



**GERENCIA DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA**  
**METRO DE SANTIAGO**

**ESPECIFICACIONES TECNICAS PARTICULARES DE**  
**ELECTRICIDAD**

---

## ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN .....	3
1.10	Generalidades .....	3
1.11	Antecedentes.....	3
1.11.1	Planos .....	3
1.11.2	Normas .....	3
1.12	Alimentación Eléctrica.....	3
2	SUMINISTRO DE MATERIALES Y EQUIPOS.....	4
2.10	Tableros de Distribución .....	5
2.10.1	Condiciones Ambientales .....	5
2.10.2	Características del Sistema Eléctrico .....	6
2.10.3	Descripción General de los Tableros de Baja Tensión .....	6
2.10.4	Características Generales de los Tableros .....	6
2.11	Canalizaciones .....	8
2.11.1	Cañerías de Acero Galvanizado (CAG) .....	8
2.12	Líneas Generales de Alimentadores .....	9
2.13	Cableado de Distribución .....	10
2.13.1	Especificaciones Técnicas de los Conductores .....	10
2.13.2	Código De Colores .....	10
2.13.3	Tendido de Conductores.....	11
2.13.4	Empalme de Conductores .....	11
2.13.5	Identificación de Conductores .....	11
2.13.6	Protección Mecánica de los Conductores .....	12
2.13.7	Pruebas de Conductores .....	12
3	MONTAJES.....	12
3.10	Canalizaciones .....	12
3.10.1	Montaje de Conduits. ....	13
3.10.2	Escalerillas y Bandejas.....	14
3.11	Cableado .....	15
4	PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA.....	16
5	DOCUMENTACIÓN “AS BUILT” .....	17
6	FORMULARIOS TÉCNICOS.....	17

## **1 Introducción**

### **1.10 Generalidades**

Los requerimientos de información actuales y futuros hacen necesario modernizar y aumentar la plataforma existente del Sistema de Circuito Cerrado de Televisión (CCTV), para mayor funcionalidad con respecto a lo que se dispone hoy.

En este contexto METRO S.A. requiere contratar el desarrollo de un proyecto de Mejoramiento del Sistema de CCTV en Estaciones.

La presente Especificación Técnica establece los requerimientos mínimos de las obras eléctricas a desarrollar por el Contratista para la ejecución del proyecto.

### **1.11 Antecedentes**

#### **1.11.1 Planos**

- EL-CCTV-DIAGRAMA\_GENERAL-01-0 Diagrama unilineal alimentación eléctrica CCTV

#### **1.11.2 Normas**

Todos los materiales, equipos y trabajos se ejecutarán conforme con la reglamentación vigente y las últimas enmiendas de los códigos y normas estipulados en este punto según sea el caso de diseño, de construcción y adquisición de los materiales y equipos y que a su vez garanticen una racional y eficaz utilización de las instalaciones.

El listado siguiente muestra, pero sin limitarse a las principales normas que deben ser tomadas en consideración:

Ley 16.744 Sobre Accidentes del Trabajo y Enfermedades Profesionales.

NCH 4/2003 Instalaciones de Consumo Baja Tensión.

NSEG 5/71 Reglamento Instalaciones Eléctricas de Corrientes Fuertes.

NSEG 6/71 Electricidad, Cruces y Paralelismo de Líneas Aéreas.

NSEG 20/78, Subestaciones interiores.

NEC National Electrical Code

NEMA National Electrical Manufacturers Association

ANSI American National Standard Institute

Las normas NCh e INN primarán sobre el resto de las normas. En la eventualidad de requerimientos diferentes entre el resto de códigos y/o normas, y cuando comprenda situaciones no contempladas en las normas nacionales, decidirá el inspector eléctrico del proyecto.

No obstante, lo anterior, el Contratista deberá indicar al momento de presentar su Oferta Técnica las discrepancias que hubiere entre las normas citadas precedentemente y las presentes Especificaciones Técnicas.

### **1.12 Alimentación Eléctrica**

La alimentación eléctrica del sistema CCTV será suministrado a través del tablero de distribución TCC, ubicado en la sala de locales técnicos. Dependiendo del tipo de estación, la alimentación se realizará incorporando nuevos interruptores en el tablero TCC existente o a través de la instalación de un nuevo tablero TCC auxiliar.

1. En las estaciones que se indican a continuación, se deberán incorporar dos protecciones de 16A/10KA al tablero TCC existente, según se indica en el diagrama unilineal del proyecto:

**Tipo I**

- Línea 2: Vespucio Norte, Zapadores, Dorsal, Einstein, Cementerios, Cerro Blanco, Patronato, El Parrón y La Cisterna (9 estaciones).
- Línea 4: Desde Estación Tobalaba hasta Estación Plaza de Puente Alto (23 estaciones)
- Línea 4A: Desde Estación V. Mackenna hasta Estación La Cisterna (6 estaciones).

2. Por otra parte, en las siguientes estaciones se deberá suministrar e instalar un nuevo tablero de distribución para CCTV alimentado desde el tablero TCC:

**Tipo II**

- Línea 2: Cal y Canto, Santa Ana, Los Héroes, Toesca, Parque O'Higgins, Rondizzoni, Franklin, El Llano, San Miguel, Lo Vial, Departamental, Ciudad del Niño y Lo Ovalle (13 estaciones).
- Línea 5: Desde Estación Quinta Normal hasta Estación Vicente Valdés (18 estaciones).

3. Finalmente, en las estaciones que cuentan con sistema INDIGOVISION, la alimentación se realizará a través del tablero TCC Auxiliar existente, donde se deberán incorporar dos nuevo interruptores de 16A/10KA:

**Tipo III**

- Línea 1: Desde Estación San Pablo hasta Estación Los Domínicos (27 estaciones).
- Línea 5: Desde Estación Gruta de Lourdes hasta Estación Plaza Maipú (12 estaciones)

Cabe destacar que en la actualidad existe en desarrollo un proyecto para instalar una UPS Centralizada para sistemas críticos en todas las estaciones de la red de Metro. El proyecto de CCTV debe considerar adecuarse al avance del proyecto de UPS Centralizada, según lo siguiente:

- Si el proyecto de UPS Centralizada instala sus tableros de distribución (en una determinada estación) antes de la intervención del proyecto de CCTV, el Contratista CCTV deberá alimentar sus equipos utilizando las protecciones de reserva disponibles en estos nuevos tableros de distribución.
- En caso contrario, el contratista de CCTV deberá alimentar sus equipos según lo detallado en el presente documento.

## **2 Suministro de Materiales y Equipos**

El suministro de todos los materiales será cargo del Contratista, excepto los debidamente indicados, ya sea en el proyecto de instalaciones eléctricas o en cualquiera de los proyectos complementarios a este.

Todos los materiales deben ser nuevos y estar aprobados por S.E.C., o cumplir con los sellos de certificación indicados en anexo de reglamentación para certificación de productos eléctricos, conforme se indica en la norma Nch. 4/2003. Los materiales deben ser empleados en condiciones que no excedan las estipuladas en sus certificados.

Será responsabilidad del Contratista el adecuado uso y calidad de los materiales que deba suministrar, debiendo tener especial cuidado en el embalaje de los elementos eléctricos para evitar golpes y deterioros. No se aceptará el uso de material deteriorado. Los materiales eléctricos deberán mostrar claramente el nombre del fabricante, la certificación de servicios eléctricos y su capacidad cuando corresponda.

Cuando se indique modelo o marca de materiales y equipos eléctricos, significará que se podrán optar por elementos equivalentes en calidad y funcionamiento los cuales pueden ser presentados para la aprobación de la I.T.O. siempre que las capacidades y necesidades de espacios se cumplan. Previo a la compra de los equipos, el Contratista deberá presentar toda la documentación técnica y presentar muestras para la aprobación de la I.T.O.

## **2.10 Tableros de Distribución**

Los tableros eléctricos deben ser diseñados y fabricados respetando la norma eléctrica nacional, Nch. Eléc. 4/2003, en particular el artículo N° 6 y las especificaciones técnicas particulares atinentes a los tableros eléctricos que forme parte del proyecto de la respectiva instalación eléctrica. En forma adicional o complementaria a las indicaciones de normas y especificaciones técnicas particulares, los tableros eléctricos de recintos técnicos del Metro de Santiago, deberán respetar las siguientes indicaciones:

### **2.10.1 Condiciones Ambientales**

Los tableros deberán ser apropiados para operar en las siguientes condiciones ambientales:

▪	Altura sobre el nivel del mar	550 m
▪	Temperatura media anual	25 °C
▪	Temperatura media máxima	29 °C
▪	Temperatura media mínima	-2 °C
▪	Temperatura máxima	40 °C
▪	Temperatura mínima	-4 °C
▪	Humedad relativa media anual	72 %
▪	Humedad relativa máxima	95 %
▪	Humedad relativa mínima	40 %
▪	Condiciones sísmicas	UBC Zona 4
	Aceleración sísmica horizontal	75% de g
	Aceleración sísmica vertical	30% de g
	Rango de frecuencia	1 a 20Hz
	Tiempo de duración	1 a 30 s.
▪	Ambiente	Polvoriento, atmósfera oxidante y con presencia de anhídrido sulfuroso SO <sub>2</sub>

Los equipos deberán operar en forma continua para veinticuatro (24) horas al día, siete (7) días a la semana y trescientos sesenta y cinco (365) días al año.

### **2.10.2 Características del Sistema Eléctrico**

Los tableros serán conectados a un sistema de distribución eléctrico de las siguientes características principales:

Tensión Nominal del Sistema	:	400/231 V.
Tensión de Servicio	:	380/220 V.
Frecuencia	:	50 Hz.
Número de fases	:	3
Neutro	:	Conectado sólidamente a tierra.
Cortocircuito	:	Deberá soportar los esfuerzos Mecánicos que se originan por un cortocircuito trifásico simétrico máximo de 15 kA.

### **2.10.3 Descripción General de los Tableros de Baja Tensión**

El proyecto considera el suministro y montaje un (1) Tablero TCC Auxiliar, el cual se instalará en locales técnicos, y estará alimentado desde el tablero TCC existente según se indica en los planos del proyecto. El suministro del tablero TCC auxiliar se deberá considerar para las siguientes estaciones:

- Línea 2: Cal y Canto, Santa Ana , Toesca, Parque O'Higgins, Rondizzoni, Franklin, El Llano, San Miguel, Lo Vial, Departamental, Ciudad del Niño y Lo Ovalle,
- Línea 5: Desde Estación Quinta Normal hasta Estación Vicente Valdés (18 estaciones).

La capacidad de los interruptores deberá estar de acuerdo a lo señalado en los planos del proyecto. El proponente deberá estudiar el diseño del tablero, y asegurar que las protecciones son adecuadas y no existirán problemas de selectividad.

### **2.10.4 Características Generales de los Tableros**

Los tableros serán estructuras metálicas para adosar a muro y consistirán de un gabinete cerrado por sus 6 costados que llevará en su interior, en una placa de montaje independiente, todos los elementos eléctricos como son: disyuntores, contactores, bornes, soportes, barras de distribución, etc. Se considerará que estos elementos deberán ubicarse de manera que su inspección, mantenimiento, o recambio sea de fácil operación y contemplando espacio suficientemente amplio para efectuar las conexiones en las regletas correspondientes.

Los tableros deben estar provistos de puerta abisagrada sellada contra polvo y salpicadura de agua con grado de protección mecánica tipo IP61 o Nema 12, mediante empaquetadura de neopreno esponjoso y provisto de chapa manilla con picaporte y cerradura con llave; en caso que la puerta resulte de un ancho superior a 800 mm, esta debe ser de 2 hojas, con espáñoletas.

Los tableros llevarán una tapa metálica cubre equipos, con los calados necesarios para acceder a los accionamientos de los disyuntores; esta tapa será abisagrada con cerradura simple sin llave y de fácil remoción.

Los tableros deberán poseer tapas atornilladas en el extremo superior e inferior del gabinete, con empaquetaduras de goma, para el paso de cables. La entrada y salida de cables se efectuará a través de prensa-estopas.

Las cajas de los tableros deberán ser diseñadas con amplitud suficiente para permitir el holgado ordenamiento de los conductores y la entrada de cables en cañerías de acero por sus extremos superior e inferior a través de tapas removibles para perforar en terreno, con empaquetadura.

#### **2.10.4.1 Conexiones de Circuitos y Neutro**

Los tableros deberán tener una regleta con bornes para la conexión de cada circuito, con su respectivo neutro. Estas regletas deberán instalarse en la parte inferior del gabinete. Los tableros de distribución que contengan contactores deberán llevar una regleta separada físicamente para el alambrado de control de éstos.

#### **2.10.4.2 Cableado Interno**

Los conductores de los alimentadores y alambrado interno serán de formación cableada, para tensión nominal no inferior a 600 V, mono conductores o multi conductores, para temperatura máxima de servicio de 90 °C, fabricados bajo normas IEC-60502 o similar, libre de halógenos y de baja emisión de humos tóxicos en caso de incendio. La sección mínima de los conductores en alumbrado es 1,5 mm<sup>2</sup> y la mínima en fuerza es 2,5 mm<sup>2</sup>.

Los colores del cableado interior de los tableros eléctricos, deberán respetar el código de colores de los conductores de fase, neutro y tierra indicados en el reglamento interno de METRO S.A., reglamento que establece los siguientes colores:

- Fase 1, A o R: Rojo
- Fase 2, B o S: Azul
- Fase 3, C o T: Negro
- Neutro: Blanco
- Tierra: Verde
- Positivo CC: Rojo
- Negativo CC: Negro

Los cables monoconductores necesariamente deberán ser coloreados de acuerdo al código señalado. En el interior de los tableros los accesorios de soporte y amarre de cables serán de materiales libres de halógenos. El cableado interno debe ejecutarse colocando los conductores en forma ordenada, no deben quedar apretados ni mezclados. Los conductores de cada circuito deben tomarse juntos, mediante amarras tipo Panduit y podrán llevarse en forma vertical u

horizontal en el interior de canaletas de PVC del tipo Lina 25 de Legrand o equivalente, con tapa. La alimentación a un disyuntor o contactor deberá llegar a la parte superior del elemento o al polo fijo. Toda conexión de cable a un contactor se hará mediante terminal aislado prensado, de argolla tipo MV de 3M o equivalente.

#### **2.10.4.3 Disyuntores de Baja Tensión**

Los interruptores de distribución podrán ser del tipo miniatura con un mínimo de 5 kA de capacidad de apertura de corriente de cortocircuito; podrán ser modelo C60A de MerlinGerin o técnicamente equivalentes.

#### **2.10.4.4 Protecciones Diferenciales**

Las protecciones diferenciales que están destinadas a los circuitos de enchufes de 220/380 V, tendrán una sensibilidad de 30 mA, para los polos y las capacidades de corriente que se indiquen en los planos de los proyectos. Podrán ser del tipo DPNa VIGI – MerlinGerin o equivalentes. Los diferenciales de 4 polos serán tipo ID de MerlinGerin o equivalentes.

#### **2.10.4.5 Identificación de Elementos**

Por cada disyuntor suministrado, se deberá instalar una placa de identificación con el nombre del sistema o equipo a alimentar.

Todos los cables que se utilicen para alambrados de circuitos deberán llevar marcas en ambos extremos, las marcas contendrán el número de circuito o de cable de control indicados en los diagramas unilineales y serán instalados por cada fase o cable. El número y/o letra que se colocará en los extremos de los cables será tipo CAB 3 de Legrand o equivalente. Todos los bornes de las regletas deberán marcarse con el número y letra que figuran en los planos. Estas marcas serán del tipo Legrand para bornes Viking o equivalentes.

### **2.11 Canalizaciones**

#### **2.11.1 Cañerías de Acero Galvanizado (CAG)**

Se utilizarán ductos metálicos de tipo cañería de pared gruesa, ya sea a la vista, embutidos y/o preembutidos. Estos ductos serán de acero galvanizado para uso eléctrico tipo conduit Norma ANSI C80-1. Por ningún motivo se permitirá otro tipo de ductos metálicos. Los diámetros mínimos serán los siguientes:

- 1" para conduits subterráneos.
- 3/4" para conduits a la vista o preembutidos.

Las curvas por terreno sólo se ejecutarán con herramientas o curvadoras apropiadas para tales usos, de modo de no dañar ni disminuir el diámetro efectivo de los conduits. Se deberá tener especial cuidado de respetar el radio de curvatura mínimo exigido por las normas. Las curvas se ajustarán a lo indicado



en los planos del proyecto. En todo caso no se permitirán más de dos curvas de 90° entre cajas o accesorios o más del equivalente a 180° en curvas. Si así ocurriera deberán usarse cajas de paso y/o condulets.

Los conduits se unirán con coplas roscadas galvanizadas, con a lo menos cinco hilos pasados en la copla; estas uniones deberán sellarse con masilla especial o con pintura de zinc. En el caso de conduits embutidos en concreto no se aceptarán uniones no herméticas. En la necesidad de hacer hilos, estos deberán realizarse con tornos automáticos para hilo estándar. Los extremos de los conduits deberán repasarse con limatón, de modo de eliminar toda rebaba o elemento cortante que pueda dañar la aislación de los conductores.

La superficie interior de los conduits debe ser suave y limpia. Antes de instalarse debe revisarse para eliminar rebabas o incrustaciones interiores. No se aceptarán ductos con incrustaciones que puedan dañar la aislación de los conductores. Los conduits que lleguen a cajas sin entradas con hilo, se afianzarán a éstas mediante contratuerca por el exterior y tuerca y boquilla por el interior de las cajas, todas estas piezas galvanizadas. La terminación en bandejas o escalerillas también se hará con boquillas.

Las cañerías que no se usen y las de reserva deben quedar protegidas con tapa-gorro y enlauchadas. Los conduits a la vista se fijarán a los soportes con abrazaderas de acero galvanizado tipo estándar para montaje a riel Unistrut.

La separación máxima de los soportes de conduits será la siguiente:

Conduit Separación:

- 1" de diámetro o menos 1.5 m
- 1 1/4" de diámetro o más 2.0 m
- Grupos de Conduits 1.5 m

Todas las cajas de paso o derivación deberán ser estancas, a prueba de polvo y humedad. La soportación de las cajas debe ser independiente de los ductos que llegan a ellas. Los conduits a la vista deberán disponerse en forma ordenada, los recorridos serán verticales u horizontales y quedar estéticamente presentables.

No podrán efectuarse perforaciones a las estructuras metálicas para la soportación de la canalización sin la aprobación de Metro S.A. La fijación de soportes a estructuras metálicas se hará preferentemente mediante soldaduras o prensas adecuadas para este uso. Cuando los soportes se suelden a las estructuras se deberá tener especial cuidado de usar el amperaje adecuado para no perforar la pared de los perfiles.

Una vez soldados, se removerá la escoria y se hará limpieza con escobilla de acero y se pintará la superficie afectada con dos (2) manos de pintura antioxidante y dos (2) manos de pintura para galvanizado en frío. Las pasadas de muros en salas, canaletas o cámaras deben ser selladas. El tamaño de la pasada deberá ser suficiente para disponer de espacio para el sello.

## **2.12 Líneas Generales de Alimentadores**

Los medios de canalización de los alimentadores a los distintos equipos, serán redes de escalerillas, bandejas portaconductores y PVC Conduit.

Los conductores a utilizar serán cables monopolares, contruidos con hebras de cobre blando y aislación termoplástica XLPE con tensión de servicio 600 V y temperatura de servicio 90°C. Todos los conductores deberán ser con aislación EVA y regirse de acuerdo al código de colores indicado en las normas SEC.

Para montajes de conductores en escalerillas y bandejas, se consultan cinturones de Nylon panduit, 3M (amarra cables), adecuados para el diámetro de los conductores. Por otra parte, los alimentadores generales deberán identificarse claramente en toda su extensión, utilizando para ellos cinturones de Nylon con paleta de identificación inscritos con lápiz indeleble marca Staedtler rojo REF. 37298.

No se aceptarán en ningún caso, uniones en los alimentadores. Las marcas recomendadas para conductores serán: COVISA, NEXANS, COCESA Y TOPCABLE. Los largos indicados en cuadros de alimentadores son informativos, los proponentes deben efectuar sus propias mediciones.

Previo a la energización de cada uno de los alimentadores, se deberán realizar pruebas de aislación con Megger 1000 V, debiéndose entregar protocolos de prueba para aceptación de la I.T.O.

## **2.13 Cableado de Distribución**

### **2.13.1 Especificaciones Técnicas de los Conductores**

Los conductores que se instalen al interior de recintos técnicos, serán de formación cableada de cobre blando, para tensión nominal no inferior a 600 V, monoconductores o multiconductores según se indique en planos del proyecto, para temperatura máxima de servicio de 90 °C, apropiados para instalar en bandejas, escalerillas o ductos metálicos.

La aislación debe ser libre de halógenos, baja emisión de humos, que no produzcan gases tóxicos ni corrosivos y retardante a la llama. Tanto la aislación como la cubierta estarán compuestas de Etil-Vinil-Acetato (EVA) o equivalente. Los conductores serán fabricados bajo norma IEC 60502 o equivalente. La sección mínima de los conductores en alumbrado será de 1,5 mm<sup>2</sup> y la mínima de fuerza de 2,5 mm<sup>2</sup>.

### **2.13.2 Código De Colores**

El uso de conductores, en el tendido y conexión de los circuitos de alumbrado y fuerza deberá respetar el código de colores de los conductores de fase, neutro y tierra normalizados por METRO S.A., es decir:

- Fase 1, A o R: Rojo
- Fase 2, B o S: Azul
- Fase 3, C o T: Negro
- Neutro: Blanco
- Tierra: Verde
- Positivo CC: Rojo
- Negativo CC: Negro

Los cables monoconductores necesariamente deberán ser coloreados de acuerdo al código señalado.

### **2.13.3 Tendido de Conductores**

Los conductores se tenderán en bandejas, escalerillas y/o ductos. Para el tendido de conductores, se deberá respetar la fuerza de tracción máxima tolerable, establecida por normas y fabricantes, según la sección y tipo de cable. Los elementos que se utilicen para tirar deben garantizar que durante la tracción todos los conductores estén sometidos al mismo esfuerzo compatible con los máximos permitidos por las normas.

La utilización de pastas o lubricantes en el tendido de conductores en ductos debe garantizar que no atacará física o químicamente al conductor y al ducto.

### **2.13.4 Empalme de Conductores**

Los cables deberán ser continuos entre salidas y terminales. No se permitirá la existencia de uniones en ductos y se evitará las uniones dentro de bandejas o escalerillas. Las derivaciones deberán hacerse en las regletas de terminales de los tableros o en las cajas de derivación.

Los terminales de conductores deben ser del tipo de apriete por compresión colocados Con las tenazas o prensas adecuadas. En el caso de conexiones con pernos, estos se bloquearán con tuerca, golilla de seguridad y golilla plana. El apriete de los terminales a barras y entre barras deberá efectuarse con llave de torque con el torque normalizado para la dimensión y material del perno.

Se evitará que los conductores tengan uniones en su recorrido; si esto no fuera posible, se podrán realizar uniones mediante conectores de compresión tipo Scotch-Lok serie 10.000 o tipo MVU de 3M, o equivalentes de acuerdo a las secciones correspondientes. En las uniones y derivaciones se usarán dos tipos de cintas aisladoras, una de aislación de goma, tipo 3M N° 23 o equivalente y otra de protección vinílica, tipo 3M N° 33 o equivalente. Estas cintas deberán cubrir las uniones o derivaciones, con una primera capa de cinta N° 23 y las capas siguientes con cinta N° 33 hasta un espesor de aislación y protección equivalente a las del conductor.

Los conductores que lleguen al interior de los tableros, se conectarán a los elementos, bornes, interruptores u otros utilizando terminales aislados. Los conductores canalizados en escalerillas y bandejas, se tenderán ordenadamente conservando su posición y ordenamiento a lo largo de todo su recorrido. Estos conductores deberán amarrarse, formando paquetes separados por cada circuito, por medio de collarines plásticos tipo Panduit o equivalente. En escalerillas y bandejas verticales, los conductores deberán fijarse a éstas con las mismas amarras para evitar deslizamientos.

En el interior de los tableros y equipos los cables deberán quedar ordenados y sujetos con amarras plásticas, tipo collarines colring marca Legrand o similar. La conexión de un cable a regleta por ningún motivo será utilizada como soporte del mismo. Si se hace necesario soportar cables, se deberá colocar soportes adecuados y fijar los conductores a ellos. Otras uniones entre conductores, que surjan como necesarias, se ejecutarán con soldadura de plomo-estaño.

### **2.13.5 Identificación de Conductores**

Los conductores y cables deberán identificarse con la marca del circuito o tablero indicado en los planos. Estas marcas se colocarán en los extremos terminales y se repetirán cerca de las salidas de tableros, en cada caja de conexión y/o derivación, en escalerillas y bandejas cada 20 m y en la entrada y salida de ductos.

Para marcar los cables multiconductores se usarán placas de identificación grabadas en forma indeleble tipo Duplix de Legrand o similar, amarrada al cable; para marcar los conductores individuales se usarán anillos montados sobre el conductor o manguitos termocontraíbles.

### **2.13.6 Protección Mecánica de los Conductores**

Para los cables que sigan caminos verticales, sobre las bandejas o escalerillas se instalarán tapas de acero galvanizadas en caliente que proporcionen una protección eficaz en todo el recorrido vertical.

Cuando los conductores atraviesen muros o losas, las perforaciones (pasadas de muro o losa), deben ser protegidas mediante goma o PVC de tal forma de proteger a los conductores de las asperezas o rebabas que presenten estas pasadas. Luego de la instalación de conductores, las pasadas deben ser selladas con un material resistente a la llama en base a una espuma de silicona expandible, RTV 3-6548 de Mathiesen o similar. La hoja de dibujo N° 3, muestra las protecciones de cables que se pueden implementar en pasadas de losa o muros.

Cuando las pasadas de muros y losas se hagan a través de bandejas o escalerillas, luego de la instalación de los conductores, se deberán sellar con un material resistente a la llama en base a una espuma de silicona expandible, RTV 3-6548 de Mathiesen o similar.

Los conductores se protegerán en las entradas y salidas a bandejas o escalerillas, instalando una cubierta de PVC o de goma en las zonas o bordes que estén en contacto con los conductores que entran o salen, tales como palillos, extremos de bandejas o escalerillas y otras. La hoja de dibujo N° 2 muestra las protecciones que se pueden instalar.

### **2.13.7 Pruebas de Conductores**

Antes del conexionado definitivo de los conductores, deberán realizarse las pruebas que se indican más adelante, las que deberán ser respaldas mediante protocolos de pruebas apropiados. Sólo ante resultados satisfactorios se realizará el conexionado definitivo y la puesta bajo tensión de los conductores. Se realizarán pruebas para comprobar que los conductores y circuitos cumplen las siguientes condiciones:

Todos los conductores de cada circuito, sean de alumbrado, fuerza, control y comando, calefacción, etc., son continuos y están libres de cortocircuitos. Todos los conductores están libres de conexiones a tierra no especificadas. La resistencia de la aislación con respecto a tierra de todos los conductores, no conectados a tierra, no es inferior a mil (1.000) ohm por volt de régimen de servicio del conductor, de acuerdo a lo establecido en el artículo 9.2.2.3 de la norma Nch. Eléc. 4/2003.

## **3 Montajes**

### **3.10 Canalizaciones**

La mayoría de las canalizaciones son existentes. No obstante lo anterior, en caso de ser necesario para el adecuado tendido de los alimentadores, el Contratista deberá instalar a su costo y cargo nuevas canalizaciones, ya sean bandejas, escalerillas o cañerías de acero galvanizadas.

Conduits de acero galvanizado de pared delgada (EMT): Se montarán cuando se requieran canalizaciones a la vista en interiores.

Conduits de acero galvanizado de pared gruesa ANSI 80.1; se podrán utilizar en cualquier tipo de instalación, de preferencia en instalaciones a la vista en exteriores o en atravesos de caminos en ductos subterráneos.

Escalerillas y Bandejas porta conductores. Se utilizarán como canalización troncal, a lo largo del interior de los edificios, a partir de estas se instalarán las derivaciones hacia tableros o circuitos.

### **3.10.1 Montaje de Conduits.**

Todas las curvas deben ser fabricadas en terreno. Las curvas realizadas en terreno, se deberán ejecutar con herramientas o curvadoras aprobadas, de modo de no dañar ni disminuir el diámetro efectivo de la tubería. Se deberá tener especial cuidado de respetar el radio de curvatura mínimo exigido por las normas.

Las curvas se ajustarán a lo indicado en los planos. No se permitirán más de dos curvas de 90° sexagesimales entre cajas, o accesorios. Si así ocurriera deberán usarse cajas de paso.

Los tubos metálicos se unirán con coplas, las cuales en caso de ser atornilladas deberán sellarse con pintura anti óxido de alto contenido en zinc.

Los extremos de los conduits metálicos deberán terrajarse a lo menos con 9 hilos. Se usarán lubricantes adecuados durante esta labor para evitar saltaduras en los hilos. En el caso de utilizarse tubería tipo EMT se deberán utilizar los terminales fabricados especialmente para ese tipo de tubería.

La superficie interior de las tuberías debe ser suave y limpia. Antes del montaje deberá revisarse su interior para eliminar rebabas o incrustaciones dañinas. Las rebabas se eliminarán usando limatón o escariador. No se aceptarán ductos con incrustaciones que puedan dañar la aislación de los conductores.

Los tubos a la vista se fijarán a los soportes con abrazaderas tipo CADDY de acero galvanizado. En caso de ir más de un tubo en paralelo, se deberá utilizar separadores que garanticen el paralelismo de los mismos.

La separación máxima de los soportes será la siguiente:

1" de diámetro o menos:	1,5m
1 1/4" a 2 1/2" de diámetro:	2,0m
2 1/2" de diámetro o más:	2,5m
Grupos de conduits	2,0m

Todas las cajas de paso o derivación deberán ser de acero galvanizado tipo A-01 estancas a prueba de polvo y humedad. La soportación de las cajas debe ser independiente de los ductos que llegan a ellas.

Los ductos a la vista deberán disponerse en forma ordenada, los recorridos serán verticales u horizontales y paralelos a los ejes principales y quedar estéticamente presentables. Las llegadas a cajas o tableros deben ser verticales u horizontales según sea el caso. Todas las cajas de derivación de especialidades deben ir rotuladas.

En lugares donde se instalen varios ductos se pondrá especial cuidado en mantener el paralelismo.

Los ductos instalados en forma horizontal tendrán una leve pendiente hacia una de las cajas (aprox. 0,1%).

Cuando los soportes se suelden a las estructuras se deberá tener especial cuidado de usar el amperaje adecuado para no perforar la pared de los perfiles. Una vez soldada, se removerá la escoria y se hará limpieza con escobilla de acero y se pintará la superficie afectada con dos (2) manos de pintura antióxido de distinto color y dos (2) manos de pintura de terminación cuyo color determinará la Inspección.

Cuando se utilicen rieles (Soportes rectos) como soportes de ductos, su longitud se sobredimensionará en un 25% mínimo del largo requerido, de modo de permitir futuras ampliaciones de canalizaciones.

Las pasadas de las paredes hacia el exterior o al entrar en salas deben ser selladas. De preferencia los atraviesos se harán a través de cajas de derivación ubicadas a ambos extremos de la pared.

### **3.10.2 Escalerillas y Bandejas**

Las escalerillas y bandejas serán de acero galvanizado en caliente, al igual que sus componentes y elementos de soporte. Se exigirá ausencia total de asperezas en la superficie de apoyo de los conductores.

El espesor del acero antes de galvanizar será de 1,9 mm, los laterales de las escalerillas tendrán un espesor de 2,5 mm y los travesaños se construirán con un espesor de 1,5 mm; las dimensiones serán las que se indiquen en los planos del proyecto.

Las bandejas y escalerillas serán diseñadas con un porcentaje de reserva para instalación de cables futuros equivalente al 100 % de la cantidad de cables considerada en el diseño original. No obstante, lo anterior, las dimensiones mínimas de las bandejas o escalerillas que se instalarán serán de 200 x 50 mm.

Las piezas que se corten o modifiquen en terreno no deberán contener aristas que puedan dañar los cables, se suavizarán y se terminarán con antioxidante y pintura para galvanizado en frío.

Los soportes, se instalarán de acuerdo a las condiciones del terreno y de manera tal que las bandejas y escalerillas puedan soportar una carga vertical puntual de cien (100) kilogramos entre dos soportes, en cualquier punto, sin presentar deformación.

Las separaciones entre los soportes de las escalerillas, no deberán exceder las distancias indicadas en los planos o recomendadas por el fabricante y en ningún caso ser mayores a 1,5 m. Las escalerillas se fijarán a los rieles de soporte con mordazas u otros elementos adecuados.

Los componentes de los soportes para escalerilla y sus elementos de fijación serán tipo estándar (rieles, pernos, mordazas, abrazaderas, etc.). En tramos rectos que superen los cincuenta (50) metros de longitud, las bandejas y escalerillas deberán llevar juntas de dilatación.

En los recorridos o disposición vertical, las escalerillas deberán llevar tapas. Las bandejas deberán llevar tapas en todo su recorrido. Cuando estas canalizaciones lleven sólo cables de potencia de un

diámetro mayor a 16 mm, la suma de los diámetros de todos los cables no deberá exceder los 90 % del ancho de la bandeja o escalerilla, instalados en una sola capa.

Donde todos los cables de potencia sean de un diámetro menor que 16 mm, la suma de la sección transversal de todos los cables no deberá exceder del 20 % de la sección transversal total de la bandeja o escalerilla. Donde existan cables de potencia de diámetro mayor que 16 mm en la misma bandeja con cables de diámetro menor que 16 mm, la suma de la sección transversal de estos últimos debe ser menor del 20 % de la sección transversal disponible en la bandeja después de tender los cables de diámetro mayor que 16 mm en una sola capa y sin cables pequeños entre medio.

En las bandejas o escalerillas que soporten sólo cables de control, la suma de la sección transversal de todos los cables no debe exceder del 50 % de la sección transversal interior de la bandeja o escalerilla.

### **3.11 Cableado**

Se entiende por cableado el tendido de los conductores eléctricos por las respectivas canalizaciones y conexiones a los equipos correspondientes. El tendido se efectuará cumpliendo las siguientes condiciones:

- Tendido ordenado, sin cruces: cualquier cable podrá retirarse con facilidad
- Conservar radios de curvatura especificados por el fabricante
- Tender sistemas trifásicos completos dentro de una canalización (cables unipolares)
- Marcado de cables
- Efectuar correcta administración de los carretes y rollos de cables

Todo cableado se realizará en forma manual o con equipos y herramientas de fabricación específica para estos usos, previa autorización de la Inspección.

El alambrado de conductores se hará con sumo cuidado quedando prohibido el uso de medios mecánicos para esta labor, salvo previa autorización de la inspección.

Sólo se permitirá el uso de lubricantes autorizados no aceptándose el uso de vaselina, grasa o similares.

Para tender cualquier circuito debe estar terminado el montaje de ductos, escalerillas, trincheras, y soportes del sector.

Los cables de fuerza y control deberán marcarse cerca de los extremos terminales con el número de circuito indicado en los planos. Estas marcas se repetirán cerca de las salidas de cajas y escalerillas donde concurren varios circuitos.

Se deberá usar un tipo de marca indeleble, marca 3M, Legrand o similar.

Los cables de baja tensión y control deberán ser continuos entre salidas y terminales. No se permitirán uniones dentro de las canalizaciones, solo en cajas de derivación. Las derivaciones deberán hacerse en las regletas de terminales de los tableros o en las cajas de derivación.



Los conectores y terminales de baja tensión deben ser de apriete. Para cables de sección igual o inferior a #8AWG (o 6[mm<sup>2</sup>]) se usará terminales marca "3M", tipo scotchlock o similar.

Se usarán dos tipos de cintas:

- De aislamiento, marca 3M N° 23 o similar
- De protección, marca 3M N° 33 o similar

Estas cintas deberán cubrir las uniones con capas de cinta N° 23 y N° 33 hasta un espesor de aislamiento y protección equivalente a las del cable.

Los cables deberán almacenarse en lugares secos y todas las herramientas y materiales necesarios para su instalación deberán protegerse de la humedad. Los extremos de los cables deberán mantenerse sellados.

Los conductores canalizados en escalerillas se tenderán ordenadamente, debiendo amarrarse entre sí por medio de amarras plásticas. En escalerillas verticales, los conductores deberán fijarse a éstas con las mismas amarras para evitar los deslizamientos propios del peso. En especial, los conductores de sección bajo 4[mm<sup>2</sup>] que se dispongan en escalerillas, se instalarán liados en haces que aseguren la rigidez mecánica del conjunto.

En el interior de los tableros y equipos los cables deberán quedar ordenados y amarrados con amarras plásticas.

La conexión de un cable a regleta, por ningún motivo será utilizado como soporte del mismo. Si se hace necesario soportar cables, el Contratista deberá colocar soportes adecuados y fijar los conductores a ellos.

La sección mínima de conductores será según cuadros de carga y planos.

En el caso de dejarse chicotes para futuras conexiones, éstos tendrán una longitud de 20[cm] libres.

No se permitirán cambios de secciones en los conductores de un mismo circuito, debiendo respetarse aquéllas hasta el último artefacto o centro alambrado.

Cada conductor de llegada a tablero deberá ir marcado adecuadamente, con marca clara, legible e indeleble.

## **4 Pruebas y Puesta en Marcha**

El contratista deberá, a su costo, realizar las pruebas que aseguren que la instalación está apta para ser energizada.

El contratista deberá preparar y presentar los protocolos de pruebas para aprobación de ITO. Una vez aprobados los protocolos, será el responsable de la ejecución de las pruebas.



Cualquier falla o rechazo de las pruebas debido a una falla en el equipo o a una mala instalación deberá ser corregida dentro del plazo que otorgue la comisión ITO. Estas correcciones serán totalmente a costo del Contratista.

## **5 Documentación “As Built”**

Luego de realizadas las pruebas a conformidad de la ITO, el Contratista tendrá que entregar en un plazo no mayor a 15 días corridos la documentación “As Built” de la instalación eléctrica. La documentación As Built que debe desarrollar y entregar corresponde a:

- Dos copias en papel y dos digitales en CD magnético de planos As Built, en formato AutoCAD y PDF. Corresponden a los planos del proyecto, que contienen las modificaciones que fueron incorporadas durante la ejecución de las obras.
- Catálogos y manuales de operación de equipos.

## **6 Formularios Técnicos**

El Proveedor deberá entregar, junto con su oferta para el equipamiento específico, toda la información que considere necesaria, información de datos técnicos garantizados, Discrepancias con la especificación y lista de repuestos recomendados para la puesta en marcha y para diez (10) años de operación.

En la evaluación técnica-económica de la oferta, se le dará especial importancia a la amplitud de la información suministrada en la cotización, especialmente a la información proporcionada en las Hojas de Datos Técnica Garantizada

## **Anexo I**

### **Hoja de datos**

<b>Hoja de Datos</b> <b>Tableros de Baja Tensión</b> <b>Información Técnica Garantizada</b>				
Ítem	Descripción	Unidad	Especificado	Ofrecido
<b>Antecedentes Generales</b>	Cantidades:			
	Tablero TCC auxiliar	c/u	1x31	
	Fabricante		Por proveedor	
	País		Por proveedor	
	Contacto		Por proveedor	
	Tipo		Por proveedor	
	Modelo		Por proveedor	
	Experiencia requerida con el equipo	años	5	
	Normas utilizadas en la fabricación:		Por proveedor	
	Plazo de entrega	semanas	Por proveedor	
<b>Características Eléctricas de Servicio</b>	Voltaje Nominal AC	Vac	380/220	
	Voltaje Nominal CC	Vcc	Por proveedor	
	Clase de aislación	kV	0,6	
	Frecuencia Nominal del Sistema	Hz	50	
	Número de Fases	-	3	
	Nivel de Cortocircuito	kA	10 - 15	
	Neutro	-	Si	
	Diseño			
<b>Características Técnicas</b>				
Ítem	Descripción	Unidad	Especificado	Ofrecido
1.1	Grado de Protección	IP	IP54	
1.2	Nivel básico de aislación	kV	Por proveedor	
1.3	Estructura	-	Por proveedor	
1.4	Entrada de cables	-	Por proveedor	
1.5	Pintura de terminación	-		
1.6	Montaje de interruptores	-	Por proveedor	
1.7	Montaje de Borneras y regletas	-	Riel	
1.8	Barras principales			
1.8.1	Material	-	Cobre	
1.8.2	Soporte aisladores de barra	-	Por proveedor	
1.8.3	Corriente Nominal Barra	A	Según unilineal plano	
1.8.4	Sección Barras de fase	mm	Por proveedor	
1.8.5	Sección barras de neutro	mm	50 % barra de fase	
1.8.7	Aislamiento Eléctrico	kV	Por proveedor	
1.9	Barras Auxiliares		Por proveedor	
1.9.1	Material	-	Por proveedor	
1.9.2	Soporte aisladores de barra	-	Por proveedor	
1.9.3	Sección Barras	mm	Por proveedor	
1.9.4	Aislamiento Eléctrico	kV	Por proveedor	
1.10	Dimensiones Externas			

1.10.1	Largo	mm	Por proveedor	
1.10.2	Ancho	mm	Por proveedor	
1.10.3	Alto	mm	Por proveedor	
1.10.4	Peso	kg	Por proveedor	
1.11	Puertas			
1.11.1	Delantera exterior	-	Por proveedor	
1.11.2	Delantera interior	-	Por proveedor	
1.11.3	Trasera	-	Por proveedor	
1.14	Componentes del Tablero			
1.14.2	Interruptores termomagnéticos	-	Según unilineal	
1.14.2.1	Marca/Modelo	-	Por proveedor	
1.14.2.2	Tipo		MCB	
1.14.2.3	Dos polos (2) AC	-	Requerido	
1.14.2.4	Tensión Nominal	Vac	220	
1.14.2.5	Corriente Nominal	A	Según unilineal	
1.14.2.5	Capacidad de Cortocircuito	kArms	10	
1.14.3	Protección Diferencial		Indicar	
1.14.3.1	Marca/Modelo	-	Por proveedor	
Listas de documentos a entregar				
2.1	Listado de Pruebas Tipo y Rutina		Por proveedor	
2.4	Planos y Catálogos		Por proveedor	
2.6	Plazo entrega Equipo	Semana	Por proveedor	
2.7	Período de pruebas en fábrica	Semana	Por proveedor	
Información Técnica Adicional				
	Catálogos, Folletos, Planos, Etc.	-		
<p>_____ Nombre y Firma del Proponente</p> <p>Fecha: _____</p>				