléctricamente continuo, el cual deberá asegurar una resistencia máxima de $5\text{ m}\Omega/\text{m}$ según IEC 61537. Todas las partes metálicas del sistema de canalización deberán estar conectadas a un conductor de protección cada 3 m, asegurando así la continuidad eléctrica de toda su extensión. Además, deberán estar unidos mecánicamente a tableros u otros sistemas de canalización de los cuales provengan o en los cuales continúen. Así también los fabricantes deberán demostrar mediante pruebas de laboratorio la contribución positiva de la Compatibilidad Electromagnética (CEM) de la instalación y su resistencia al fuego según E-90 de la normativa DIN 4102-12.
- 7.12.5 Los accesorios de unión de los canastillos serán diseñados exclusivamente para este fin. La unión de las distintas secciones se hará mediante piezas de unión por compresión; no se aceptará uniones soldadas para este fin.
- 7.12.6 Los accesorios de montaje tales como derivaciones, reducciones, uniones cruz o uniones T, se podrán formar en terreno mediante los cortes adecuados de los alambres estructurales y el uso de las piezas de unión provistos con el sistema.
- 7.12.7 Los accesorios y uniones entre canastillos porta conductores deberán ser de fábrica.
- 7.12.8 En general, como medio de soporte se preferirá el uso de sistemas completos producidos en fábrica, pero excepcionalmente se aceptará el uso de soportes armados en terreno, siempre y cuando se devuelva el galvanizado y se quite la rebaba en los cortes realizados al canastillo. Esta condición no aplica a acero inoxidable.

7.13 Conductores en canaletas

- 7.13.1 Las canaletas son vacíos hechos en el suelo o piso de una construcción, cuya finalidad es la de alojar los conductores o tuberías de circuitos eléctricos de distintos servicios, circuitos de control o de comunicaciones.
- 7.13.2 Los muros de las canaletas serán de ladrillo u hormigón y el piso será de hormigón; su construcción deberá asegurar una resistencia mecánica adecuada y su acabado interior será de un estuco afinado de grano perdido o de una textura equivalente. Sus bordes superiores deberán protegerse contra desmoronamientos mediante el empleo de ángulos metálicos. Ver anexo 4.8.
- 7.13.3 Las canaletas se construirán sólo en tramos rectos y sus costados deberán ser paralelos en toda su longitud.
- 7.13.4 Las canaletas se utilizarán cuando las condiciones del terreno hagan difícil o no recomendable el empleo de otros sistemas de canalización y en ellas se podrán colocar sólo cables multiconductores o monoconductores de una sección mínima de 10 mm^2 .
- 7.13.5 Todos los conductores que se coloquen en las canaletas deberán cumplir con lo indicado en el punto 7.10.9 de este pliego.
- 7.13.6 El uso de canaletas como sistema de canalización se permitirá preferentemente en recintos techados. En caso de construirse canaletas a la intemperie, los cables que se coloquen en ellas deberán ser aptos para trabajar sumergidos y las eventuales uniones o derivaciones que sean necesarias de ejecutar en ellas se aislarán con un sistema aprobado para trabajar en las mismas condiciones.
- 7.13.7 En todo caso el piso de la canaleta deberá tener pendiente y el sistema contará con drenajes similares a los indicados en los puntos 7.9.7.3 y 7.9.8.1 de este pliego.

- 7.13.8 Está prohibido el uso de canaletas en recintos en que se manipulen o procesen líquidos volátiles inflamables, líquidos corrosivos, aceites, gases inflamables, polvos y fibras combustibles.
- 7.13.9 Los conductores deberán colocarse ordenadamente en el fondo de la canaleta cuidando al tenderlos que mantengan su posición relativa durante todo su recorrido, sin entrecruzarse; sin embargo, cuando la longitud de los recorridos de cables excede de 50 m, se deberán hacer las transposiciones indicadas en el punto 5.29 de este pliego. En estas condiciones, no podrá disponerse de más de una capa de conductores o cables en una canaleta. Si la cantidad de conductores es tal que su colocación sólo es posible hacerla en más de una capa, se podrán colocar soportes dentro de la canaleta que permitan llevar los conductores excedentes en una capa separada. Ver anexo 4.9.
- 7.13.10 La distancia vertical entre soportes será tal que permita un espacio libre entre conductores igual al diámetro del conductor mayor, con un mínimo de 15 mm.
- 7.13.11 La distancia horizontal entre soportes deberá permitir manipular cómodamente los distintos conductores o cables.
- 7.13.12 Los conductores deberán sujetarse a los soportes firmemente mediante amarras de fibras o plásticas, de resistencia mecánica adecuada según norma UL 1565. En caso de quedar expuestas a la intemperie, deberán resistir las condiciones del medio según la norma UL 746C.
- 7.13.13 La distancia entre soportes para un mismo cable no deberá ser superior a 1 m.
- 7.13.14 A lo largo de toda la canaleta o sistemas de canaletas podrá ir colocada una barra o conductor desnudo, instalados sobre un costado de la canaleta, independiente del resto de los conductores, al cual se podrán conectar todos los conductores de protección de los distintos alimentadores o circuitos que vayan en la canaleta.
- 7.13.15 La barra o conductor de protección mencionado en el punto 7.13.14 precedente se fijará firmemente a los costados de la canaleta mediante uniones apernadas colocadas a una distancia no superior a 1 m. Las derivaciones que se hagan desde esta barra o conductor podrán ser apernadas o soldadas con soldaduras de alto punto de fusión; todas las prensas y pernos que se usen para estos fines deberán ser de bronce.
- 7.13.16 Este conductor o barra de protección deberá estar conectado a la puesta a tierra de la instalación por lo menos en cada extremo y se deberá hacer conexiones intermedias a la puesta a tierra cuando existan tramos superiores a 50 metros.
- 7.13.17 Las salidas de conductores de las canaletas se harán a través de cualquier sistema de canalización aprobado para tales condiciones.
- 7.13.18 Si las salidas se hacen en tuberías, los conductores se protegerán con una boquilla adecuada para evitar deterioros de la aislación.
- 7.13.19 Las salidas verticales en un sistema de canaletas se harán efectuando una cavidad achaflanada en un muro de la canaleta. Ver Anexo 4.10.
- 7.13.20 En la salida o derivación de conductores desde la canaleta se deberá evitar que éstos se desordenen o entrecrucen. El sistema de canaletas deberá ir tapado en toda su longitud con tapas de acero diamantado, tapas de hormigón armado o de un material que asegure una resistencia mecánica adecuada a la intensidad de tránsito que es dable esperar.
- 7.13.21 En cualquier caso, el acabado exterior de la tapa debe ser antideslizante.

7.13.22 Las tapas estarán divididas en tramos de longitudes no superiores a 1 m y cada sección de tapa deberá llevar manillas que permitan su fácil manipulación. Está prohibido soldar o apernar estas tapas a la canaleta. Ver anexo 4.8.

7.14 Ducto de barras

- 7.14.1 Un ducto de barras es un sistema de barras de cobre u otro material aprobado, desnudas o no, portadoras de energía, montadas sobre soportes aislantes, cubiertas en toda su longitud por una carcasa metálica o aislante y que, junto con sus accesorios y aparatos forman un sistema completo de canalización. El ducto de barras se diseñará en conformidad con los protocolos de análisis y/o ensayos de seguridad de productos eléctricos respectivos definidos por la Superintendencia. En ausencia de estos, se deberá aplicar la norma IEC 61439-6 o la UL 857.
- 7.14.2 Los ductos de barras se podrán usar sólo en instalaciones a la vista u ocultas en lugares accesibles. Todo trazado de ducto de barras sea horizontal o vertical, debe asegurar que cuenta con los medios aprobados por el fabricante para resistir vibraciones propias de la instalación, así como los sismos que puedan ocurrir según la zonificación indicada en la NCh 433, diseño sísmico de edificios.
- 7.14.3 No se podrán instalar en sitios en que queden expuestas a la acción de vapores corrosivos o daños físicos severos, en escotillas de ascensores o montacargas, en ningún tipo de recintos peligrosos, a la intemperie ni en recintos húmedos o mojados, salvo, en este último caso, que su construcción sea aprobada para su uso en dichas condiciones.
- 7.14.4 Para tendidos verticales los soportes deberán ser diseñados para trabajar en dicha posición.
- 7.14.5 Los ductos de barra podrán atravesar muros o pisos, siempre que las pasadas se hagan con una sola pieza del sistema y no se produzcan uniones en ella. La pasada a través de un piso sólo se podrá hacer en ducto barras totalmente cerradas (sin perforaciones de ventilación) o con una cubierta de estas características que alcance hasta una altura mínima de 2 m sobre el nivel del piso. Cada vez que los ductos de barra atravesen de un recinto a otro, se deberán instalar sellos cortafuegos fabricados con materiales intumescentes, capaces de resistir el fuego al menos F 120, de acuerdo con UNE-EN 1366-3, UL 1479 según corresponda.
- 7.14.6 Todos los extremos de los sistemas de ducto barras deberán cerrarse con elementos propios del sistema, manteniendo el mismo grado de protección IP que el resto del conjunto.
- 7.14.7 Desde los ductos de barras sólo se podrán hacer derivaciones con otros ductos de barras o con accesorios aprobados específicamente para estos usos.
- 7.14.8 Los sistemas de ductos de barras se protegerán contra la sobrecarga y los cortocircuitos con protecciones dimensionadas considerando su capacidad de transporte y la corriente de cortocircuito, respectivamente.
- 7.14.9 Las derivaciones hechas desde un ducto de barras con reducción de la sección de las barras deberán ser protegidas contra la sobrecarga y los cortocircuitos.
- 7.14.10 En los ductos de barras que se usen como líneas de distribución de circuitos, en los cuales las cargas puedan conectarse en cualquier punto, dichas cargas deberán limitarse en cantidad y magnitud de modo de mantener las características nominales de los circuitos.

7.14.11 Los ductos de barras deben marcarse con su voltaje y corriente nominales, grado de protección (IP) y con el nombre del fabricante o su marca registrada. Estos datos deberán quedar visibles después de instalada la barra, en conformidad con los protocolos de análisis y/o ensayos de seguridad de productos eléctricos respectivos definidos por la Superintendencia. En ausencia de estos, se deberá aplicar la norma IEC 61439-6.

7.15 Paso de canalizaciones a través de elementos de la construcción

7.15.1 El paso de las canalizaciones a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techos, se realizará de acuerdo con las siguientes prescripciones:

- 7.15.1.1 En toda la longitud de los pasos de canalizaciones no se instalarán empalmes o derivaciones de cables.
- 7.15.1.2 Las canalizaciones estarán suficientemente protegidas contra los deterioros mecánicos, las acciones químicas y los efectos de la humedad. Esta protección se exigirá de forma continua en toda la longitud del paso.
- 7.15.1.3 Si se utiliza tubería no obturada para atravesar un elemento constructivo que separe dos locales de humedades marcadamente diferentes, se dispondrán de modo que se impida la entrada y acumulación de agua en el local menos húmedo, curvándola convenientemente en su extremo hacia el local más húmedo. Cuando los pasos desemboquen al exterior se instalará en el extremo de la tubería una pipa de porcelana o vidrio, o de otro material aislante adecuado, dispuesta de modo que el paso exterior-interior de los conductores se efectúe en sentido ascendente.
- 7.15.1.4 En el caso que las canalizaciones sean de naturaleza distinta a uno y otro lado del paso, éste se efectuará por la canalización utilizada en el local cuyas prescripciones de instalación sean más severas.
- 7.15.1.5 Para la protección mecánica de los cables en la longitud del paso, se dispondrán éstos en el interior de tuberías normales cuando aquella longitud no exceda de 20 cm y si excede, se dispondrán tuberías conforme a la tabla N°4.9. Los extremos de las tuberías metálicas sin aislamiento interior estarán provistos de boquillas aislantes de bordes redondeados o de dispositivo equivalente, o bien los bordes de las tuberías estarán convenientemente redondeados, siendo suficiente para las tuberías metálicas con aislamiento interior que este último sobresalga ligeramente del mismo. También podrán emplearse para proteger los conductores las tuberías de vidrio o porcelana o de otro material aislante adecuado de suficiente resistencia mecánica. No necesitan protección suplementaria los cables provistos de una armadura metálica ni los cables con aislamiento mineral, siempre y cuando su cubierta no sea atacada por materiales a atravesar.
- 7.15.1.6 Si el elemento constructivo que debe atravesarse separa dos locales con las mismas características de humedad, pueden practicarse aberturas en el mismo que permitan el paso de los conductores respetando en cada caso las separaciones indicadas para el tipo de canalización de que se trate.
- 7.15.1.7 Cada vez que las canalizaciones atraviesen de un recinto a otro, se deberán instalar sellos cortafuegos, los cuales deberán tener como característica una resistencia al fuego equivalente a la de los muros que atraviesen y en ningún caso podrá ser inferior a una resistencia al fuego de al menos F 120.

7.16 Conductores en tuberías

7.16.1 Condiciones Generales

- 7.16.1.1 Los sistemas de canalización de tuberías metálicas y no metálicas deberán cumplir con lo definido en los protocolos de análisis y/o ensayos de seguridad de productos eléctricos respectivos definidos por la Superintendencia.
- 7.16.1.2 Los sistemas de tuberías podrán ser:
- Tubería y accesorios metálicos, rígidos o flexibles.
 - Tubería y accesorios no metálicos, rígidos, curvables o flexibles.
 - Tubería y accesorios compuestos (constituidos por materiales metálicos y no metálicos).
- 7.16.1.3 La superficie interior de la tubería no deberá presentar en ningún punto aristas, asperezas o fisuras susceptibles de dañar los conductores o cables aislados o de causar heridas a instaladores o usuarios.
- 7.16.1.4 El trazado de las tuberías se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- 7.16.1.5 La tubería se unirá entre sí mediante accesorios adecuados a su clase, de tal forma que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- 7.16.1.6 No deberá existir una desviación mayor de 180 grados en un tramo de tubería entre dos cajas o accesorios. En caso de existir la necesidad de tener una mayor desviación se deberán colocar cajas intermedias. Para distancias entre cajas de derivación no superiores a 5,0 m se aceptará una desviación de 270° sin cajas intermedias.
- 7.16.1.7 Deberá ser posible la fácil introducción y retirada de los conductores en la tubería después de colocados y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 m.
- 7.16.1.8 Los registros podrán estar destinadas únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en la tubería o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o de derivación.
- 7.16.1.9 Todas las tuberías utilizadas en instalaciones deberán tener impreso en su cubierta su respectivo código que determina en el tipo de montaje en que se pueden utilizar y en el caso de ser libre de halógenos también deberá tenerlo impreso en su cubierta, según lo definido en el protocolo de análisis y/o ensayos de seguridad de productos eléctricos respectivos, definido por la Superintendencia.
- 7.16.1.10 En donde sea necesario compensar las contracciones o dilataciones de las tuberías producidas por efectos de la temperatura se deberá colocar juntas de dilatación.

7.16.1.11 En las entradas de las tuberías a cajas u otros accesorios similares se deberá colocar una boquilla o adaptador para proteger a los conductores de la fricción, a menos que el diseño de la entrada de la caja o el accesorio sea tal que proporcione dicha protección.

7.16.1.12 La cantidad máxima de los diferentes tipos de conductores en los distintos tipos de tuberías se fijará de acuerdo con lo prescrito en las tablas Nº4.17 a Nº4.20.

Tabla Nº4.17: Cables de uso interior domiciliarios, sección milimétrica

Sección / N° conductores (mm ²)	Ø cable	área mm ²	1	2	3	4	5
			Ø nominal ducto mm				
1,5	3	7	16	16	16	20	20
2,5	3,7	11	16	16	20	20	20
4	4,2	14	16	16	20	20	25
6	4,7	18	16	16	20	25	25
10	6,2	30	16	20	25	32	32
16	7,3	41	20	25	32	40	40
25	9	64	20	32	40	40	50
35	10,1	80	25	32	40	50	50
50	11,9	112	32	40	50	63	63
70	13,9	151	32	50	63	63	75
95	15,9	198	40	50	63	75	100
120	17,6	243	40	63	75	100	100
150	19,6	301	50	63	75	100	100
185	22	380	50	75	100	100	125
240	24,7	478	63	100	100	125	125

Nota: Aplica a los cables de los tipos: H07V-U, H07V-R, H07V-K, H07Z1-U, H07Z1-R y H07Z1-K

Tabla Nº4.18: Cables de uso interior domiciliarios, sección AWG / kcmil

Sección / N° conductores (AWG)	Ø cable	área mm ²	1	2	3	4	5
			Ø nominal ducto mm				
14	3	6,9	16	16	16	20	20
12	3,5	9,4	16	16	20	20	20
10	4,3	14,8	16	16	20	20	25
8	5,5	23,9	16	25	25	25	32
6	6,4	32,4	16	25	25	32	32
4	8,3	53,7	20	32	32	40	50
2	9,7	73,9	25	32	40	50	50
1	11,1	96,8	25	40	50	50	63
1/0	12,1	114,4	32	40	50	63	63

2/0	13,1	135,6	32	50	63	63	75
3/0	14,3	161,2	32	50	63	75	75
4/0	15,7	193,5	40	50	63	75	100
250	17,4	237,6	40	63	75	100	100
300	18,6	271,1	50	63	75	100	100
350	19,8	308,4	50	63	75	100	100
400	20,9	343,3	50	75	100	100	125
500	23,1	418,4	63	75	100	125	125
600	27,1	575,9	63	100	125	125	150
750	29,4	677,4	75	100	125	150	150

Nota: Aplica a los cables de los tipos: THHN, THWN y THWN-2

Tabla N°4.19: Cables de uso interior/exterior de fuerza, sección milimétrica								
Sección / N° conductores (mm ²)	Ø cable	área mm ²	1	2	3	4	5	
			Ø nominal ducto mm					
1,5	5,7	26	16	16	16	20	25	
2,5	6,2	30	16	20	20	32	32	
4	6,6	35	16	25	25	32	40	
6	7,2	41	16	25	32	32	40	
10	8,2	53	20	32	32	40	50	
16	9,3	67	25	32	40	50	50	
25	10,9	94	25	40	50	50	63	
35	12	113	32	40	50	63	63	
50	13,6	145	32	50	63	63	75	
70	15,7	192	40	50	63	75	75	
95	17,4	238	40	63	75	100	100	
120	19,3	292	50	63	75	100	100	
150	21,4	360	50	75	100	100	125	
185	23,8	443	63	75	100	125	125	
240	26,4	545	63	100	125	125	150	
Notas:	Aplica a los cables de los tipos: RV, RV-K, RZ1, RZ1-K, PV1-F y ZZ-F.							
	En instalaciones subterráneas el Ø del ducto debe ser >= 25 mm							

Tabla N°4.20: Cables de uso interior/exterior de fuerza, sección AWG/kcmil							
Sección / N° conductores (AWG)	Ø cable	área mm ²	1	2	3	4	5
			Ø nominal ducto mm				
14	5,5	24	16	16	20	25	32
12	5,9	27	16	20	25	32	32
10	6,6	34	16	25	32	32	40
8	7,4	43	20	25	32	40	40
6	8,4	55	20	32	40	40	50
4	10	79	25	32	40	50	50
2	11,5	104	32	40	50	63	63
1	12,6	125	32	40	50	63	63
1/0	13,7	147	32	50	63	63	75
2/0	15,1	179	40	50	63	75	75
3/0	16,3	209	40	63	75	75	100
4/0	18,2	260	50	63	75	100	100
250	19,4	296	50	63	100	100	100
300	20,7	335	50	75	100	100	125
350	22,9	412	63	75	100	125	125
400	24,4	468	63	100	100	125	125
500	27,9	611	63	100	125	125	150
600	30	707	75	100	125	150	150
750	32,9	850	75	125	150	150	175
1000	38,8	1.182	100	125	150	175	200

Aplica a los cables de los tipos: RV, RV-K, RZ1 y RZ1-K

Notas:
En instalaciones subterráneas el Ø interior del ducto debe ser $\geq 25 \text{ mm}$

7.16.1.13 Los valores de las tablas N°4.17 a N°4.20, serán válidos para tramos de tubería de hasta 20 m de largo, rectos o con no más de dos curvas con una desviación total no superior a 180º. Para tramos de distancias superiores o para desviaciones mayores a las indicadas se deberá colocar cajas de paso intermedias.

7.16.1.14 Para fijar la cantidad máxima de conductores en una tubería se aceptará que el conductor o haz de conductores, incluyendo la aislación de cada uno de ellos, ocupe un porcentaje de la sección transversal de la tubería que esté de acuerdo con lo prescripto por la tabla N°4.21.

Tabla N°4.21
Porcentaje de sección transversal de la tubería ocupada por los conductores

Número de conductores	1	2	3 o más
Porcentaje ocupado	50	33	33

Condiciones de aplicación de la tabla N°4.21:

1. Cuando se trata de tuberías de unión de gabinetes de tableros o similares, de una longitud no superior a 1 m se podrá considerar un porcentaje de área de hasta el 60 %.
2. Cuando en el cálculo de la cantidad de conductores de un determinado tipo de tubería se obtengan valores decimales, sólo se aproximarán al entero superior si el decimal es de 0,8 o mayor.
3. Para combinación de conductores de diferentes secciones nominales se respetarán los valores indicados en la tabla N°4.21, usando las dimensiones de conductores y tuberías indicadas en las tablas N°4.17 a N°4.20, respectivamente.
4. Cuando el conductor de tierra forme parte del haz de conductores deberá incluirse en el cálculo.

7.16.1.15 En tuberías que lleven más de tres conductores se deberán aplicar los factores de corrección de capacidad de transporte de corriente indicados en la tabla N°4.6.

7.16.1.16 En el caso de utilizar tuberías embutidas o preembutidas en paredes, se deberán disponer los recorridos en tramos verticales u horizontales. En tramos horizontales se aceptará tenderlos a 0,30 m de los cielos y a 0,20 m de los pisos.

7.16.2 Tuberías metálicas

7.16.2.1 En alimentaciones de corriente alterna canalizadas en tuberías metálicas deberá evitarse el calentamiento de éstas debido a la inducción electromagnética, colocando todos los conductores, incluido el neutro cuando corresponda, en una misma tubería.

7.16.2.2 Las curvas practicadas en las tuberías serán continuas, no deberán dañarlas ni originar reducciones de sección y deberán respetar los radios de curvaturas definidos por el fabricante. En los casos que el fabricante no especifique los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubería, se deberá respetar los especificados en la tabla N°4.22.

Tabla Nº4.22: Radios de Curvatura para Tuberías Metálicas

Diámetro nominal de la tubería [mm]	Radio de curvatura al borde interior de la tubería [cm]
16	10
20	10
25	18
32	20
40	25
50	30
63	40
75	45
90	55
100	60
110	75
140	90

- 7.16.2.3 En los ductos metálicos, se tendrá en cuenta la posibilidad de que se produzca condensación de agua en su interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación y estableciendo una ventilación apropiada en el interior de las tuberías, como puede ser, por ejemplo, el uso de una "T" de la que uno de los brazos no se emplea.
- 7.16.2.4 Todos los ductos metálicos deben ser conectados a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. En el caso de utilizar ductos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los ductos no exceda de 10 m.
- 7.16.2.5 No podrán utilizarse las tuberías metálicas como conductores de protección o de neutro.
- 7.16.2.6 Se clasificará como tubería metálica flexible a toda tubería construida en lámina de acero, dispuesta para formar el ducto, generalmente en forma helicoidal y que puede ser curvada en forma manual sin necesidad de emplear herramientas para este efecto.
- 7.16.2.7 En donde las tuberías metálicas flexibles se empleen combinadas con canalizaciones fijas no metálicas se deberá instalar una caja metálica con un conductor de protección de modo que quede conectada a tierra. En el caso de unirse a canalizaciones fijas metálicas, los accesorios de conexión de las tuberías metálicas flexibles deberán asegurar una adecuada continuidad eléctrica y aterramiento.

7.16.3 Tuberías no metálicas

- 7.16.3.1 Podrán usarse como medio de canalización eléctrica tuberías rígidas y curvables, y accesorios de material no metálico adecuado para soportar la acción de la humedad, de hongos, de agentes corrosivos en general y agentes químicos, ser de tipo incombustibles o autoextinguientes, resistente a los impactos, a las compresiones y a las deformaciones debidas a los efectos del calor y tener una resistencia mecánica suficiente como para soportar los esfuerzos a que se verán sometidas durante su manipulación, montaje y uso.
- 7.16.3.2 Está prohibido el uso de tuberías no metálicas en las siguientes condiciones:
- En lugares en que se presenten riesgos de incendio o de explosión.
 - Como soporte de equipos y otros dispositivos.
 - Expuestas directamente a la radiación solar, excepto si el material de la tubería está expresamente aprobado para este uso y la tubería lleva marcada en forma indeleble esta condición en su cubierta.
 - Donde están expuestas a daños físicos severos que excedan la resistencia mecánica para la cual la tubería fue diseñada.
 - En donde la temperatura ambiente exceda la temperatura para la cual la tubería fue aprobada.
 - Para llevar conductores cuya temperatura de servicio exceda la temperatura para la cual la tubería fue aprobada.
- 7.16.3.3 En donde se instale una tubería no metálica embutida o preembutida en muros, se deberá montar en tramos verticales y horizontales próximos al cielo o piso. En los tramos horizontales se aceptará tenderlos a 0,30 m de los cielos y a 0,20 m de los pisos.
- 7.16.3.4 Las tuberías no metálicas rígidas curvables en caliente, podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con un pegamento especial cuando se precise una unión estanca.
- 7.16.3.5 Podrán utilizarse tuberías no metálicas flexibles construidas de materiales incombustibles o autoextinguientes y resistentes a la acción de la humedad, la corrosión y agentes climáticos a la vista o en partes móviles de equipos en una instalación de consumo. Deberán construirse y dimensionarse de modo que tengan una flexibilidad suficiente como para curvarse sin la ayuda de herramientas o métodos especiales, su resistencia mecánica, espesor y características constructivas, las hagan resistentes a los impactos y al deterioro originado por materiales cortopunzantes que formen parte de la construcción, además de presiones que se puedan encontrar en condiciones normales de uso.
- 7.16.3.6 Las tuberías no metálicas flexibles sólo podrán instalarse en las siguientes condiciones:
- A la vista.
 - Ocultas en tabiquerías, entretechos o sitios similares.
 - En canalizaciones en tuberías no metálicas flexibles no se acepta el empleo de coplas.

7.16.4 Montaje fijo de tuberías sobrepuerto o a la vista.

7.16.4.1 En las canalizaciones sobrepuertas o a la vista, las tuberías deberán ser preferentemente rígidas y en casos especiales podrá usarse tubería curvable o flexible. Sus características mínimas serán las indicadas en la tabla N°4.23. (Ver anexo 4.12)

Tabla N° 4.23: Características mínimas para tubería en canalizaciones a la vista o sobrepuertas fijas.

Nº Dígitos	Característica	Código	Grado
1	Resistencia a la compresión	4	Fuerte
2	Resistencia al impacto	3	Media
3	Temperatura mínima de instalación y servicio	2	-5 °C
4	Temperatura máxima de instalación y servicio	2	+90 °C
5	Resistencia al curvado	(1) / (2) / (4)	Rígida / curvable / Flexible
6	Propiedades eléctricas	(1) */(2)**	Continuidad eléctrica / aislante
7	Resistencia a la penetración de objetos sólidos	5	Protegida contra el polvo
8	Resistencia a la penetración de agua	4	Protegida contra salpicaduras de agua
9	Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2 ***	Protección interior y exterior media
10	Resistencia a la tracción	0	No declarada
11	Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
12	Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

Nota:

*aplica para canalización metálica (1)

** aplica para canalización no metálica (2)

* Solo aplica a canalizaciones metálicas. Para canalizaciones no metálicas debe ser un dígito 0. En instalaciones en el exterior en ambientes húmedos o mojados con presencia de agentes químicos activos o en zonas costeras en código será 4 con alta protección interior y exterior.

Nota: El cumplimiento de estas características se realizará según los ensayos indicados en los protocolos de análisis y/o ensayos de seguridad de productos eléctricos respectivos definidos por la Superintendencia. En ausencia de estos, se deberá aplicar la norma IEC 61386-1, IEC 61386-21 para tuberías rígidas y IEC 61386-22 para tuberías curvables.

7.16.4.2 Las tuberías deberán tener un diámetro tal que permitan un fácil alojamiento y extracción de los cables o conductores aislados. En las tablas N°4.17 a N°4.20 figuran los diámetros exteriores mínimos de las tuberías en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir.

7.16.4.3 Las tuberías se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión, resistentes a cargas sometidas y sólidamente sujetas.

7.16.4.4 Las tuberías metálicas instaladas a la vista u ocultas deberán tener soportes o fijaciones a una distancia no superior a 1,50 m.

7.16.4.5 Las tuberías no metálicas a la vista u ocultas, serán fijadas en forma adecuada; la separación entre los soportes se determinará, de acuerdo con la tabla N°4.24. Se colocarán abrazaderas cuya capacidad de carga indicada, sea la correcta para la aplicación a una distancia mínima de 0,4 m de cajas, gabinetes de tableros o de cualquier otro extremo de tubería.

Tabla N°4.24: Separación entre soportes para tuberías no metálicas

Diámetro nominal de la tubería [mm]	Separación entre soportes [m]
16 a 25	1,20
32 a 63	1,50
75 a 90	1,80
110 a 140	2,00
160	2,50

7.16.4.6 Las tuberías se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.

7.16.4.7 En alineaciones rectas, las desviaciones del eje de la tubería respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2%.

7.16.4.8 Es conveniente disponer las tuberías, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 m sobre el suelo, con objeto de protegerlas de eventuales daños mecánicos.

7.16.4.9 En las juntas de dilatación se debe usar ductos flexibles en todas sus longitudes, dejando libertad de movimiento de 30% largo del flexible.

7.16.5 Montaje fijo embutidas, ocultas o preembutidas.

7.16.5.1 Las características mínimas se describen en la tabla N°4.25 para tuberías embutidas u ocultas en paredes, techos o huecos de la construcción y en la tabla N°4.26 para tuberías preembutidas o embebidas en hormigón. (Ver anexo 4.12)

Tabla N°4.25: Características mínimas para tuberías en canalizaciones embutidas u ocultas en paredes y techos

Nº Dígitos	Característica	Código	Grado
1	Resistencia a la compresión	3	Media
2	Resistencia al impacto	3	Media
3	Temperatura mínima de instalación y servicio	2	-5 °C
4	Temperatura máxima de instalación y servicio	2	+90 °C
5	Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
6	Propiedades eléctricas	(1)* / (2)**	Continuidad eléctrica / aislante
7	Resistencia a la penetración de objetos sólidos	5	Protegida contra el polvo
8	Resistencia a la penetración de agua	4	Protegida contra salpicaduras de agua.
9	Resistencia a la corrosión de tuberías metálicas y compuestas	2***	Protección interior y exterior media

10	Resistencia a la tracción	0	No declarada
11	Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
12	Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada
Nota:			
*aplica para canalización metálica (1)			
** aplica para canalización no metálica (2)			
*** Solo aplica a canalizaciones metálicas. Debe ser un dígito 0 para canalizaciones no metálicas			

Tabla N°4.26: Características mínimas para tuberías en canalizaciones preembutidas o embebidas en hormigón

Nº Dígitos	Característica	Código	Grado
1	Resistencia a la compresión	4	Fuerte
2	Resistencia al impacto	3	Media
3	Temperatura mínima de instalación y servicio	2	-5 °C
4	Temperatura máxima de instalación y servicio	2	+90 °C
5	Resistencia al curvado	1-2	Rígida / Curvable
6	Propiedades eléctricas	(1)* / (2)**	Continuidad eléctrica / aislante
7	Resistencia a la penetración de objetos sólidos	5	Protegida contra el polvo
8	Resistencia a la penetración de agua	4	Protegida contra salpicaduras de agua.
9	Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2***	Protección interior y exterior media
10	Resistencia a la tracción	0	No declarada
11	Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
12	Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

Nota:

- *Aplica para canalización metálica (1)
- ** Aplica para canalización no metálica (2)
- *** Solo aplica a canalizaciones metálicas. Debe ser un dígito 0 para canalizaciones no metálicas

Nota: El cumplimiento de estas características se realizará según los ensayos indicados en los protocolos de análisis y/o ensayos de seguridad de productos eléctricos respectivos, definidos por la Superintendencia. En ausencia de estos, se deberá aplicar la norma IEC 61386-21 para tuberías rígidas, IEC 61386-22 para tuberías curvables y IEC 61386-23 para tuberías flexibles.

- 7.16.5.2 Las tuberías deberán tener un diámetro tal que permitan un fácil alojamiento y extracción de los cables o conductores aislados. En las tablas N°4.17 a N°4.20 figuran los diámetros exteriores mínimos de las tuberías en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir.
- 7.16.5.3 En la instalación de las tuberías en el interior de la construcción, los calados no pondrán en peligro la seguridad de las paredes o techos en que se practiquen. Las dimensiones de los calados serán suficientes para que las tuberías queden recubiertas por una capa de 1 centímetro de espesor, como mínimo.

- 7.16.5.4 Para la instalación correspondiente a la propia planta, únicamente podrán instalarse, entre losa y revestimiento, tuberías que deberán quedar recubiertas por una capa de hormigón o mortero de 1 centímetro de espesor, como mínimo, además del revestimiento.
- 7.16.5.5 En los cambios de dirección, las tuberías estarán convenientemente curvadas o bien provistas de codos o "T" apropiados, pero en este último caso sólo se admitirán los provistos de tapas de registro.
- 7.16.5.6 Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Los registros y cajas quedarán enrasados con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo, cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado y practicable.

7.16.6 Montaje al aire

- 7.16.6.1 En las canalizaciones al aire, destinadas a la alimentación de máquinas o elementos de movilidad restringida, las tuberías serán flexibles y sus características mínimas para instalaciones ordinarias serán las indicadas en la tabla N°4.27. (Ver anexo 4.12)

Tabla N°4.27: Características mínimas para tuberías en canalizaciones al aire

Nº Dígitos	Característica	Código	Grado
1	Resistencia a la compresión	4	Fuerte
2	Resistencia al impacto	3	Media
3	Temperatura mínima de instalación y servicio	2	-5 °C
4	Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+60 °C
5	Resistencia al curvado	4	Flexible
6	Propiedades eléctricas	(1)*/(2)**	Continuidad eléctrica / aislante
7	Resistencia a la penetración de objetos sólidos	5	Protegida contra el polvo
8	Resistencia a la penetración de agua	4	Protegida contra salpicaduras de agua.
9	Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2***	Protección interior y exterior media
10	Resistencia a la tracción	2	Ligera
11	Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
12	Resistencia a las cargas suspendidas	2	Ligera

Nota: *Aplica para canalización metálica (1)

** Aplica para canalización no metálica (2)

*** Solo aplica a canalizaciones metálicas. Para canalizaciones no metálicas debe ser un dígito 0. En instalaciones en el exterior en ambientes húmedos o mojados con presencia de agentes químicos activos o en zonas costeras en código será 4 con Alta protección interior y exterior.

Nota: El cumplimiento de estas características se realizará según los ensayos indicados en los protocolos de análisis y/o ensayos de seguridad de productos eléctricos respectivos definidos por la Superintendencia. En ausencia de estos, se deberá aplicar la norma IEC 61386-23.

- 7.16.6.2 Las tuberías deberán tener un diámetro tal que permitan un fácil alojamiento y extracción de los cables o conductores aislados. En las tablas N°4.17 a N°4.20 figuran los diámetros exteriores mínimos de las tuberías en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir.

- 7.16.6.3 Solamente está permitido su uso para la alimentación de máquinas o elementos de movilidad restringida desde canalizaciones prefabricadas y cajas de derivación fijadas al techo. Se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:
- La longitud total de la conducción en el aire no será superior a 4 m y no empezará a una altura inferior a 2 m.
 - Se prestará especial atención para que las características de la instalación establecidas en la tabla N°4.27 se conserven en todo el sistema especialmente en las conexiones.
 - No se podrá utilizar este tipo de instalación para secciones nominales de conductor superiores a 16 mm².

7.16.7 Montaje canalizaciones subterráneas

- 7.16.7.1 En las canalizaciones subterráneas, las tuberías serán conforme a lo establecido en la norma IEC 61386-24 y sus características mínimas serán las indicadas en la tabla N°4.28.

Tabla N°4.28: Características mínimas para tuberías en canalizaciones subterráneas

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	750	750 N
Resistencia al impacto	NA	Normal
Temperatura mínima de instalación y servicio	NA	NA
Temperatura máxima de instalación y servicio	NA	NA
Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
Propiedades eléctricas	(1)/(2)	Continuidad eléctrica / aislante
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	5	Protegida contra el polvo
Resistencia a la penetración de agua	4	Protegida contra salpicaduras de agua.
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2*	Protección interior y exterior media (**)
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	1**	No propagador (***)
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

Notas:

NA: No aplicable

(*) Solo aplica a canalizaciones metálicas. Para canalizaciones no metálicas debe ser un dígito 0. En instalaciones en el exterior en ambientes húmedos o mojados con presencia de agentes químicos activos o en zonas costeras en código será 4 con Alta protección interior y exterior.

(**) Para ductos que están exclusivamente enterrados en todo su recorrido y que no ingresan a ningún recinto cerrado podrá omitirse este requisito.

Nota: El cumplimiento de estas características se realizará según los ensayos indicados en los protocolos de análisis y/o ensayos de seguridad de productos eléctricos respectivos definidos por la Superintendencia. En ausencia de estos, se deberá aplicar la norma IEC 61386-24.

- 7.16.7.2 Se considera suelo ligero aquel suelo uniforme que no sea del tipo pedregoso y con cargas superiores ligeras, como, por ejemplo, aceras, parques y jardines. Suelo pesado es aquel del tipo pedregoso y duro y con cargas superiores pesadas, como, por ejemplo, calzadas y vías férreas.

- 7.16.7.3 Las tuberías deberán tener un diámetro tal que permitan un fácil alojamiento y extracción de los cables o conductores aislados y este no podrá ser inferior a 25 mm. En la tabla N°4.29 figuran los diámetros exteriores mínimos de las tuberías para canalizaciones subterráneas en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir.

Tabla N°4.29: Cables para uso en tuberías de canalizaciones subterráneas

Sección / N° Conductores (mm ²)	Ø cable	área mm ²	1	2	3	4	5
			Ø nominal ducto mm				
1,5	5,7	26	25	25	25	32	32
2,5	6,2	30	25	25	32	32	40
4	6,6	35	25	32	40	40	40
6	7,2	41	32	32	50	50	50
10	8,2	53	40	50	63	63	63
16	9,3	67	50	50	63	63	63
25	10,9	94	63	63	75	75	75
35	12	113	63	75	75	90	90
50	13,6	145	75	75	90	90	110
70	15,7	192	90	90	110	110	110
95	17,4	238	110	110	110	140	140
120	19,3	292	140	140	160	160	160
150	21,4	360	160	160	180	180	180
185	23,8	443	180	180	180	180	200
240	26,4	545	225	225	225	225	250

Nota: Para más de 10 conductores por tubo o para conductores o cables de secciones diferentes a instalar en el mismo tubo, su sección interior será como mínimo, igual a 4 veces la sección ocupada por los conductores.

7.16.8 Los requisitos de montaje de canalizaciones de instalaciones en ambientes explosivos deberán cumplir con las exigencias definidas en el Pliego Técnico Normativo RIC N°12.

7.16.9 Los requisitos de montaje de canalizaciones de la red inerte deberán cumplir con las exigencias definidas en el Pliego Técnico Normativo RIC N°08.

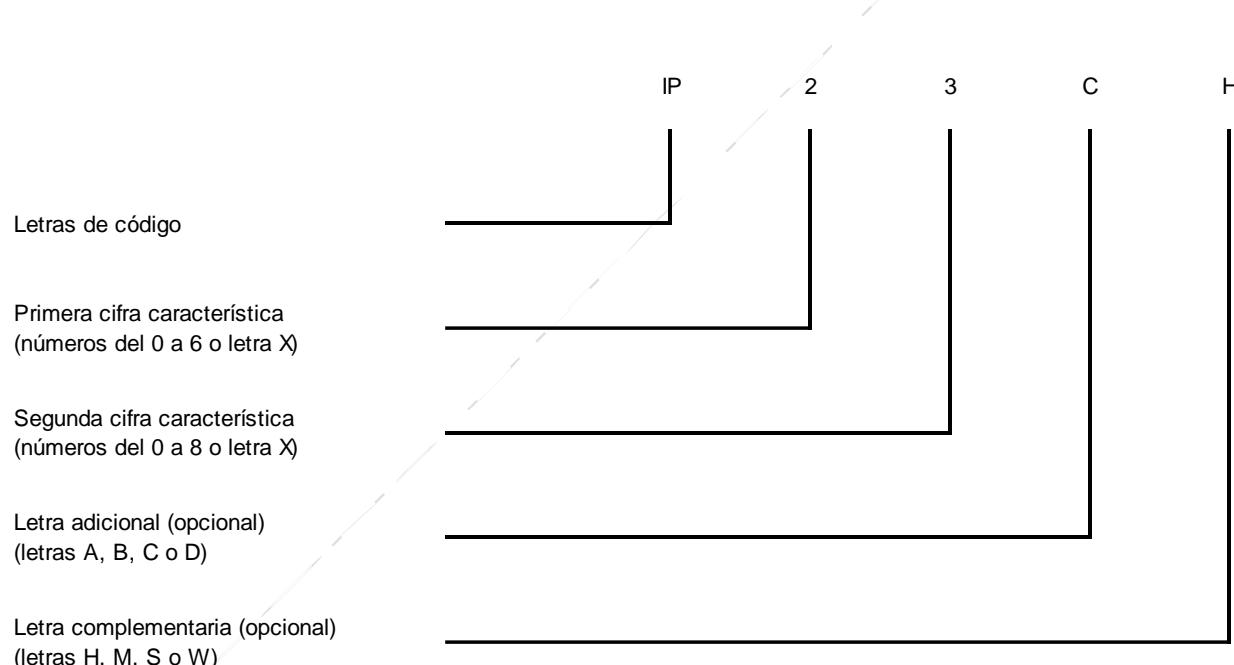
7.16.10 Los requisitos de montaje canalizaciones de instalaciones fotovoltaicas deberán cumplir con la instrucción técnica RGR N°02/2017 emitida por la Superintendencia o las disposiciones que la reemplacen.

7.16.11 Los requisitos de montaje canalizaciones de instalaciones para la recarga de vehículos eléctricos deberán cumplir con las exigencias definidas en el Pliego Técnico Normativo RIC N°15.

ANEXO 4.1

GRADOS DE PROTECCIÓN DE CARCASAS Y CAJAS DE EQUIPOS Y APARATOS

- 1.1.- La norma internacional IEC 60529, de la Comisión Electrotécnica Internacional establece una codificación numérica a través de la cual se definen las características de los grados de protección que la envolvente, carcasa o caja, de un equipo proporciona tanto desde el punto de vista de protección a las personas frente a la posibilidad de alcanzar partes energizadas en el interior del equipo o aparato, como desde el punto de vista de penetración de elementos extraños al equipo como cuerpos, polvos o agua que interfieran con su funcionamiento y/o le provoquen daños.
- 1.2.- La caracterización de los grados de protección se establece mediante un código formado por las letras IP (índice de protección) seguidas de una combinación de dos cifras, cuyo significado se establece en las tablas A4.1.1 a A4.1.5 siguientes. Debe tenerse en cuenta que la primera cifra tiene dos significados que se indican en las tablas A4.1.1 y A4.1.2; estos significados son complementarios y de aplicación simultánea.
- 1.3.- Los equipos o aparatos calificados según esta norma llevarán marcado sobre su carcasa o caja el número de código correspondiente, siguiendo la disposición mostrada a continuación.



Las letras X se utilizarán cuando alguna característica definida por la cifra correspondiente no requiera ser especificada. Las letras adicionales y complementarias si no son necesarias simplemente se omiten

Tabla A4.1.1

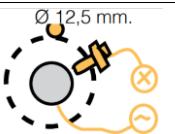
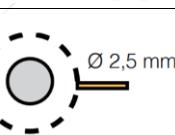
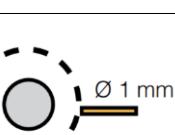
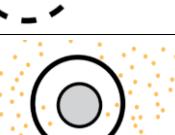
Protección contra contactos con partes energizadas. Primera cifra.

Primer número característico	Grado de protección	
	Descripción	Definición
0	Sin protección	-
1	Partes energizadas inaccesibles al dorso de la mano	El calibre, una esfera de $\phi = 50$ mm, debe quedar a una distancia adecuada de las partes energizadas
2	Partes energizadas no accesibles con los dedos	El calibre, consistente en una esfera de $\phi = 12$ mm, 80 mm de largo, debe quedar a suficiente distancia de las partes energizadas
3	Partes energizadas no accesibles con herramientas	No debe penetrar el calibre consistente en una esfera de $\phi = 2,5$ mm.
4	Partes energizadas no accesibles con un alambre	El calibre, de $\phi = 1,0$ mm, no debe penetrar
5	Partes energizadas no accesibles con un alambre	El calibre, de $\phi = 1,0$ mm, no debe penetrar
6	Partes energizadas no accesibles con un alambre	El calibre, de $\phi = 1,0$ mm, no debe penetrar

En el caso de la primera cifra característica 3, 4, 5 o 6 la protección contra acceso a partes energizadas se satisface si se mantiene la distancia adecuada.

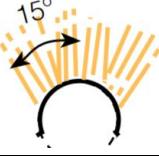
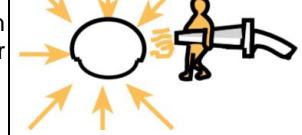
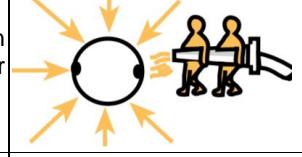
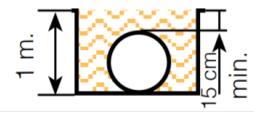
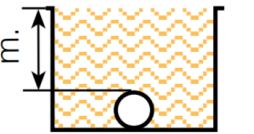
Los requerimientos de esta tabla se aplicarán simultáneamente con los de la tabla A4.1.2; por esta razón las cifras 4, 5 y 6 que en esta tabla no presentan diferencias frente al ingreso de cuerpos sólidos, se hacen diferentes en la tabla A4.1.2 al exigir distintos grados de protección frente al ingreso de polvo.

Tabla A4.1.2
Protección contra acceso de cuerpos extraños. Primera cifra

Primer número característico	Grado de protección		Prueba
	Descripción	Definición	
0	Sin protección	-	
1	Protegido contra la penetración de objetos extraños de $\phi \geq 50$ mm	El calibre, una esfera de $\phi=50$ mm, no debe penetrar completamente (1)	
2	Protegido contra la penetración de objetos extraños de $\phi \geq 12,5$ mm	El calibre, una esfera de $\phi=12,5$ mm, no debe penetrar completamente (1)	
3	Protegido contra la penetración de objetos extraños de $\phi \geq 2,50$ mm	El calibre, una esfera de $\phi=2,5$ mm, no debe penetrar completamente (1)	
4	Protegido contra la penetración de objetos extraños de $\phi \geq 1,0$ mm	El calibre, una esfera de $\phi=1,0$ mm, no debe penetrar completamente (1)	
5	Protegido contra la entrada de polvo	La entrada de polvo no se evita totalmente, pero la cantidad que entra no es suficiente para interferir con el funcionamiento del equipo o afectar su seguridad	
6	Estanco al polvo	No debe penetrar polvo	

En el Apéndice 4.1.1 se muestran las dimensiones y formas típicas de los calibres de ensayo para las pruebas de protección contra la accesibilidad.

Tabla A4.1.3
Protección contra la penetración de agua. Segunda cifra

Primer número característico	Grado de protección		
	Descripción	Definición	Prueba
0	Sin protección	-	
1	Protegido contra la caída vertical de gotas de agua	Las gotas que caen verticalmente no deben provocar efectos dañinos	
2	Protegido contra la caída de gotas de agua con una inclinación de hasta 15°	Las gotas que caen verticalmente no deben provocar efectos dañinos al inclinar la cubierta hasta 15° en uno y otro sentido respecto de la vertical	
3	Protegido contra la caída de lluvia	La lluvia cayendo en un ángulo igual o menor a 60° no deberá provocar daños	
4	Protegido contra salpicaduras de agua	Las salpicaduras en cualquier dirección no deben provocar daños	
5	Protegido contra chorros de agua	Un chorro de agua proyectado en cualquier dirección no debe provocar daños (1)	
6	Protegido contra chorros fuertes de agua	Un chorro fuerte de agua proyectado en cualquier dirección no debe provocar daños (2)	
7	Protegido contra inmersión temporal en agua	No debe penetrar una cantidad de agua que pueda provocar daños al estar la caja sumergida temporalmente en condiciones normales de presión y duración (3)	
8	Protegido contra inmersión prolongada en agua	No debe penetrar una cantidad de agua que pueda provocar daños al estar la caja sumergida en forma prolongada en condiciones que se acordaran entre usuario y fabricante pero que serán más drásticas que las indicadas en 7	

- (1) El chorro de agua se obtendrá de una boquilla de $\phi = 6,3 \text{ mm}$ que entregará un caudal de $12,5 \text{ l/min} \pm 5\%$; el diámetro del chorro será 40 mm a 2,5 m del objeto.
- (2) Idem 1 pero caudal será $100 \text{ l/min} \pm 5\%$ y diámetro del chorro 120 mm a 2,5 m. En ambos casos, 1 y 2, el chorro se aplicará durante 3 minutos a una distancia $2,5 \text{ m} \leq d \leq 3 \text{ m}$.

- (3) La muestra se sumergirá en agua con una altura de 150 mm sobre su cubierta si $h =$ (alto de la muestra) ≥ 850 mm y $(1000 - h)$ si $h < 850$ mm. Tiempo de la prueba 1 minuto, temperatura muestra = temperatura del agua $\pm 5\%$.

Algunas normas consideran la aplicación de letras adicionales que refuerzan o aclaran la calidad del grado de protección de un equipo, o bien restringen su aplicación a ciertos tipos de equipos o condiciones particulares de aplicación. Estos índices adicionales se detallan en las tablas A4.1.4 y A4.1.5 siguientes:

Tabla A4.1.4
Protección contra acceso de cuerpos extraños. Letra adicional

Letra adicional	Grado de protección	
	Descripción	Definición
A	Partes energizadas inaccesibles al dorso de la mano	El calibre, una esfera de $\phi = 50$ mm, debe quedar a una distancia adecuada de las partes energizadas
B	Partes energizadas no accesibles con los dedos	El calibre, una esfera de $\phi = 12$ mm, debe quedar a una distancia adecuada de las partes energizadas
C	Partes energizadas no accesibles con una herramienta	El calibre, una esfera de $\phi = 2,5$ mm, debe quedar a una distancia adecuada de las partes energizadas
D	Partes energizadas no accesibles con un alambre	El calibre, una esfera de $\phi = 1,0$ mm, debe quedar a una distancia adecuada de las partes energizadas

APÉNDICE 4.1.1

Calibres para prueba de protección a personas contra el alcance de partes energizadas

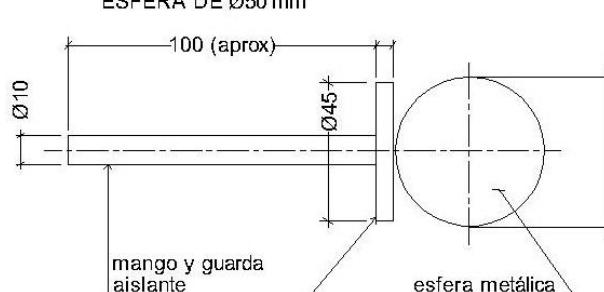
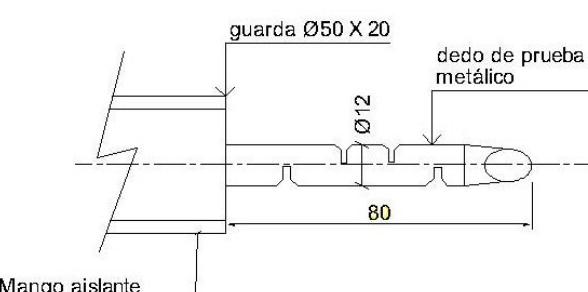
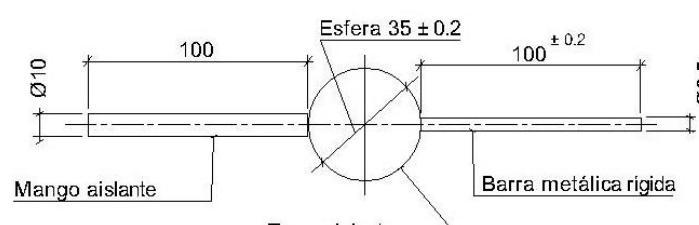
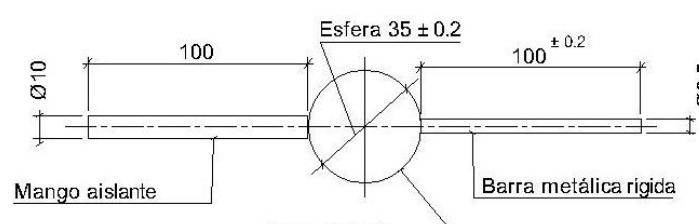
PRIMERA CIFRA	LETRA ADICIONAL	CALIBRES DE ACCESIBILIDAD	ESFUERZO DE PRUEBA
1	A	<p>ESFERA DE Ø50 mm</p>  <p>mango y guarda aislante esfera metálica</p>	50N±10%
2	B	 <p>guarda Ø50 X 20 dedo de prueba metálico Mango aislante</p>	10N±10%
3	C	<p>BARRA de 2,5 mm de diámetro 100mm de longitud</p>  <p>Mango aislante Barra metálica rígida Tope aislante</p>	3N± 10%
4,5,6	D	<p>ALAMBRE de 1 mm de diámetro 100mm de longitud</p>  <p>Mango aislante Barra metálica rígida Tope aislante</p>	1N± 10%

Tabla A4.1.5
Letras suplementarias

Letra	Significado
H	Se aplica a aparatos de alta tensión
M	Se ha verificado la protección contra los efectos dañinos producidos por la penetración de agua en partes móviles de un equipo en movimiento (p.e. rotor de un motor)
S	Se ha verificado la protección contra los efectos dañinos producidos por la penetración de agua en partes móviles de un equipo detenidas (p.e. rotor de un motor)
W	Se aplica a materiales aplicables sin condiciones atmosféricas especificadas ni se han adoptado medidas de protección complementarias.

Código IK

Es un sistema de codificación para indicar el grado de protección proporcionado por la envolvente contra los impactos mecánicos nocivos, salvaguardando así los materiales o equipos en su interior.

El código IK se designa con un número graduado de cero (0) hasta diez (10); a medida que el número va aumentando indica que la energía del impacto mecánico sobre la envolvente es mayor. Este número siempre se muestra formado por dos cifras. Por ejemplo, el grado de protección IK 05, no quiere indicar más que es el número 5.

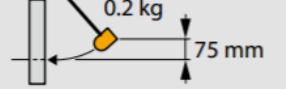
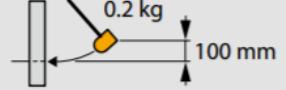
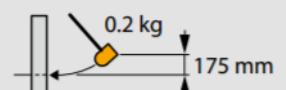
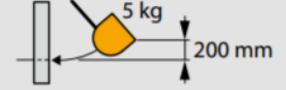
A pesar de que este es un sistema que puede usarse para la gran mayoría de los tipos de equipos eléctricos, no se puede suponer que todos los grados de protección posibles les sean aplicables a todos los equipos eléctricos.

Generalmente, el grado de protección se aplica a la envolvente en su totalidad. Si alguna parte de esta envolvente tiene un grado de protección diferente, esto deben indicarse por separado en las instrucciones o documentación del fabricante de la envolvente.

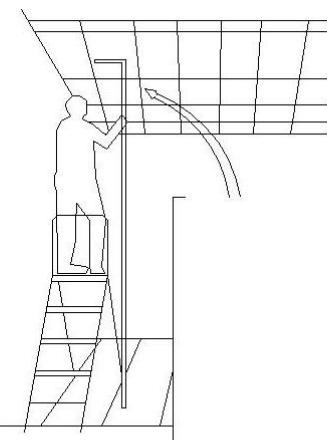
En la Tabla A4.1.6 se indican los diferentes grados de protección IK con la energía del impacto asociada a cada uno. También se indica la equivalencia en peso y altura de caída de la pieza de golpeo sobre la envolvente, de forma que, por ejemplo, un grado de protección IK 07 es aquel en el que la envolvente, en los puntos que se consideraran como más débiles, soportaría un impacto de una pieza de poliamida o de acero redondeada, de peso 500g y que cayera desde una altura de 400 mm.

Tabla A4.1.6
Grados de protección IK

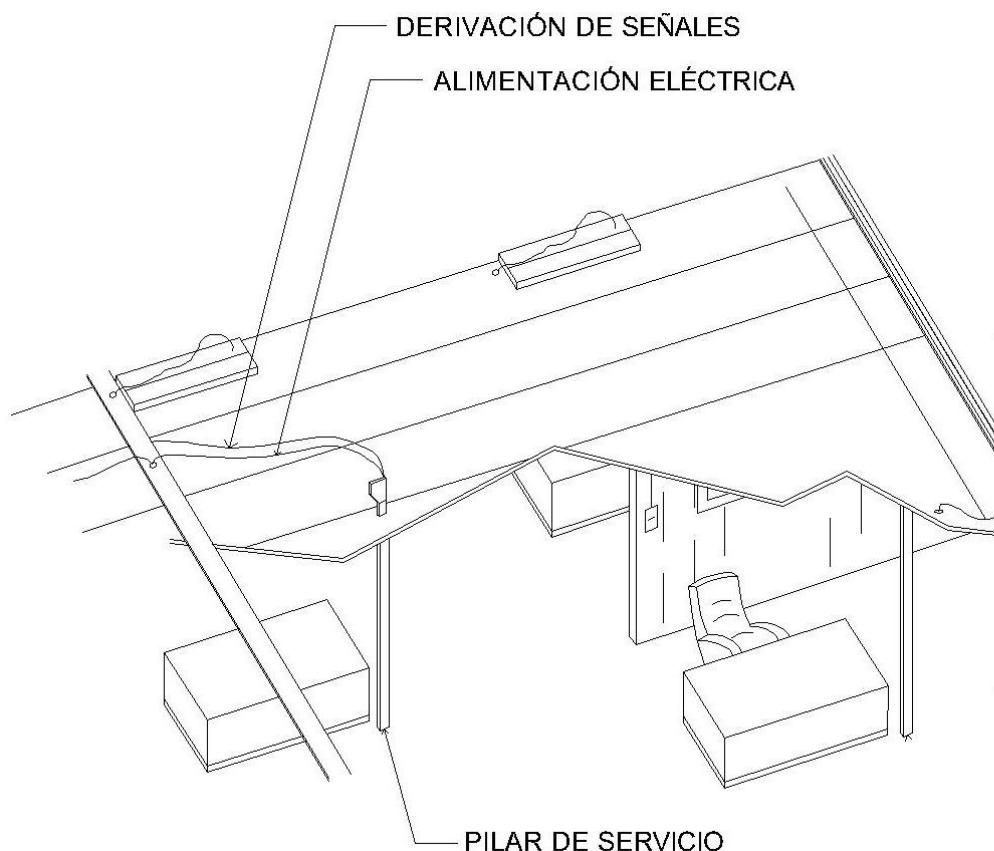
Grado IK	IK 00	IK 01	IK 02	IK 03	IK 04	IK 05	IK 06	IK 07	IK 08	IK 09	IK 10
AG			AG1					AG2	AG3		AG4
Energía (J)	-	0,15	0,2	0,35	0,5	0,7	1	3	5	10	20
Masa y altura de la pieza de golpeo	-	0,2 kg 75 mm	0,2 kg 100 mm	0,2 kg 175 mm	0,2 kg 250 mm	0,2 kg 350 mm	0,5 kg 200 mm	0,5 kg 400 mm	1,7 kg 295 mm	5 kg 200 mm	5 kg 400 mm
Prueba											

Grado IK	Energía de Impacto (J)
IK 01	
IK 02	
IK 03	
IK 04	
IK 05	
IK 06	
IK 07	
IK 08	
UK 09	
IK 10	

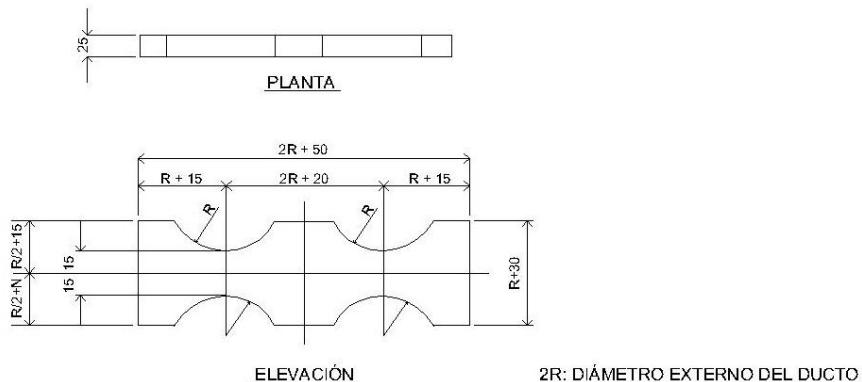
ANEXO 4.2 PILARES DE SERVICIO



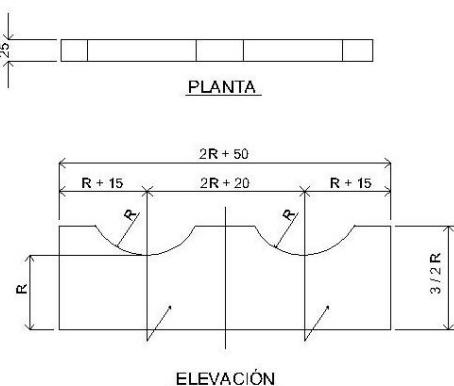
MONTAJE TÍPICO PILAR DE SERVICIO



ANEXO 4.3 SEPARADORES DE DUCTOS



SEPARADOR DOBLE



SEPARADOR SIMPLE

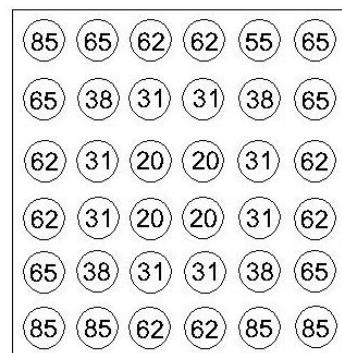
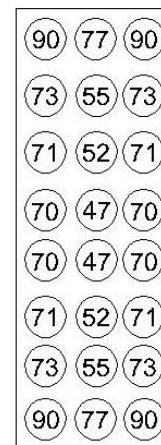
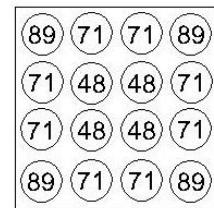
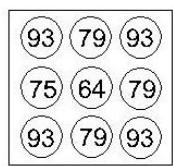
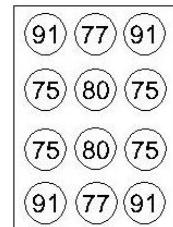
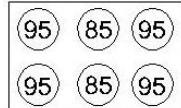
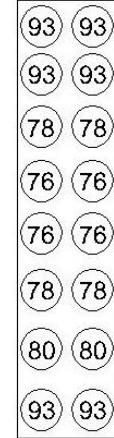
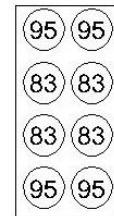
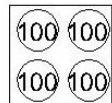
NOTAS:

- 1.- ESTOS SEPARADORES PODRÁN SER DE MADERA CEMENTO U OTRO MATERIAL SIMILAR
- 2.- LAS DIMENSIONES SE FIJARAN DE ACUERDO AL DIAMETRO EXTERNO DE LOS DUCTOS

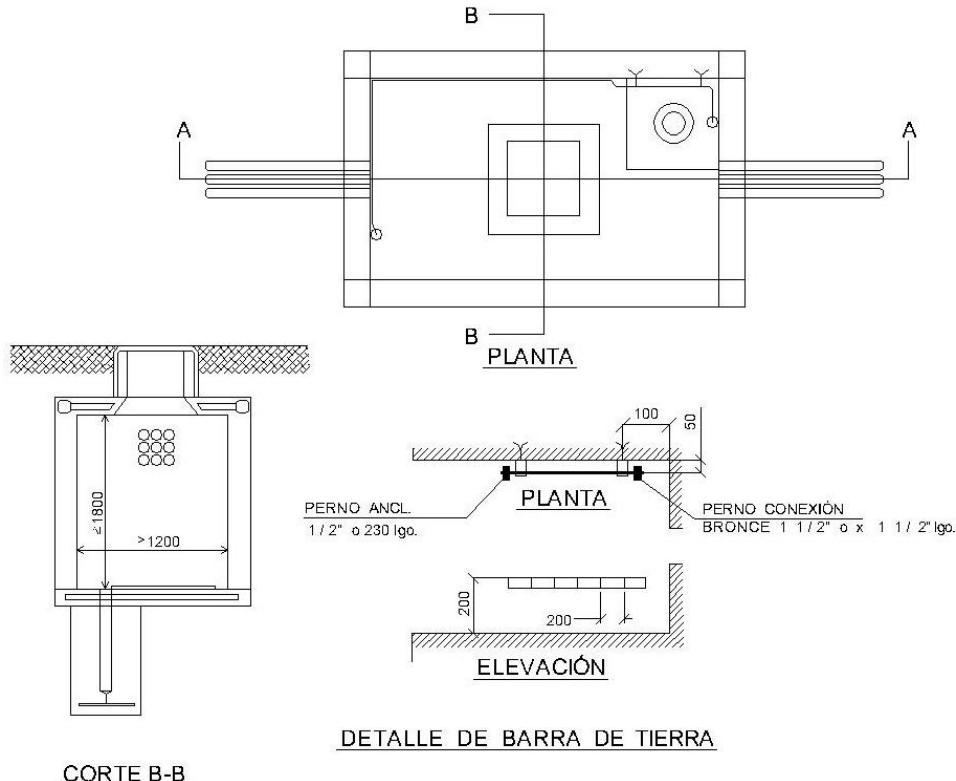
ANEXO 4.4

PORCENTAJE DE CORRECCIÓN

Porcentaje de capacidad de transporte que deberá considerarse al calcular la sección de los conductores, según su posición en el conjunto de ductos o vías de ductos múltiples.

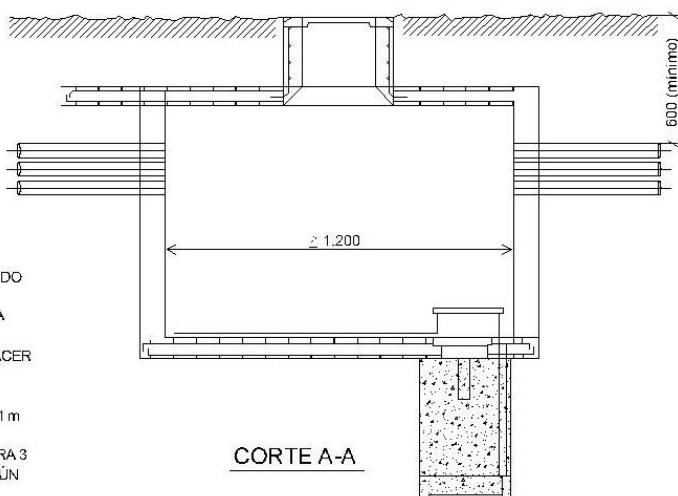


ANEXO 4.5 CÁMARAS LAMINA 1 DE 5. CÁMARA TIPO A



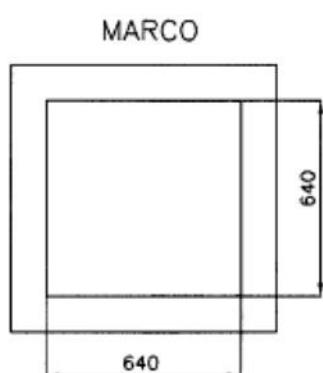
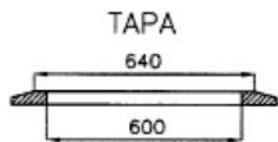
NOTAS:

- 1.- LAS MEDIDAS INTERNAS SON VARIABLES. SE FIJARÁN DE ACUERDO A LA CANTIDAD DE DUCTOS Y CONDUCTORES QUE LLEGUEN A LA CÁMARA
- 2.- EN CADA CASO SE DEBERÁ HACER EL CÁLCULO ESTRUCTURAL CORRESPONDIENTE.
- 3.- EL DRENAJE DEBERÁ SER DE 1 m POR LO MENOS
- 4.- SE UTILIZARÁN LAS TAPAS PARA 3 TRÁNSITO LIVIANO O PESADO SEGÚN CORRESPONDA.
- 5.- SE PODRÁN USAR TAMBÉN TUBOS DE CONCRETO O SIMILARES DE

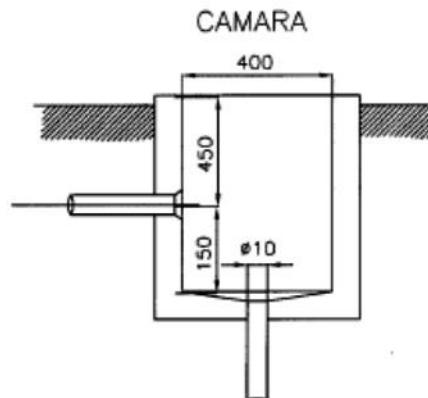
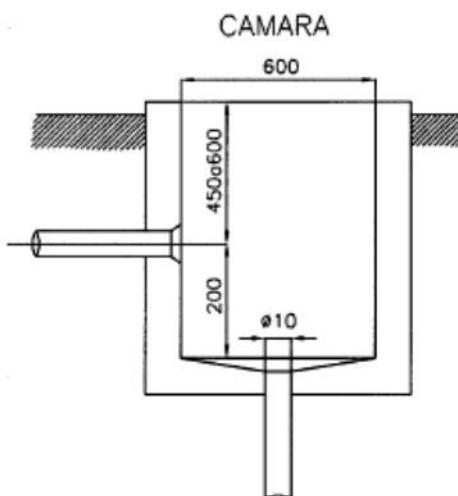
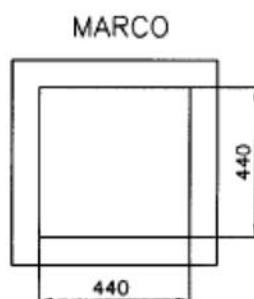
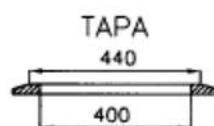


CÁMARAS
LAMINA 2 DE 5. CÁMARA TIPO B Y C

CAMARA TIPO B



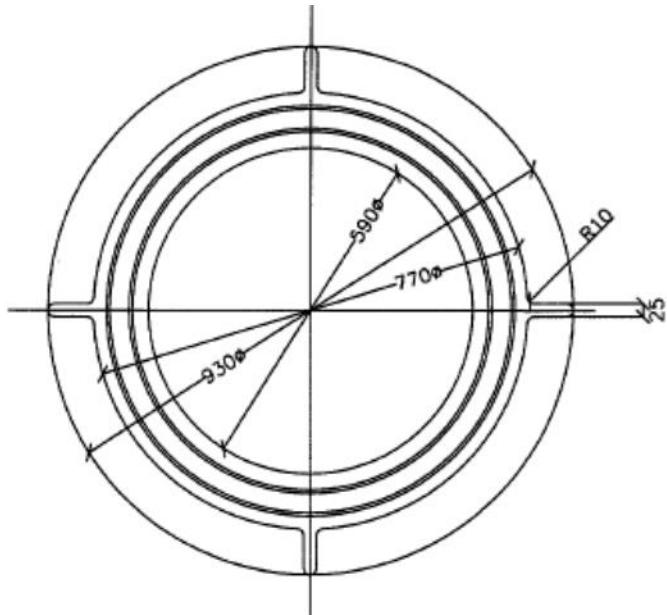
CAMARA TIPO C



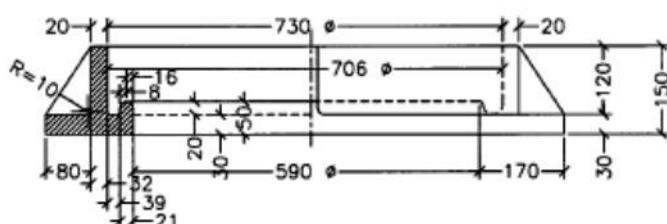
NOTAS:

1. SE PODRÁN USAR TAMBÉN COMO CÁMARAS TUBOS DE CEMENTO DE UN DIÁMETRO ≥ 400 mm.
2. SE USARAN TAPAS PARA TRANSITO LIVIANO O PESADO SEGUN CORRESPONDA.
3. SE PODRÁN USAR TAPAS DE CÁMARA DE ALCANTARILLADO PARA TRANSITO PESADO O LIVIANO, SEGUN CORRESPONDA.

CÁMARAS

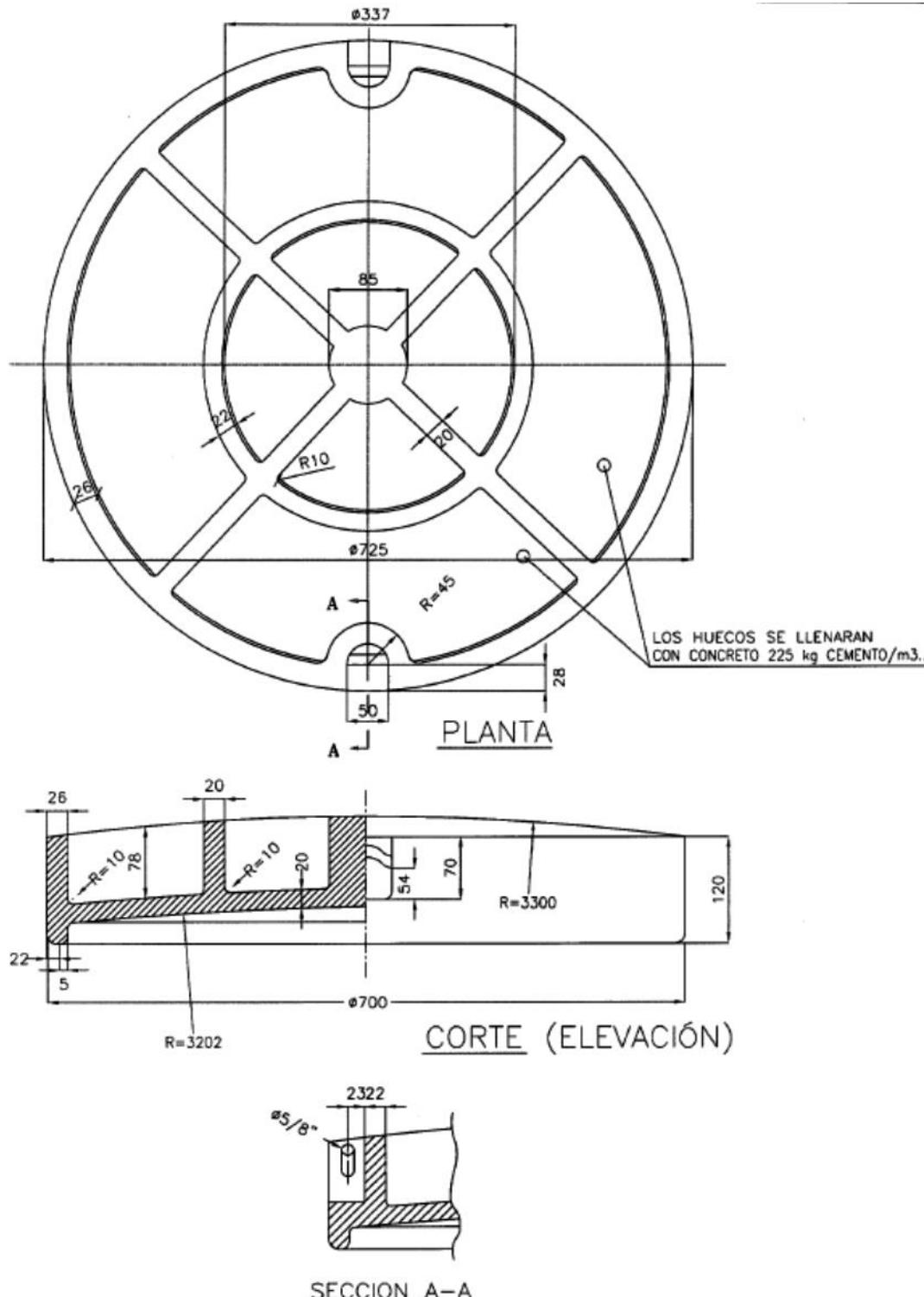


PLANTA



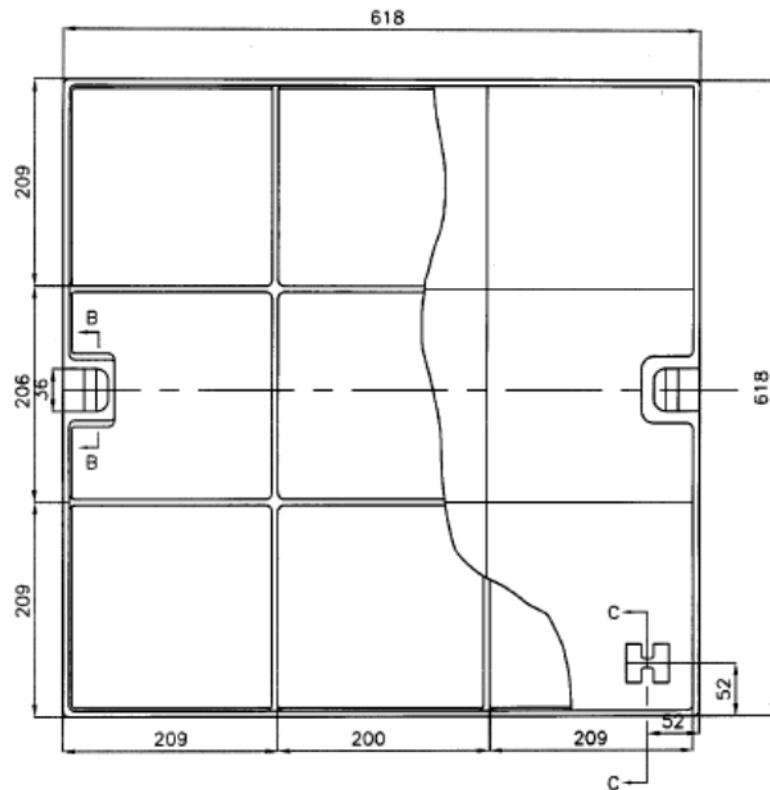
ELEVACION 1/4 CORTE

CÁMARAS
LAMINA 4 DE 5. TAPA DE CÁMARA TIPO A PARA TRÁNSITO PESADO

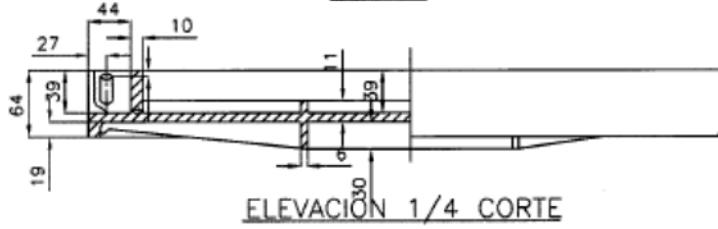


CÁMARAS

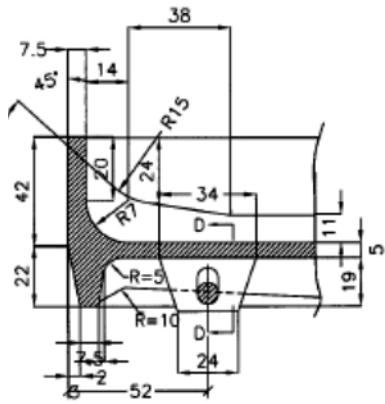
LAMINA 5 DE 5. TAPA DE CÁMARA TIPO A PARA TRÁNSITO LIVIANO



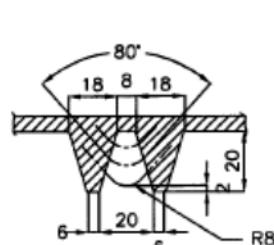
PLANTA



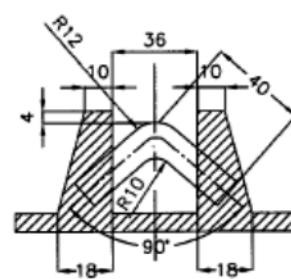
ELEVACION 1/4 CORTE



CORTE C-C



CORTE D-D



CORTE B-B

ANEXO 4.6

BANDEJAS PORTACONDUCTORES

LAMINA 1 DE 3. PERFILES Y SISTEMAS DE TAPAS PARA BANDEJAS

PERFIL "U"

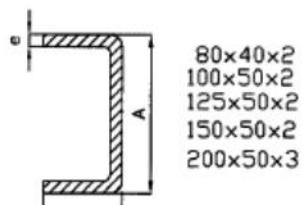


FIG 1.1

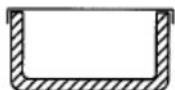


FIG 1.3

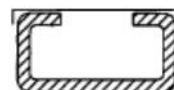


FIG 1.4

PERFIL C

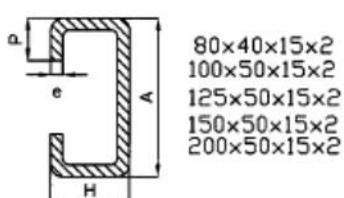


FIG 1.2

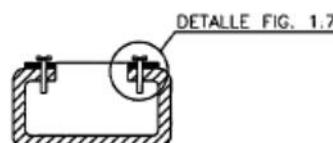


FIG 1.5

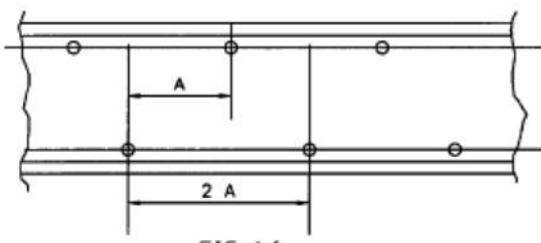


FIG 1.6

DISPOSICIÓN DE LOS PERNOS DE APRIETE DE LAS TAPAS

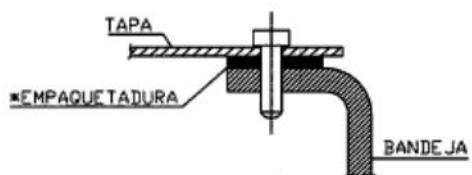
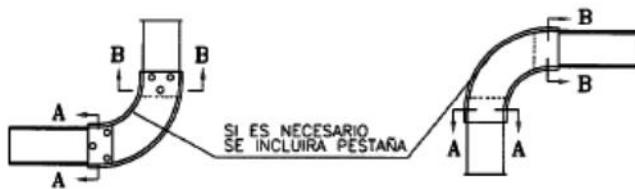


FIG 1.7

NOTA

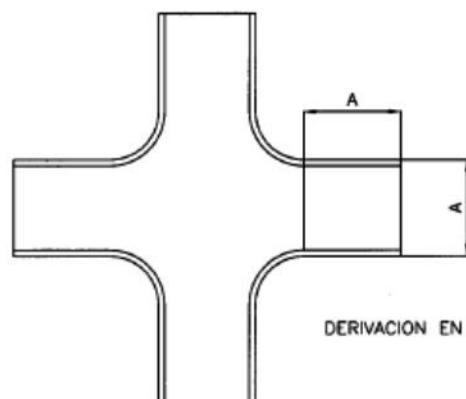
* LAS EMPAQUETADURAS SE COLOCARAN SOLO EN RECINTOS HUMEDOS O QUE TENGAN POLVOS EN SUSPENSION

BANDEJAS PORTACONDUCTORES LAMINA 2 DE 3. ACCESORIOS

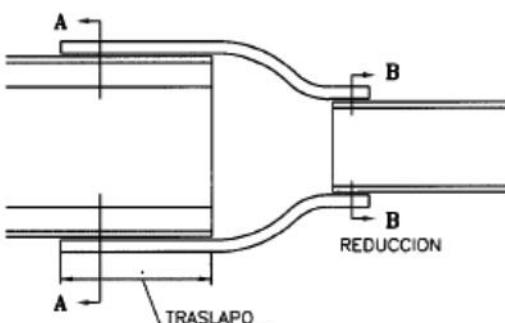


CURVA 90° INTERIOR (vertical)

CURVA 90° EXTERIOR (vertical)



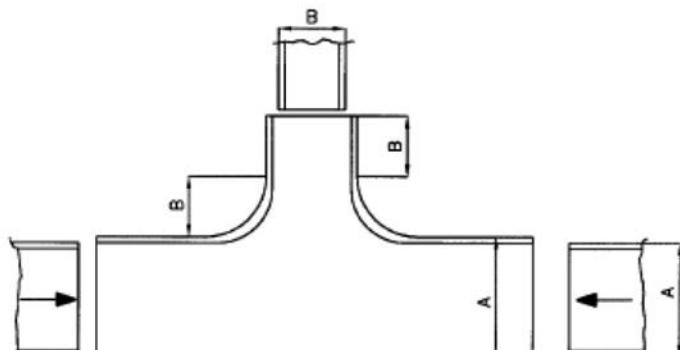
DERIVACION EN "CRUZ"



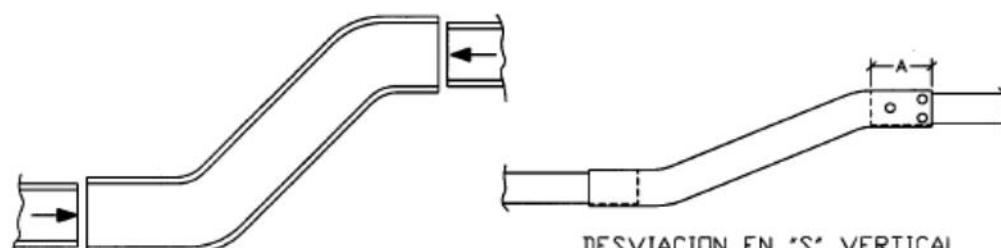
NOTAS:

1. EL TRASLAZO DE UNION Ó EMPALME SERA SIEMPRE IGUAL AL ANCHO "A" DE LA BANDEJA
2. RADIO DE CURVATURA DE ACUERDO A LA CURVATURA PERMISIBLE DE LOS CABLES

BANDEJAS PORTACONDUCTORES LAMINA 3 DE 3. ACCESORIOS

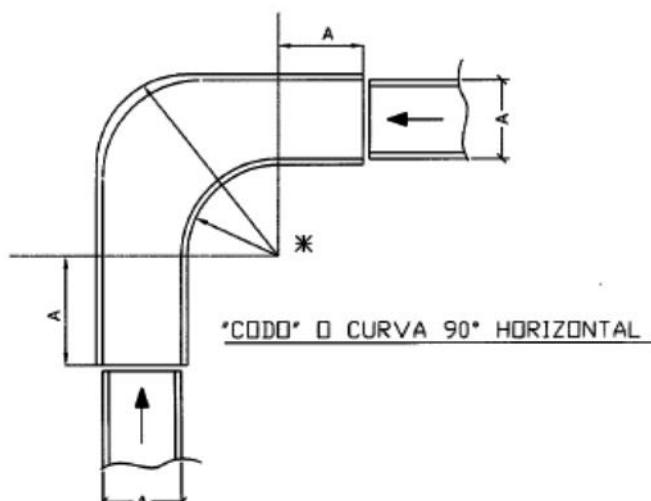


DERIVACION 'T'



DESVIACION EN 'S' VERTICAL

DESVIACION EN 'S' HORIZONTAL



"CODO" O CURVA 90° HORIZONTAL

NOTA

* RADIO DE CURVATURA DE
ACUERDO A LA CURVATURA
PERMISIBLE DE LOS CABLES.

ANEXO 4.7
ESCALERILLAS PORTACONDUCTORES
LAMINA 1 DE 2. PERFILES Y DISPOSICIONES CONSTRUCTIVAS

PERFILES

PERFILES SOPORTANTES



TRAVESANOS

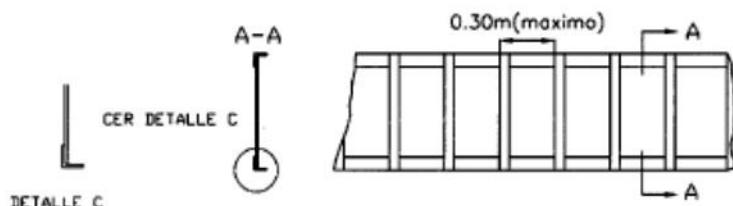


TENSOR

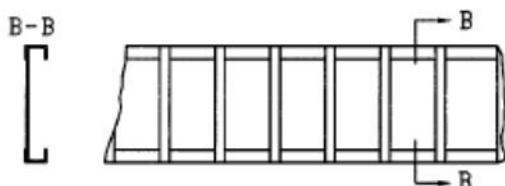


ESCALERILLAS PORTACONDUCTORES

ESCALERILLAS DE PEQUEÑA O MEDIANA MAGNITUD

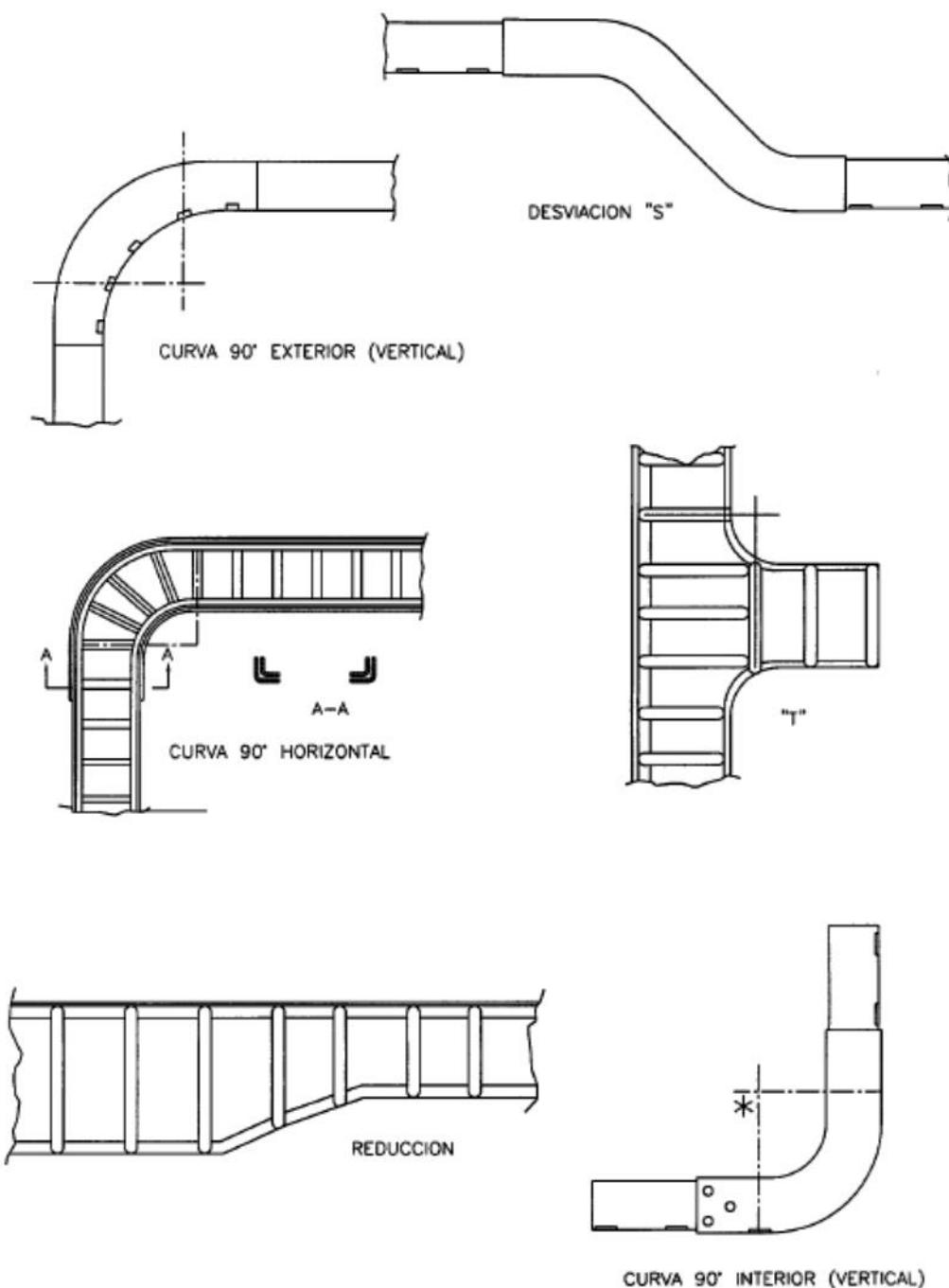


ESCALERILLAS DE GRAN MAGNITUD



- * EN ESCALERILLAS PEQUEÑAS SE PODRÁN USAR PLETINAS COMO TRAVESANOS.
- EN ESCALERILLAS MEDIANAS O GRANDES SE USARÁ UN PERFIL TUBULAR O DE CANTO REDONDEADO.

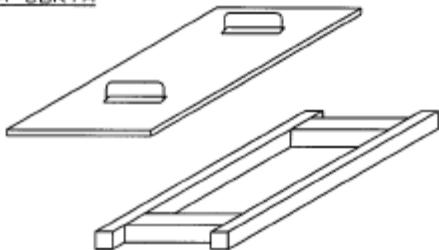
ESCALERILLAS PORTACONDUCTORES LAMINA 2 DE 2. ACCESORIOS



* RADIO DE CURVATURA DE ACUERDO A LA
CURVATURA PERMISIBLE DE LOS CABLES

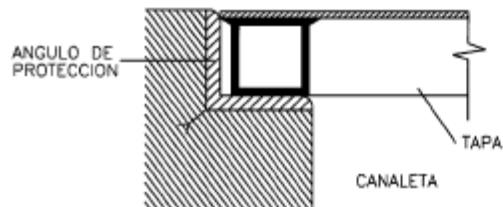
ANEXO 4.8 TAPAS DE CANALETAS

TAPA CORTA

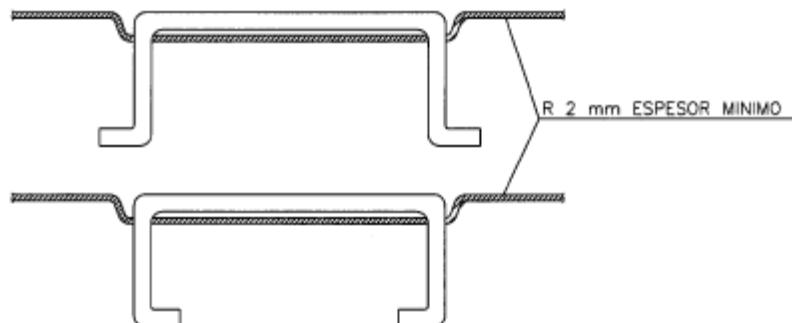


DISPOSICION SUGERIDA

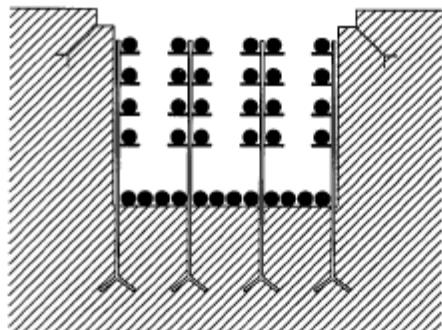
DETALLE TAPA



MANILLAS

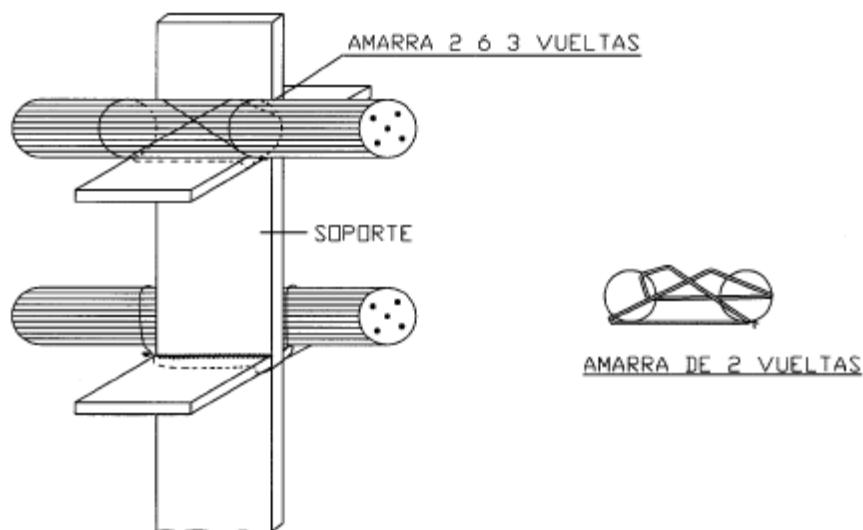


ANEXO 4.9
SOPORTE DE CABLES EN CANALETAS

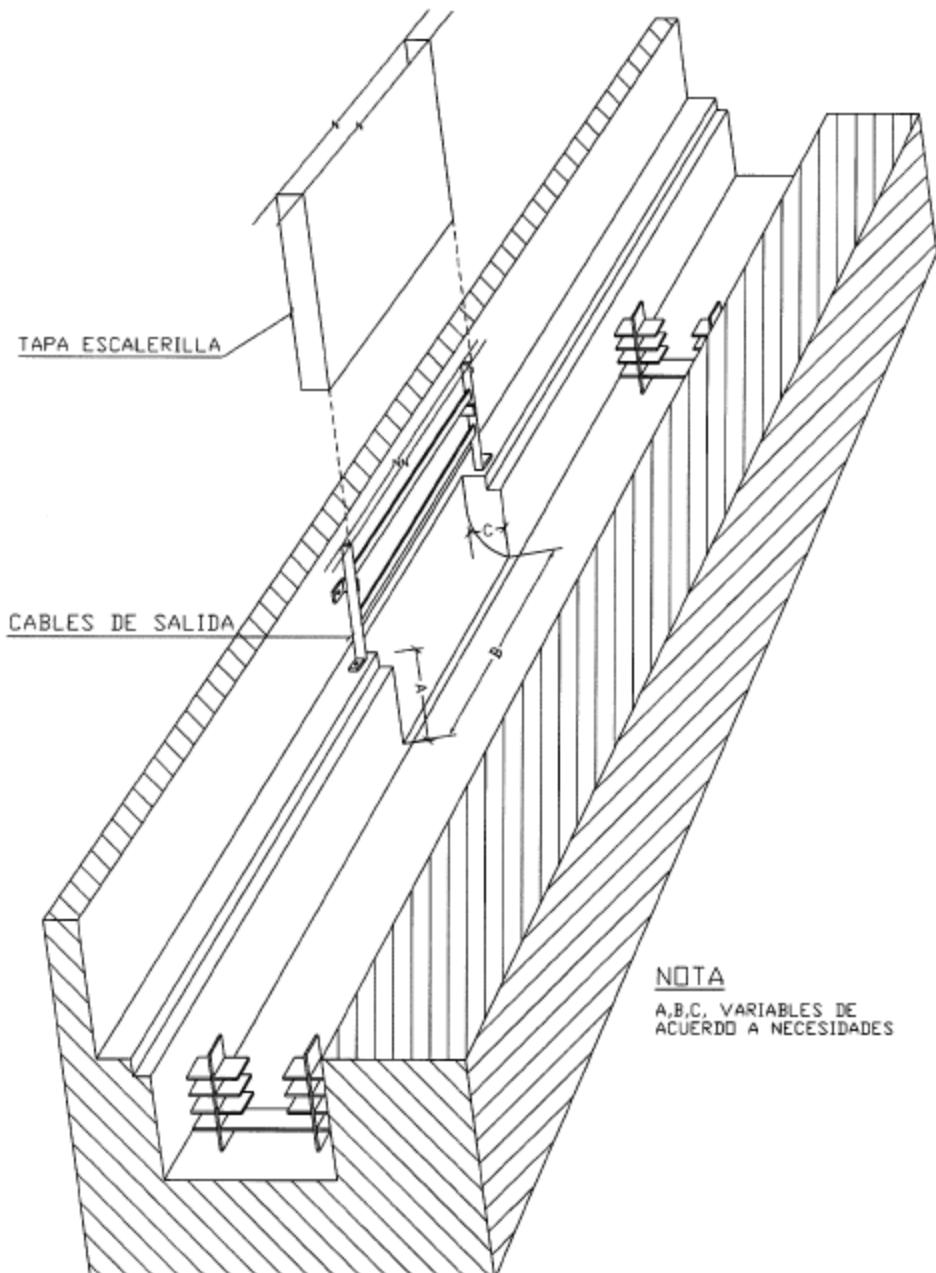


SOPORTE DE CABLES

DETALLE AMARRA DE CABLE A SOPORTE



ANEXO 4.10
SALIDA DE CABLES DESDE CANALETA



ANEXO 4.11
CÓDIGOS DE CLASIFICACIÓN PARA LOS SISTEMAS DE TUBERÍAS
SEGÚN IEC 61386-1

NOTA En el anexo se muestra el formato de códigos de clasificación para las propiedades declaradas de los sistemas de tuberías, según IEC 61386-1.

Primer dígito – Resistencia a la compresión			
Tuberías	Clasificación	Fuerza de compresión con una tolerancia de $\pm 4\%$ N	
Resistencia a la compresión muy ligera	1	125	
Resistencia a la compresión ligera	2	320	
Resistencia a la compresión media	3	750	
Resistencia a la compresión fuerte	4	1250	
Resistencia a la compresión muy fuerte	5	4000	

Segundo dígito – Resistencia al impacto			
Tuberías y accesorios	Clasificación	Masa del martillo (Tolerancia $\pm 1\%$) kg	Altura de caída (Tolerancia $\pm 1\%$) mm
Resistencia al impacto muy ligera	1	0.5	100
Resistencia al impacto ligera	2	1.0	100
Resistencia al impacto media	3	2.0	100
Resistencia al impacto fuerte	4	2.0	300
Resistencia al impacto muy fuerte	5	6.8	300

Tercer dígito – Rango de temperaturas bajas	
+5°C	1
-5°C	2
-15°C	3
-25°C	4
-45°C	5

Cuarto dígito – Rango de temperaturas altas	
+60°C	1
+90°C	2
+105°C	3
+120°C	4
+150°C	5
+250°C	6
+400°C	7

Quinto dígito – Resistencia al curvado	
Rígida	1
Curvable	2
Curvable / transversalmente elástico	3
Flexible	4

Sexto dígito – Propiedades eléctricas	
No declaradas	0
Con características de continuidad eléctrica	1
Con características de aislamiento eléctrico	2
Con características de continuidad y aislamiento eléctrico	3

Séptimo dígito – Protección contra la penetración de objetos sólidos	
Protegida contra objetos sólidos extraños de 2,5 mm de diámetro y mayores	3
Protegida contra objetos sólidos extraños de 1 mm de diámetro y mayores	4
Protegida contra el polvo	5
Estanca al polvo	6

Octavo dígito – Protección contra la penetración de agua	
No declarada	0
Protegida contra la caída vertical de gotas de agua	1
Protegida contra la caída vertical de gotas de agua cuando el sistema de tubos está inclinado un ángulo de 15°	2
Protegida contra el agua pulverizada	3
Protegida contra salpicaduras de agua	4
Protegida contra chorros de agua	5
Protegida contra chorros de agua potentes	6
Protegida contra los efectos de inmersión temporal en agua	7

Noveno dígito – Resistencia a la corrosión		
Tubería y accesorios	Clasificación	Ejemplo
No declarada	0	-
Baja protección interior y exterior	1	Imprimación de pintura
Protección interior y exterior media	2	Esmalte en estufa/placa electrozincada/pintura secada al aire.
Protección media interior, alta protección exterior (interior: clase 2 y exterior: clase 4)	3	Esmalte en estufa, Sherardizado.
Alta protección interior y exterior	4	Recubrimiento de galvanizado en caliente, Sherardizado, Acero inoxidable.

Décimo dígito – Resistencia a la tracción		
Tubería y accesorios	Clasificación	Fuerza de tracción Tolerancia $\pm 2\%$ N
No declarada	0	-
Resistencia a la tracción muy ligera	1	100
Resistencia a la tracción ligera	2	250
Resistencia a la tracción media	3	500
Resistencia a la tracción fuerte	4	1000
Resistencia a la tracción muy fuerte	5	2500

Undécimo dígito – Resistencia a la propagación de la llama	
No propagador de la llama	1
Propagador de la llama	2

Duodécimo dígito – Capacidad de carga suspendida			
Accesorios	Clasificación	Carga Tolerancia $\pm 2\%$ N	Duración Tolerancia $\pm 15\%$ min
No declarada	0	-	-
Capacidad de carga suspendida muy ligera	1	20	48
Capacidad de carga suspendida ligera	2	30	48
Capacidad de carga suspendida media	3	150	48
Capacidad de carga suspendida fuerte	4	450	48
Capacidad de carga suspendida muy fuerte	5	850	48

ANEXO 4.12
CÓDIGOS MÍNIMOS DE CLASIFICACIÓN DE TUBERÍAS SEGÚN TIPO DE MONTAJE

Códigos mínimos para tuberías en montaje fija en superficie (sobrepuesta)		
Tipos	Características	Código
Tuberías No Metálicas	Rígida	432212540010
	Curvable	432222540010
	Flexible	432242540010
Tuberías Metálicas	Rígida	432211542010/432211544010**
	Flexible	432241542010/432241544010**

Nota:** Aplica para tuberías en instalaciones en el exterior en ambientes húmedos o mojados con presencia de agentes químicos activos o en zonas costeras.

Códigos mínimos para tuberías en montaje embutidas y ocultas.		
Tipos	Características	Código
Tuberías No Metálicas	Rígida	332212540010
	Curvable	332222540010
	Curvable / transversalmente elástico	332232540010
	Flexible	332242540010
Tuberías Metálicas	Rígida	332211542010
	Flexible	332241542010

Nota: Cada dígito representa una característica de la tubería, estas características son la mínima que debe tener una tubería, podrán existir tuberías con mayores atributos a los indicados por lo que los primeros 4 dígitos en forma individual podrán ser superiores, esto aplica para todas las tablas de este anexo.

Códigos mínimos para tuberías en montaje pre-embutidas en loza o embebidas en hormigón.		
Tipos	Características	Código
Tuberías No Metálicas	Rígida	432212540010
	Curvable	432222540010
Tuberías Metálicas	Rígida	432211542010

Nota: Cada dígito representa una característica de la tubería, estas características son la mínima que debe tener una tubería, podrán existir tuberías con mayores atributos a los indicados por lo que los dígitos en forma individual podrán ser superiores.

Códigos mínimos para tuberías en montaje al aire.		
Tipos	Características	Código
Tuberías No Metálicas	Flexible	432142540212
Tuberías Metálicas	Flexible	432141542212/432141544212**

Nota:** Aplica para tuberías en instalaciones en el exterior en ambientes húmedos o mojados con presencia de agentes químicos activos o en zonas costeras.