

SECCIÓN 33 71 02 - DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA SUBTERRÁNEA.

PARTE 1 - GENERALIDADES

1.1 PUBLICACIONES APLICABLES. Las publicaciones siguientes, cuyas ediciones aparecen a continuación, y a las cuales se hará referencia de aquí en adelante únicamente por designación básica, forman parte de estas especificaciones en la medida indicada por las referencias que de ellas se hacen:

1.1.1 Publicaciones de la American National Standards Institute (ANSI):

C2-07	National Electrical Safety Code
C80.1-05	Rigid Steel Conduit-Zinc Coated (GRC)
C84.1-06	Electric Power Systems and Equipment-Voltage Ratings (60 Hertz)

1.1.2 Normas de la American Society for Testing and Materials (ASTM) International:

A 123/A 123M-09	Zinc (Hot-Dip Galvanized) Coatings on Iron and Steel Products
A 153/A 153M-09	Zinc Coating (Hot-Dip) on Iron and Steel Hardware
A 307-07(B)	Carbon Steel Bolts and Studs, 60,000 psi Tensile Strength
B 3-01(07)	Soft or Annealed Copper wire
B 8-04	Concentric- Lay- Stranded Copper Conductors, Hard, Medium-Hard, or Soft
B 496-04	Compact Round Concentric-Lay-Stranded Copper Conductors

1.1.3 Norma de la Association of Edison Illuminating Companies (AEIC):

CS8-07	Specification for Extruded Dielectric Shielded Power Cables Rated 5 through 46 kV
--------	---

1.1.4 Federal Specifications:

FF-W-84A(4)	Washers, Lock (Spring)
J-C-30B(1)	Cable and Wire, Electrical (Power, Fixed Installation)
W-S-610E	Splice Connectors
HH-I-595C	Insulation Tape, Electrical, Pressure-Sensitive Adhesive, Plastic
QQ-W-343F(1)	Wire, Electrical, Copper (Uninsulated)

1.1.5 Normas del Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE):

48-09	Standard Test Procedures and Requirements for High-Voltage Alternating-Current Cable Terminations 2.5 kV through 765 kV.
80-07	Guide for Safety in AC Substation Grounding
81-83	Guide for Measuring Earth Resistivity, Ground Impedance, and Earth Surface Potentials of a Ground System
100-01	The Authoritative Dictionary of IEEE Standard Terms Seventh Edition Institute of Electrical and Electronics Engineers
142-07	Recommended Practice for Grounding of Industrial and Commercial Power Systems (IEEE Green Book) Correction Sheet - May 1993
386-06	Separable insulated Connector Systems for Power Distribution Systems
400.1-07	Guide for Field Testing and Evaluation of the Insulation of Shielded Power Cable Systems
404-06	IEEE Standard for Extruded and Laminated Dielectric Shielded Cable Joints Rated 2500 to 500000 V

1.1.6 Publicaciones del National Electrical Manufacturers Association (NEMA):

FB 1-07	Fittings, Cast Metal Boxes, and Conduit Bodies for Conduit and Cable Assemblies
TC-3-04	PVC Fittings for use with Rigid PVC Conduit and Tubing
TC 6&8-03	PBC Plastic Utilities Duct for Underground Installations
WC 74-06	5-46 kV Shielded Power Cable for use in the Transmission and Distribution of Electric Energy

1.1.7 Publicación de la National Fire Protection Association (NFPA):

70-11	National Electrical Code
-------	--------------------------

1.1.8 Normas del Underwriters Laboratories, Inc. (UL):

6-07	Electrical Rigid Metal Conduit - Steel
467-07	Grounding and Bonding Equipment
651-05	Schedule 40 and 80 Rigid PVC Conduit and Fittings

1072-06

Medium-Voltage Power Cables

1.2 REQUISITOS GENERALES

1.2.1 **Conformidad a los códigos y estándares.** Las instalaciones eléctricas se ajustarán a las reglas aplicables al National Electrical Code, NFPA 70, y del National Electrical Safety Code, ANSI C2. Los valores nominales de voltaje se ajustarán al ANSI C84.1, a menos que se indique lo contrario. La terminología será de acuerdo con la norma IEEE 100.

1.2.2 **Capacidades de equipo.** Las capacidades de los equipos y los materiales no serán inferiores a las que se indican en los planos o en estas especificaciones.

1.2.3 **Placas del fabricante.** Los equipos eléctricos tendrán una placa que identifique el nombre de fabricante, dirección, número de catálogo, modelo, estilo o tipo, identificados en forma visible y adherida al equipo firmemente.

1.2.4 **Material o equipo defectuosos.** Se reemplazará o reparará todo equipo que resulte defectuoso o dañado durante su instalación o prueba de tal forma que puedan cumplir con los requisitos especificados de forma que sean aprobados.

1.2.5 **Prevención de corrosión.** Los materiales metálicos se protegerán contra la corrosión. El aluminio no se usará en contacto con la tierra y donde esté conectado a un material que no sea similar, se protegerá mediante accesorios y tratamientos aprobados. Los metales ferrosos que no sean de acero resistente a la corrosión serán galvanizados por inmersión en caliente. Los equipos misceláneos de acero serán galvanizados por inmersión en caliente a menos que se especifique lo contrario. La galvanización se ajustará al ASTM A153 y A123, según aplica.

1.2.6 **Condiciones de servicio.** Los equipos suministrados bajo esta sección de las especificaciones serán apropiados para las siguientes condiciones de servicio.

1.2.6.1 Altitud: Nivel del mar.

1.2.6.2 Temperatura ambiente: 30°C.

1.2.6.3 Frecuencia: 60Hz.

1.2.6.4 Humedad: 90%-100%.

1.2.6.5 Ambiente corrosivo: Área selvática cerca de la costa.

1.2.7 **Mano de obra.** Será de primera calidad. Los equipos y materiales se mantendrán libres de mezcla de concreto, sucio y basura durante el transcurso de la construcción. No se permitirán tuberías o vigaductos tapadas con mezcla de concreto o lodo y no se utilizarán hasta que las mismas estén 100% libres de obstrucciones y limpias. Los sistemas vendrán completos con todos los accesorios necesarios para una operación correcta.

1.2.8 **Certificación.** Los materiales eléctricos serán nuevos y encontrarse dentro de la lista de Underwriters Laboratories, Inc., cada vez que dicha agencia haya establecido las normas. En los casos en

que no se cuente con la lista de Underwriters Laboratories, Inc., se tomarán en consideración los informes de pruebas certificadas por un laboratorio de pruebas debidamente equipado, reconocido e independiente, con la capacidad para realizar dichas pruebas, en las cuales se indique la adecuación a los requisitos de las normas aplicables de Underwriters Laboratories, Inc.

1.2.9 Productos Estándar. Todos los materiales y equipo presentado para aprobación serán productos estándar de catálogo de empresas usualmente relacionadas a la producción comercial de estos productos. Asimismo, tendrán un diseño estándar que se ajuste a las especificaciones.

1.2.10 Excavación. Coordinación y permiso de excavación son requeridos a lo largo de toda la ruta para evitar daños a instalaciones vitales o condiciones peligrosas para el personal. La construcción de vigaductos subterráneos, también requerirá permisos de excavación. Para obtener los permisos de excavación, el Contratista enviará por escrito, con por lo menos 2 semanas de antelación, una notificación al Oficial de Contrataciones indicándole el área y la fecha en que iniciarán la excavación.

1.2.11 Líneas de servicio y utilidades. Las líneas de servicio y de utilidad existentes serán siempre protegidas de cualquier daño y si se dañasen, serán reparadas por el Contratista sin costo para la ACP.

1.2.12 Coordinación

1.2.12.1 Coordinar con la ACP

- (a) Los trabajos a realizarse dentro de la Caseta de Transformadores Y Cámaras de Paso.
- (b) Los trabajos de empalmes y terminaciones de cables que sean realizados por la ACP.

1.2.12.2 Para evitar interferencia. Los equipos, cables, cajas y las tuberías estarán ubicados de tal forma que se evite la interferencia con aditamentos mecánicos y estructurales sin desviarse de lo señalado en los planos del contrato.

1.3 DOCUMENTOS PARA APROBACIÓN

1.3.1 Datos Descriptivos. Se someterá información completa de los siguientes materiales y equipos de acuerdo a las Condiciones Generales. Catálogos, folletos, especificaciones o cualquier tipo de literatura impresa detallada para poder verificar que cumplan con los requisitos del contrato.

1.3.1.1 Cables de potencia (hoja descriptiva adjunta será llenada y sometida para aprobación), para cada tamaño especificado.

1.3.1.2 Empalmes para cables de potencia.

1.3.1.3 Terminaciones de cables de potencia.

1.3.1.4 Lubricante para halar los cables.

1.3.1.5 Tubería, conectores, acoples y accesorios.

1.3.1.6 Tapas de cámaras.

1.3.1.7 Portacables (cable racks), ganchos y aisladores.

1.3.1.8 Varilla de tierra.

1.3.1.9 Conductor de tierra, conectores y accesorios.

1.3.1.10 Etiquetas para marcar cables.

NOTA: Al presentar los materiales para aprobación, el Contratista los identificará claramente usando como referencia los números de los equipos especificados en los planos o hará referencia a la sección que corresponda de estas especificaciones.

1.3.2 **Certificación del fabricante.** Los fabricantes prepararán certificados cuando los datos públicos del fabricante o los planos no indiquen que reúnen los otros requisitos de estas especificaciones.

1.3.3 **Procedimientos y plan de instalación de cables.** Los cables serán instalados siguiendo estrictamente las indicaciones del Fabricante. Cada cable será identificado a través del uso de una etiqueta de plástico laminado o de un metal no-ferroso en cada bóveda, cámara, terminal o tablero. El Contratista someterá un plan de instalación de los cables para cada tramo. La ACP solo permitirá el uso de empalmes si el mismo ha sido aprobado con anterioridad. Se entregará para su aprobación un procedimiento de instalación de cable por escrito, describiendo el equipo y las técnicas propuestas para instalar los cables subterráneos, así como también la longitud máxima de los tramos de cable para instalar y la tensión de tracción recomendadas por el fabricante. Todo el equipo que se proponga usar será inspeccionado y aprobado. El plan de instalación incluirá lo siguiente:

1.3.3.1 Un dibujo con la vista de planta del área con los tiros de conductor numerados de acuerdo al orden en que se planifica halar los mismos.

1.3.3.2 Instrucciones del fabricante del lubricante para halar los cables.

1.3.3.3 Procedimiento para sellar las puntas de los cables para evitar la entrada de humedad.

1.3.3.4 Tensión de halada máxima para cada tipo y tamaño de conductor.

1.3.3.5 Tensión máxima de halado de los accesorios para el trabajo.

1.3.3.6 Longitud máxima de halado para cada tipo y tamaño de conductor de acuerdo al fabricante.

1.3.4 **Supervisión de tensión de cable.** Se utilizará un dispositivo que permita verificar la tensión del cable durante la instalación. El dispositivo tendrá un indicador que muestre la tensión aplicada y un embrague u otro mecanismo que evite que se aplique una presión mayor a la ajustada.

1.3.5 **Calificaciones del instalador de cables.** El Contratista tendrá por lo menos una persona en el sitio en una posición de supervisión con un nivel documentado de competencia y experiencia para supervisar todas las operaciones de instalación de cables. Se entregará el currículum de los instaladores de cable que muestre la experiencia de los últimos tres años, incluyendo una lista de referencias completa con contactos, direcciones y números de teléfono.

1.3.6 **Reportes de instalación de cable.** Tres copias de la información que se describe abajo serán entregada por el Contratista en cartapacios de por lo menos tres aros para hojas de 8 ½ X 11" con divisores plásticos para cada sección.

1.3.6.1 El tipo de cable y su fabricante.

1.3.6.2 Las fechas de instalación y hora.

1.3.6.3 Las longitudes de cada tiro de cable.

1.3.6.4 Cálculo de tensión en cada tiro de cable.

1.3.6.5 Tensión sometida en los cables durante la instalación.

1.3.7 **Reportes de prueba.** Se entregará los reportes de prueba listados en el párrafo de especificación 3(h) y 3(i). Los reportes incluirán tanto las pruebas de rutina, como las pruebas realizadas al equipo. Tres copias de la información descrita a continuación en cartapacios de 8 ½" por 11" que tengan un mínimo de tres aros con una sección separada para cada prueba. Divisores de plástico fuertes con etiquetas separarán las secciones.

1.3.7.1 Una lista de todo el equipo usado en las pruebas, con certificación de calibración de cada equipo.

1.3.7.2 Una copia de las medidas tomadas.

1.3.7.3 Las fechas de las pruebas.

1.3.7.4 El equipo y los valores que se vayan a verificar.

1.3.7.5 La condición especificada para la prueba.

1.3.7.6 Los resultados de la prueba, firmados y fechados.

1.3.7.7 Una descripción de todos los ajustes hechos.

1.3.8 **Reportes certificados de pruebas de fábrica.** Los reportes certificados de las pruebas de fábrica se entregarán cuando el fabricante efectúe las pruebas rutinarias de fábrica requeridas por los estándares listados en el párrafo **PUBLICACIONES APLICABLES** y el párrafo 5(a)(2). Los materiales pasarán las pruebas de control de calidad del fabricante con éxito. Los instrumentos y métodos de prueba de fábrica reunirán los requisitos aplicables del ANSI, EIA, IEEE, NEMA, AEIC, y los estándares UL. Los resultados de las pruebas de fábrica ejecutadas serán certificados por el fabricante o un laboratorio de prueba aprobado y entregados siete días después que se completen las pruebas especificadas en las publicaciones aplicables o en estas especificaciones exitosamente. Se incluirán los criterios del fabricante de para la aceptación o rechazo de los equipos sometidos a las pruebas.

1.3.9 **Reportes certificados de pruebas de campo.** El plan de pruebas de campo propuesto será entregado 30 días antes de probar el sistema instalado. Las pruebas de campo incluirán aquellas pruebas aplicables especificadas en el párrafo 8. No se ejecutará ninguna prueba de campo hasta que el plan de pruebas sea aprobado. El plan de pruebas consistirá de los procedimientos completos de pruebas de campo,

que incluirá las pruebas que se va a ejecutar, el equipo de prueba requerido y los límites de tolerancia. El Contratista certificará todas las pruebas de campo requeridas.

1.3.10 Manuales de instrucciones. Se entregarán estos manuales en cumplimiento con las Cláusulas del Contrato. Cada uno de los manuales de instrucciones será en original (no se aceptarán fotocopias), con una calidad apropiada para sacar fotocopias y estarán debidamente identificados con el título "Copia de Archivo". Entregará los manuales de instrucciones de lo siguiente.

1.3.10.1 Los empalmes del cable de potencia.

1.3.10.2 Terminaciones del cable de potencia.

1.3.11 Dibujos “como construido”. Los dibujos finales o actualizados reflejarán las instalaciones como están construidas. Los dibujos actualizados de construcción incluirán los bosquejos de diseño de contrato, así como también las desviaciones, modificaciones y cambios en los dibujos de contrato, independientemente de cuan mínimos sean. Los dibujos como contruidos serán un juego de tamaño completo de impresiones marcadas para reflejar desviaciones, modificaciones y cambios. Los dibujos como contruidos estarán completos y mostrar la localización, tamaño, dimensiones, identificación de parte y otra información. Se pueden añadir hojas adicionales. Los dibujos "como construido" serán inspeccionados conjuntamente para su exactitud y garantizar que estén completos por el representante de control de calidad del Contratista y el “Oficial de Contrataciones” antes que se complete el trabajo. El Contratista proveerá 3 juegos a tamaño completo de impresiones, para su aprobación. Si luego de revisados, se encuentra que los dibujos como construido contienen errores y/o omisiones, se devolverán al Contratista para su corrección. El Contratista corregirá y devolverá los dibujos como contruidos al “Oficial de Contrataciones” para ser aprobados en 10 días contando desde el día que los dibujos son devueltos por el Contratista.

1.4 ENTREGA, ALMACENAJE Y MANEJO. El Contratista revisará visualmente los carretes de cable, aparatos y equipo cuando sean recibidos y antes de ser aceptados del transportista. Los artículos almacenados serán protegidos del ambiente de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Se reemplazará los artículos dañados. Se manejará el equipo con precaución para evitar daños al mismo. Cualquier equipo dañado debido a un manejo inadecuado será reparado o reemplazado a opción del “Oficial de Contrataciones” y sin ningún costo adicional para la ACP.

PARTE 2 - PRODUCTOS

2.1 MATERIALES

2.1.1 Cable de media tensión

2.1.1.1 Requisitos. Cable monoconductor de cobre suave, aislamiento de polietileno reticulado TR-XLPE, tensión de operación de 5kV, nivel de aislamiento de 133%, temperatura de operación continua de 90°C, blindaje de cinta de cobre y la cubierta exterior de policloruro de vinilo PVC resistente a los rayos ultravioletas. El cable será de uso general para sitios húmedos o secos e instalación en tuberías, conductos, directamente enterrado, sumergidos o instalaciones aéreas. Cada fase estará identificada por un color distinto en su cubierta exterior: Fase A - Color Azul, Fase B – Color Negro y Fase C –“Rojo”.

(a) **Conductor.** El conductor será de cobre suave, trenzado Clase B de acuerdo al ASTM B3, en cableado concéntrico comprimido de acuerdo al ASTM B8 o compactado de acuerdo al ASTM B496 con longitudes tal y como se requieren en planos y con los tamaños descritos a continuación.

- (1) #2 AWG.
- (2) # 2/0 AWG.
- (3) # 250 kCM.
- (4) # 350 kCM.

(b) **Pantalla semiconductor del conductor.** El conductor tendrá una capa semiconductor extruida cubriendo el conductor y formando un cuerpo único con el aislamiento del cable. La pantalla semiconductor cumplirá con los requisitos de las normas NEMA WC-74. El espesor del semiconductor será de acuerdo con el AEIC CS-8.

(c) **Aislamiento.** Los cables serán de polietileno reticulado XLPE-TR, retardante a la arborización (bree-retardant), tensión de operación de 5kV, nivel de aislamiento de 133%, que reúna los requisitos del NEMA WC-74. El espesor de aislamiento estará de acuerdo con la norma AEIC CS-8.

(d). **Pantalla semiconductor del aislamiento.** Una capa semiconductor que reúna los requisitos del NEMA WC-74 se extruirá sobre el aislamiento para que sirva como una pantalla o escudo electrostático. El material semiconductor de la pantalla será compatible con el aislamiento y legiblemente identificado como material conductor. La capa semiconductor será capaz de separarse del aislamiento con una fuerza de 27N a 107N (6 a 24 libras) de acuerdo con el AEIC CS-8.

(e) **Pantalla electrostática.** El blindaje metálico estará aplicado directamente sobre la pantalla semiconductor del aislamiento. El blindaje consistirá en una cinta de cobre helicoidalmente aplicada con 127 micrones (5 mil) de espesor y con un mínimo de 12.5% de solapa o traslape. Esta cinta reunirá los requisitos del NEMA WC-74.

(f) **Cubierta exterior.** El cable será provisto de una envoltura de PVC negro. La envoltura estará ajustada, pero permitirá la separación libre del escudo de aislamiento. La envoltura será adecuada para su instalación en lugares secos y húmedos, excediendo los requisitos físicos del NEMA WC-74, y será resistente a la luz del sol de acuerdo con el UL Standard 1072. El espesor mínimo de la envoltura en cualquier punto será de no menos del 90% de aquel especificado en la Sección 4 del NEMA WC-74. La envoltura será resistente a la humedad y aceite y retardante al fuego.

(g) **Identificación.** Todos los cables serán identificados por medio de impresión de tinta en la superficie de la cubierta exterior indicando. El fabricante, el tamaño del conductor (AWG o kCM), el tipo de aislamiento (TR-XLPE), el nivel de aislamiento y de voltaje (5kV, 133%) y las designaciones UL.

2.1.1.2 Garantía de calidad

(a) **Pruebas de inspección de fábrica.** Cada cable será probado en fábrica de acuerdo a lo siguiente.

- (1) **Prueba de descarga parcial.** Se ejecutará de acuerdo con el AEIC CS-8.
- (2) **Prueba de Hi-Pot AC.** Se ejecutará de acuerdo con el AEIC CS-8.
- (3) **Prueba de Hi-Pot DC.** Se ejecutará de acuerdo con el AEIC CS-8.

(b) **Reportes de las pruebas de inspección de fábrica.** El fabricante confeccionará reportes certificados de las pruebas realizadas, incluyendo las coordenadas X - Y donde en una columna está la descarga en pC (pico columbios) y en otro el voltaje en kV. Se confeccionará un reporte por cada cable provisto bajo estas especificaciones.

(c) **Entrega de reportes de prueba de inspección de fábrica.** El Contratista proveerá copias certificadas de los resultados de la prueba hecha en el cable en la fábrica y las características eléctricas y físicas del cable para su aprobación antes que el cable sea enviado de la fábrica. No se aceptará una entrega parcial de los reportes de la prueba de inspección.

2.1.1.3 Embarque

(a) Se suministrará en carretes de acero que no excedan los 3,400 kilogramos (7,500 libras) cada uno, 1,300 mm (52 pulgadas) de ancho total y 2,400 mm (94 pulgadas) de altura total.

(b) Se sellarán todos los cabos o finales de cable para prevenir la entrada de agua y humedad durante el tránsito o almacenaje ya sea dentro de una edificación o a la intemperie.

(c) Se proveerá embalaje tipo exportación para los embarques que provengan del exterior.

(d) Los carretes de cable contarán con etiquetas adjuntas a cada carrete y contendrá la siguiente información:

- (1) Nombre del fabricante y número de lote.
- (2) Descripción del proyecto.
- (3) Longitud de cable.
- (4) Pesos brutos, de tara y netos.
- (5) Fecha de fabricación.

2.1.1.4 **Garantía.** El Contratista dará a la ACP la garantía estándar del fabricante para los materiales ofrecidos.

2.1.1.5 **Amarres de cable.** Los amarres de cable serán fuertes, con auto cierre, resistente al clima para uso exterior, de la longitud requerida para un bulto de tres conductores, con una fuerza de tracción mínima de 535 N (120 libras).

2.1.2 **Empalmes de cables.** Será un producto estándar del fabricante y adecuado para la aplicación que se le pretende dar. Los empalmes, en caso que se requieran se harán en las cámaras y galerías, no se permitirán empalmes en tuberías, conductos o canastas. Todos los empalmes usados en cámaras serán certificados por el fabricante para aplicaciones sumergibles a prueba de agua.

2.1.2.1 **Empalme en línea de 5 kV.** Será del tipo de caucho contraíble en frío para ser utilizado con cable de 5 kV con pantalla electrostática formado por cinta. Los empalmes serán del catálogo 3M serie 5550 o igual para los tamaños de cable requeridos. Los conectores de compresión no provistos en el kit serán provistos por el Contratista. Los empalmes de cable reunirán los requisitos del IEEE 404.

2.1.2.2 **Empalmes tipo modular.** Kit de empalme modular de tres vías, separable, 600 amperios, para ser utilizado con cable de 5 kV con pantalla electrostática formado por cinta. Los empalmes serán del catalogo 3M Modelo 5815-S y 5815-T. Los conectores de compresión no provistos en el kit serán provistos por el Contratista.

2.1.3 **Terminaciones de cables.** Las terminaciones de cables serán el producto estándar del fabricante, que contengan todos los conos de alivio, cintas, terminal de compresión y las partes requeridas. Todas las terminaciones serán adecuadas para la aplicación que se le intente dar. Donde se requiera, las terminaciones vendrán incorporadas con soportes de montura, terminales y provisiones para aterrizar el blindaje metálico. Las terminaciones de cable reunirán los requisitos del IEEE 48 para terminaciones de Clase 1. Ver el párrafo 7 de la Especificación para el inventario adicional requerido. Se proveerán kits de terminaciones interiores para cables de un solo conductor de cobre de 5 kV, con un 133% de nivel de aislamiento, con blindaje metálico de cinta. Será del Catálogo 3M Serie “QT-III” o igual, para los tamaños de cable requeridos.

2.1.4 **Ferretería de montaje y sellador.** La ferretería de montaje, incluyendo las arandelas planas y las arandelas de presión se proveerá para todos los equipos y serán tal y como las recomienda el fabricante, si aplica. En general, la ferretería de acero galvanizado en caliente se proveerá para equipos montados sobre estructuras galvanizadas, ferretería de aleación de aluminio se proveerá para terminales y conectores de aluminio, y ferretería de aleación de bronce se proveerá para terminales y conectores de bronce. Se proveerá sellador de contacto para conectores y terminales de aluminio. El diámetro de los agujeros en las arandelas será del tamaño correcto estándar para los pernos sobre los cuales se van a usar las arandelas.

2.1.5 **Lubricante para instalación de cables.** Será a base de agua que no manche, con lubricidad residual, que no se endurezca o se formen conchas mientras esté almacenado y adecuado para todas las clases de cables y tuberías.

2.1.6 **Tuberías**

2.1.6.1 **Tuberías no metálicas.** Las tuberías embutidas en concreto serán de PVC tipo "EB" rígidos, fabricadas de acuerdo al estándar Nema TC 6. Los accesorios de tuberías reunirán los requisitos del NEMA

TC 8, excepto, que donde no se apliquen estos estándares, los accesorios serán tal y como los recomienda el fabricante de la tubería.

2.1.6.2 Tuberías de acero rígido y accesorios. Las tuberías expuestas serán de acero galvanizado rígido y con una capa de zinc que se ajuste al ANSI C80.1 y el UL 6. Los accesorios de tuberías de metal se ajustarán al NEMA FB 1.

2.1.6.3 Compuesto para sellar tuberías. Todas las tuberías vacías y usadas se sellarán con un compuesto para sellar tuberías, tendrá una consistencia de masilla que se pueda moldear con las manos y no se endurecerá cuando se exponga al aire. El compuesto se aplicará fácilmente y adherirse a superficies limpias de tuberías de plásticos, a cualquier cubierta de cable o material de aislamiento. El compuesto formará un sello sin disolverse, sin cambiar sus características notablemente o desprender cualquiera de sus ingredientes.

2.1.6.4 Tapones y accesorios. Los accesorios de tuberías serán tal y como los recomienda el fabricante de la tubería. Los acoplamientos y tapones proveerán una junta a prueba de agua y serán del mismo material de la tubería.

2.1.7 Soportes de cables, ganchos y aisladores

2.1.7.1 Soporte de Cables. Los "racks" de cables serán galvanizados en caliente, de 380 mm (15 pulgadas) de largo, con ranuras T para adjuntar ganchos para instalar dos unidades por "rack", se instalarán para soporte de cables en cámaras, Joslyn Stock No. J5124, fabricados por Joslyn Corp. / Hi-Voltage Corp., 4000 E 116th. , Cleveland, OH 44105, Teléfono (216) 271-6600, FAX (216) 341-3615, o igual.

2.1.7.2 Ganchos y aisladores. Se proveerán ganchos tipo T, de 190-mm (7 1/2 pulgadas) de extensión, Joslyn Stock No. J5132A, o igual, con aisladores, Joslyn Stock No. J5122, o igual, para "racks" de cables. Los ganchos serán usados como soportes de los cables especificados e instalados en las cámaras, como se indique.

2.1.8 Aterrizaje y ligazón (Bonding)

2.1.8.1 Conductores de tierra. Serán alambres desnudos de cobre suave de acuerdo con el ASTM B8 y ajustándose a los requisitos de la Federal Specification QQ-W-343, y con un tamaño de conductor que se ajuste al NFPA 70, a menos que se indique lo contrario en los dibujos.

2.1.8.2 Conectores a tierra. Los conectores a tierra para tuberías metálicas estarán listados en el UL para usarse con conductores a tierra de cobre y serán del tipo "bushings" con tornillo de sujeción (set screw) en la rosca. Un ejemplo de un conector a tierra aceptable es del tipo CG, fabricado por la General Signals Corp./O-Z/Gedney Co., Main St., Terryville, CT 06786, TWX (710)454-2844, TLX 962-447, FAX 203/584-9560, o similar.

2.1.8.3 Varillas de tierra. Serán de un diámetro de 20 mm (3/4 de pulgada) por 3,000 mm (10 pies) de largo, de acero "Copperclad", o similar, que reúna los requisitos generales del UL 467.

2.1.8.4 Ligazones (Bonding Jumpers). Los conductores serán de alambres desnudos de cobre o conectores de cobre flexibles. Las ligazones serán ejecutadas en los cubículos de aparejos de conexión.

Los tamaños de las ligazones, a menos que se indique en otra cosa en los planos, reunirán los requisitos del NFPA 70.

2.1.9 Conexiones térmicamente soldadas. Todas las conexiones a tierra para conectar cable con cable, o cable con varilla de tierra, o cable con acero serán conexiones térmicamente soldadas y resistentes a la corrosión, a través del molde de metal y soldadura apropiados y serán Caldwell o igual, a menos que los planos indiquen lo contrario.

2.1.10 Cubierta para soldadura térmica y masilla. Proveerá protección positiva contra la humedad. Consistirá de un sellador de masilla autocebada y un casquillo plástico de un tamaño que cubra completamente la soldadura por fusión. El casquillo y la masilla serán tal y como los fabrica la Harco Corp., o igual.

PARTE 3 - EJECUCIÓN

3.1 INSTALACIÓN

3.1.1 Cables. El Contratista obtendrá del fabricante un manual de instalación o un conjunto de instrucciones que trate aspectos tales como construcción del cable, tipo de aislamiento, diámetro del cable, radio de curvatura, temperatura del cable, lubricantes, coeficiente de fricción, limpieza de la tubería, requisitos de almacenaje, sellado a prueba de humedad, pruebas y métodos para deshacerse de humedad y otros. Se dejarán nueve metros (30 pies) de cable adicional para todas las fases en los puntos donde se realicen terminaciones y empalmes. La parte que no se use de los cables será entregada en su riel a la Oficina de Campo de la División Eléctrica en Balboa, o como lo indique el "Oficial de Contrataciones". Los cables se sellarán en los extremos para prevenir la entrada de agua y humedad.

3.1.1.1 Inspección de cables. Los carretes de cables se inspeccionarán para garantizar las condiciones adecuadas de almacenaje, revisar señales de daños físicos o sellos rotos. Si un sello está roto, se removerá la humedad del cable de acuerdo con las recomendaciones del fabricante del cable.

3.1.1.2 Limpieza de tuberías. Antes de halar cables y sellar cualquier tubería, se limpiarán las tuberías mediante un método aprobado hasta que menos de un volumen de 130 centímetros cúbicos (8 pulgadas cúbicas) de escombros se remuevan de la tubería.

3.1.1.3 Lubricación de tuberías. Cuando se halen cables, se utilizará un compuesto adecuado para halar listado en el UL, a base de agua y comercialmente disponible. El lubricante del cable será compatible con la cubierta del cable que se está instalando. Se hará la aplicación del lubricante de acuerdo con las recomendaciones del fabricante del lubricante.

3.1.1.4 Instalación de cables. Los cables se instalarán en tuberías como se indique en los planos y usando un procedimiento de instalación aprobado. La longitud máxima del cable y la tensión de halado del cable no excederán las recomendadas por el fabricante del cable. El cable será instalado sin empalmes, excepto cuando lo pida el Contratista y lo apruebe el "Oficial de Contrataciones". El radio de curvatura final y el radio de curvatura de instalación del cable cuando se esté halando excederán doce veces el diámetro total del cable. El Contratista proveerá un camión o remolque de alimentar cables y un cabrestante para halar cables. El Contratista también proveerá "pulling grips" o "pulling eyes" de acuerdo con las recomendaciones del fabricante del cable. El "pulling grip" o "pulling eye" estará atado a una soga seguido

de bolsas lubricantes y luego los cables eléctricos. Se usará un dinamómetro para supervisar la tensión de instalación. La tensión de instalación no excederá las recomendadas por el fabricante del cable. El Contratista no dejará que los cables se crucen mientras están siendo alimentados.

3.1.1.5 Terminaciones de cable. Serán provistas por el Contratista e instaladas por la ACP. La ferretería será de acero inoxidable. Se usará un torquímetro para apretar las conexiones donde el torque sea especificado. Donde sea requerido, se llenarán las terminaciones con un compuesto de aislamiento de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Las terminaciones de los cables se protegerán de la humedad y contaminación sellando adecuadamente el final con cinta de caucho eléctrica de alto voltaje y entonces envolviéndolo con cinta de vinilo. Las terminaciones de cable se sellarán antes de halarlos en las tuberías.

3.1.1.6 Empalmes. Serán suministrados por el Contratista e instalados por la ACP. Los empalmes se harán en las cámaras solamente.

3.1.1.7 Etiquetas de cable. Proveer etiquetas para cada cable de alimentación y de control. Las etiquetas se instalarán también en cada empalme, cámaras y en cada terminación. Las etiquetas de cable también estarán localizadas a la entrada y la salida del canal de cables y en los cambios de dirección de los cables. Cada conductor de fase también estará identificado en cada terminación de cable. Se hará la identificación requerida de manera que sea claramente visible para un observador que esté a 1.5 m.

3.1.1.8 Puesta a tierra. El escudo electrostático de los cables de medio voltaje será aterrizado en un solo extremo y éste preferiblemente será en el lado de la fuente de energía.

3.1.2 Vigaducto

3.1.2.1 Requisitos. Serán de PVC, del tipo EB, cubiertas de concreto con los números y tamaños de tuberías de acuerdo a la información indicada en los planos. La parte superior de este encerramiento de concreto estará a un mínimo de 450 mm (18 pulgadas) por debajo del piso acabado. Los codos se fabricarán con un radio de unión mínimo de 450 mm (18 pulgadas) para tuberías menores de 80 mm (tres pulgadas) de diámetro y 900 mm (36 pulgadas) para tuberías de 80 mm (tres pulgadas) o más de diámetro y se usarán para cambios de dirección de 90°.

3.1.2.2 Juntas. Se usarán los acoples provistos o recomendados por el fabricante para todas las juntas de las tuberías. Se harán las juntas de tuberías untando cemento plástico en la parte de adentro de los acoples de PVC y en la parte de afuera de las tuberías. Cada tubería y accesorio al insertarse se rotará un cuarto de vuelta rápidamente para que la junta quede bien ajustada.

3.1.2.3 Terminaciones. Donde las tuberías entren a cámaras o el canal de cables se usarán campanas de transición (end bells). Se proveerán adaptadores hembras para las transiciones de tubería de PVC del tipo "EB" a tuberías rígidas metálicas. Las tuberías no utilizados se taparán con compuesto para sellar tuberías en el canal de cables y las cámaras y en todos los extremos por debajo del nivel del piso o con tapones roscados en caso de tuberías metálicas que sobresalgan del nivel del piso.

3.1.2.4 Tratamiento. Las tuberías se mantendrán libres de concreto, tierra o sustancias extrañas durante la construcción. Luego de completar una vigaducto, se usará un mandril estándar flexible para la limpieza, seguido de un cepillo de cerdas rígidas. Los mandriles serán de por lo menos 300 mm (12 pulgadas) de largo y tener diámetros de 7 mm (1/4 de pulgada) menos que el diámetro interior del tubería que se está

limpiando. Las tuberías se limpiarán completamente antes de instalarse. El cable también se limpiará de tierra o arena antes de lubricarse.

3.1.2.5 **Almacenaje.** Las tuberías serán almacenadas apropiadamente para evitar dobleces y deterioros, ya sea colocándolas en una superficie plana y protegidas de los rayos solares directos. Las tuberías serán cubiertas lo suficiente para prevenir la entrada de agua o sustancias sólidas.

3.1.2.6 **Instalación.** Las vigaductos se colocarán con una pendiente mínima de 100 mm por cada 30 m (4 pulgadas por cada 100 pies.), entre las cámaras eléctricas. Se usarán codos de radio largo "long sweep elbows" con radio mínimo de 7.62-m (25 pies) cuando el cambio de dirección es de más de 5 grados ya sea horizontal o vertical. Se pueden utilizar tanto tramos curvos como rectos para formar codos de radio largo cuando se requiera, pero la curva máxima usada será de 30 grados y si es más se usarán codos prefabricados.

3.1.2.7 **Encerramiento de Concreto.** Cada tubería individual se encapsularán en concreto con un mínimo de 75 mm (3 pulgadas) de concreto alrededor de cada tubería. Donde se haga una conexión a una cámara, se hará una junta monolítica con ésta. Se permitirá que el espacio entre los tuberías sea menor de lo que se especifica sólo donde los tuberías entran en pedestales o entradas de equipos subterráneos. El concreto estará parejo con las paredes de la cámara. Los separadores o bloques de espaciado serán hechos de acero, concreto, plástico o una combinación de estos materiales y colocados a no más de 1,200 mm (5 pies) separados de centro a centro. Las tuberías estarán conectadas con pegamento y firmemente sujetas para prevenir movimientos durante el vaciado de concreto.

3.1.3 Cámaras

3.1.3.1 **Generalidades.** Las cámaras se construirán donde se muestren en los planos. La tapa, el sistema de aterrizaje, la entrada a la vigaducto, los anclajes para halar y los "racks" de cables serán de acuerdo al diagrama estándar 6170. Los anclajes de hierro para halar los cables se instalarán en la pared opuesta a cada entrada de una vigaducto.

3.1.3.2 **Varilla de tierra.** En cada cámara, en un punto conveniente cerca de la pared, se enterrará una varilla de tierra de acero cubierto de cobre, antes que se vacíe el piso. Se enterrará de manera que la varilla se extienda aproximadamente 150 mm (seis pulgadas) sobre el piso de la cámara.

3.1.3.3 **Marco y tapa de la cámara.** Ver diagrama estándar 6170.

3.1.4 **Conexiones soldadas térmicamente.** Antes de conectar los elementos, en el lugar seleccionado para la conexión, se limpiará de tierra, óxido, escamas o cualquiera otra capa protectora que pueda haber en la superficie una sección del elemento lo suficientemente larga para ejecutar la conexión adecuadamente. En el área limpia del elemento quedará solo el metal desnudo sin contaminantes en su superficie. Las soldaduras de fusión se ejecutarán de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

3.1.5 **Masilla y sellante de soldaduras térmicas.** Luego que la soldadura de fusión se haya enfriado a temperatura ambiente, tan pronto como sea práctico pero antes de cualquier deterioro de la junta soldada, la soldadura será lijada a mano para remover cualquier desecho suelto o bordes con filo y se colocará una capa de un sellante de masilla autoadhesiva. En cada soldadura de fusión, se aplicará masilla sellante y se

aplicará una presión suave para asegurarse que no haya espacios vacíos entre el sellador y la junta y que toda la soldadura y los conductores desnudos estén completamente cubiertos.

3.1.6 Aterrizajes, ligazones y conexiones. Las estructuras de equipos encerrados en metal, estructuras de subestación, pasamuros de neutro, transformadores de voltaje, pararrayos y otras partes metálicas no conductoras de corriente de equipo eléctrico, escudos de cable y conductos metálicos serán aterrizados. Las conexiones de aterrizaje serán hechas directamente a las salidas de la malla de tierra. Los conductores de tierra se instalarán de una manera limpia y profesional y serán sostenidos por medio de grapas a intervalos adecuados. La instalación de tierra se ajustará a las recomendaciones del IEEE 80 y a los requisitos generales del IEEE 142, y estará hecha mediante el proceso de soldadura térmica, a menos que se indique lo contrario en los planos. El equipo subterráneo cumplirá con la UL 467.

3.1.6.1 Electrodo subterráneos. Los electrodos subterráneos se instalarán como se muestran en los planos y como se indica a continuación.

(a) **Electrodos de varilla.** A menos que se indique lo contrario, las varillas de tierra se enterrarán en la tierra hasta que las partes superiores de las mismas estén a aproximadamente 300 mm (1 pie) por debajo del nivel de piso acabado.

(b) **Electrodos adicionales.** Cuando no se reúna la resistencia requerida del subsuelo, se proveerán electrodos adicionales interconectados con conductores de tierra para lograr la resistencia deseada. Los electrodos adicionales serán un total de tres varillas de hasta 3,000 mm (10 pies) espaciados a un mínimo de 6,000 mm (20 pies).

3.1.6.2 Conexiones de tierra y ligazones. Todos los equipos, las terminales de tierra de los equipos de aterrizaje y los sistemas de tuberías se ligarán (bonded) de acuerdo con el National Electrical Code. Las conexiones por encima del nivel de piso se harán por el proceso de soldadura de fusión o con conectores sin soldaduras tipo perno, de acuerdo con el UL 467, y las conexiones por proceso de soldadura de fusión se harán aquellas que estén enterradas. Las conexiones expuestas en estructuras de acero, equipos eléctricos, canal de cables, o donde se indique se harán con los conectores mecánicos específicos para conexiones de tierra.

3.1.6.3 Conductores de tierra y ligazones. Los conductores de tierra y de ligazones incluyen todos los conductores usados para **ligar (bond)** las estructuras de equipos a la malla de tierra y garantizar máxima protección física. No se permitirán los dobleces cerrados en los conductores de tierra. Todas las tuberías de PVC llevarán un conductor desnudo No.6 AWG que será aterrizado en ambos extremos.

3.1.6.4 Aterrizaje en cámaras y canales. Las varillas de tierra instaladas en cámaras y canales del sistema de distribución eléctrico estarán conectadas a los "racks" de cables, a los anclajes para halar cables y a los blindajes metálicos de los empalmes de cables por medio de un alambre de cobre estañado No. 4 AWG. Se protegerán las varillas de tierra con una envoltura doble de cinta plástica sensitiva a la presión para una distancia de 50-mm (2 pulgadas) sobre el nivel de concreto hasta 150 mm (6 pulgadas) debajo del nivel. Los conductores de tierra del electrodo serán instalados cuidadosamente y firmemente sostenidos a las paredes de la cámara y la cantidad de alambre expuesto se mantendrá al mínimo.

3.1.6.6 Resistencia de tierra. La resistencia máxima de una varilla subterránea no excederá los 25 ohmios bajo condiciones normalmente secas. Cuando la resistencia de tierra no sea la requerida, se

instalarán electrodos adicionales interconectados con conductores de tierra para lograr la resistencia subterránea especificada. Los electrodos adicionales están especificados en la sección 6(g)(1)b. En suelos de alta resistencia, se pueden usar varillas de tierra cargadas químicamente y listadas en el UL. Si la resistencia resultante excede los 25 ohmios medidos a no menos de 48 horas después de haber llovido, el “Oficial de Contrataciones” será notificado inmediatamente. Las conexiones enterradas serán soldadas por fusión. Las conexiones expuestas serán soldadas por fusión o mediante conectores mecánicos aprobados por UL 467.

3.2 INVENTARIO ADICIONAL. Se entregarán 2 juegos (kits) de cada tipo de los empalmes y terminaciones utilizadas en el proyecto. Los artículos se entregarán a la oficina de campo de la “División de Electricidad” en Balboa, o como lo indique el “Oficial de Contrataciones”.

3.3 PRUEBAS DE CAMPO

3.3.1 Pruebas de campo. El Contratista realizará pruebas de campo en los siguientes equipos conforme lo indique el “Oficial de Contrataciones”. Las pruebas se harán en presencia de personal de la ACP siguiendo los procedimientos previamente aprobados. Las pruebas de campo tomarán un mínimo de dos días laborales, comenzando luego de la instalación de los principales componentes del sistema. Los representantes autorizados tanto del Contratista como de la ACP aprobarán cada paso de las pruebas y firmar luego que se completen exitosamente. Ambos grupos reportarán y firmar cualquiera falla, si hubiese alguna. Luego de corregir las discrepancias, los dos grupos volverán a hacer las pruebas y firmarlas como se haya convenido.

3.3.1.1 Prueba de cable de medio voltaje. A cada cable eléctrico se le hará una prueba potencial "Hi-Pot" luego de su instalación y antes de los empalmes y que se conecten las terminaciones. Se le aplicará un voltaje de corriente directa en cada conductor de conectando un extremo del cable al equipo de prueba y conectando a tierra los blindajes metálicos en el otro extremo para la prueba. Antes de hacer la prueba, los cables se aislarán. El método, voltaje, duración y otras características de las pruebas se ajustarán al IEEE 400 para el tipo de cable instalado. Si algún cable fallara debido a defectos o instalación indebida del cable, el Contratista hará las reparaciones necesarias conforme lo dirija el “Oficial de Contrataciones”. El Contratista mantendrá un registro completo de todas las pruebas, mostrando la fecha, el número de alimentador, el voltaje de prueba, niveles de fuga de prueba, los comentarios y las condiciones ambientales (temperatura y humedad). El original se entregará a la ACP.

3.3.1.2 Medidas de resistencia de tierra. La resistencia a tierra de cada varilla de tierra se medirá y certificará por el Contratista en presencia de personal de la ACP autorizado por el Oficial de Contrataciones. El Contratista obtendrá los resultados de la ACP y entregará por escrito cuando se complete el proyecto, la resistencia a tierra medida de cada varilla subterránea, indicando la localización de la varilla, así como también la resistencia y condiciones del suelo cuando se tomaron las medidas. Las medidas de resistencia de tierra se tomarán en un clima normalmente seco, a no menos de 48 horas después que haya llovido y con el suelo debajo del equipo de prueba aislado de otras fuentes de tierra. La resistencia al suelo se medirá usando métodos de caída de potencial descritos en la norma IEEE 81.

3.4 CORTES, REPARACIONES Y REMIENDOS. Los cortes, canales, fileteados o perforaciones de pisos, paredes, cielo rasos u otras superficies necesarios para la instalación adecuado, apoyo o anclaje de tuberías, conductos para alambres u otro trabajo eléctrico se harán cuidadosamente de una manera nítida y

profesional, usando instrumentos mecánicos o eléctricos cuando sea posible. Se usarán para mampostería, mosaicos y otros materiales iguales o comparables y que no desentonen con los materiales y trabajos existentes tanto como sea posible. El repello se llevará por lo menos 150 mm (6 pulgadas) más allá del borde del corte para proveer una unión adecuada.

3.5 REPARACIÓN DEL TRABAJO EXISTENTE. El trabajo será arreglado perfectamente de antemano. Los cortes, canales, fileteado o perforaciones de pisos, paredes, cielo rasos u otras superficies necesarios para la instalación adecuado, apoyo o anclaje de tuberías, conductos de alambres u otro trabajo eléctrico se harán de manera profesional. Los daños a las estructuras, tuberías, cableado o equipo será reparado por artesanos expertos en la materia sin costo adicional para la ACP.

3.6 PINTURA. Los accesorios y apoyos expuestos se pintarán de acuerdo con la Sección 09 97 13 (*Recubrimientos para Control de Corrosión*). El equipo que haya sido pintado por el fabricante no se pintará, excepto para retoques. Donde se requiera pintura de retoque, se usará pintura que no desentone con la pintura original, como lo apruebe el Oficial de Contrataciones.

HOJA DE DATOS DE CABLE.

Instrucciones: El Contratista completará la hoja de datos de cable y entregarlas junto con la documentación requerida en el párrafo 3(a) para la evaluación y aprobación de los cables.

FABRICANTE.

NOMBRE DE LA FÁBRICA: _____.

PAÍS DE FABRICACIÓN: _____.

CONDUCTOR.

MATERIAL: _____.

TAMAÑO: _____ AWG o kCM.

DIÁMETRO: _____ mm.

NÚMERO Y DIÁMETRO DE LAS HEBRAS:..... X _____ MILS.

TIPO DE CONSTRUCCIÓN: _____Comprimido _____Compacto.

SEMICONDUCTOR.

TIPO: _____.

ESPESOR: _____ MILS.

 AISLAMIENTO.

TIPO (XLPE): _____.

COMPUESTO RETARDANTE A LA .

ARBORIZACIÓN (TREE-RETARDANT): SI _____ NO _____.

CAPACIDAD: _____ kV.

NIVEL DE AISLAMIENTO: _____ %.

ESPESOR: _____ MILS.

TEMPERATURA DE OPERACIÓN:.

CONTINUÚO _____ °C.

SOBRE CARGA _____ °C.

CORTO CIRCUITO _____ °C.

BLINDAJE METÁLICO.

TIPO CINTA DE COBRE (COPPER TAPE SHIELD): SI _____ NO _____.

TRASLAPE: _____ %.

ESPESOR: _____ MILS.

CAPACIDAD DE CORTO CIRCUITO (L-G): _____ AMPS @ 8 ciclos.

CAMISA O CUBIERTA EXTERIOR (JACKET).

TIPO O MATERIAL (PVC, Caucho, etc.): _____.

ESPESOR: _____ MILS.

RESISTENCIA A LA:.

HUMEDAD: SI _____ NO _____.

ACEITE: SI _____ NO _____.

FUEGO: SI _____ NO _____.

AMPACIDAD.

EN TUBERÍA ENTERRADA - Tabla 310–77 del NEC: SI _____ NO _____.

DIRECTAMENTE ENTERRADO - Tabla 310–81 del NEC SI _____ NO _____.

EN TUBERÍA AL AIRE LIBRE - Tabla 310–73 del NEC SI _____ NO _____.

CERTIFICACIONES A ESTÁNDARES.

NEMA WC-74: SI _____ NO _____.

AEIC CS-8: SI _____ NO _____.

ASTM B8: SI _____ NO _____.

ASTM B33: SI _____ NO _____.

UL 1072: SI _____ NO _____.

CARRETE.

DIÁMETRO: _____ mm.

ANCHO: _____ mm.

ALTO: _____ mm.

PESO: _____ kG.

MATERIAL (ACERO, MADERA, ETC): _____.

CARACTERÍSTICAS DEL CABLE EN CARRETE.

TRIPOLAR: SI _____ NO _____.

PESO BRUTO (CABLE + CARRETE): _____ kG.

PESO NOMINAL DEL CABLE: _____ kG/kM.

CARACTERÍSTICAS DE INSTALACIÓN DEL CABLE.

TENSIÓN MÁXIMA: _____ Newtons.

RADIO MÍNIMO DE CURVATURA: _____ mm.

CONDICIONES DE GARANTÍA.

_____.

_____.

_____.

FIN DE LA SECCIÓN