

**RESOLUCIÓN DIRECTORAL QUE SUSTITUYE LA
ESPECIFICACIÓN TÉCNICA ETS-LP-20**

Lima,

CONSIDERANDO:

Que, el artículo 11° de la Ley N° 28749, Ley General de Electrificación Rural, publicada el 1° de junio de 2006, establece que los Sistemas Eléctricos Rurales deberán contar con normas específicas de diseño y construcción, para lo cual la Dirección General de Electricidad (DGE) del Ministerio de Energía y Minas emitirá las correspondientes normas de diseño y construcción a propuesta de la Dirección General de Electrificación Rural (DGER), las mismas que deberán ser actualizadas permanentemente;

Que, mediante Resolución Directoral N° 026-2003 EM/DGE, publicada el 21 de febrero de 2004, se aprobó la Norma DGE “Especificaciones Técnicas para el Suministro de Materiales y Equipos de Líneas y Redes Primarias para Electrificación Rural”, que contiene a la “Especificación Técnica ETS-LP-20 Material para Puesta a Tierra”, la que resulta necesario actualizar acorde a los nuevos materiales disponibles, considerando el mejor uso de los recursos y sin afectar los aspectos de seguridad eléctrica;

De conformidad con lo establecido en el inciso u) del artículo 64° del Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Energía y Minas, aprobado por el Decreto Supremo N° 031-2007-EM;

SE RESUELVE:

Artículo 1°.- Sustitúyase la Especificación Técnica: ETS-LP-20 “Material para Puesta a Tierra” aprobada por Resolución Directoral N° 026-2003 EM/DGE por la ETS-LP-20 “Material para Puesta a Tierra” que forma parte de la presente Resolución Directoral; la que es de cumplimiento obligatorio para los proyectos que se desarrollan en el marco de la Ley General de Electrificación Rural.

**RESOLUCIÓN DIRECTORAL QUE SUSTITUYE LA
ESPECIFICACIÓN TÉCNICA ETS-LP-20**

Artículo 2º.- La presente Resolución entrará en vigencia a partir del 15 de mayo del presente año.

Regístrese, comuníquese y publíquese.

**MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS
DIRECCIÓN GENERAL DE ELECTRICIDAD**

PROYECTO DE NORMA

**ESPECIFICACIÓN TÉCNICA ETS-LP-20
MATERIAL PARA PUESTA A TIERRA**

2010

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA ETS-LP-20

MATERIAL PARA PUESTA A TIERRA

1. ALCANCE

Estas especificaciones cubren las condiciones técnicas requeridas para la fabricación, pruebas y entrega de materiales para el conductor de bajada, el electrodo y el conector de puesta a tierra de las estructuras que se utilizarán en líneas y redes primarias.

2. NORMAS APLICABLES

Los materiales de puesta a tierra, cumplirán con las prescripciones de las siguientes normas, según la versión vigente a la fecha de la convocatoria a licitación:

NTP 370.251.2006 Conductores eléctricos: Alambres y cables de cobre para líneas aéreas (desnudos y protegidos) y puestas a tierra

ASTM B/910M-07 Annealed Copper-Clad Steel Wire

UNE 21-056:1981 Electrodo de puesta a tierra.

ABNT NRT 13571 Haste de aterramiento aço-cobre e accesorios.

ANSI C135.14 Staples with rolled of slash points for overhead line construction.

ANSI B18.2.2 American national standard for square and hex nuts.

UNE 21159:1988 Elementos de fijacion y empalme para conductores y cables de tierra de líneas electricas aereas de alta tension. Características y ensayos.

En caso que el Postor proponga la aplicación de normas equivalentes distintas a las señaladas, presentará, con su propuesta, una copia de éstas para la evaluación correspondiente.

3. DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES

3.1 Conductor de cobre

El conductor será de cobre desnudo, cableado y recocado, de las características indicadas en la Tabla de Datos Técnicos Garantizados.

3.2 Conductor de acero con recubrimiento metalúrgico de cobre

3.2.1 Características generales

El conductor estará formado por un alambre de núcleo de acero cubierto con capa de cobre metalúrgicamente fusionado entre sí (metal clad bonding), recocido (temple blando) para facilitar la labor de instalación: será fabricado con materiales adecuados y aplicando métodos que garanticen un buen comportamiento eléctrico, mecánico y resistencia a la corrosión.

Estos conductores deben cumplir con la norma **ASTM B/910M-07** y las características técnicas indicadas en la Tabla de Datos Técnicos garantizados.

3.2.2 Materiales

a) Núcleo

Será de acero al carbono de dureza Brinell comprendida entre 1300 N/mm² y 2000 N/mm², su contenido de fósforo y azufre no excederá de 0,04%.

b) Revestimiento

Será de cobre electrolítico con una característica igual a la especificada para los conductores de cobre. El espesor de este revestimiento no deberá ser inferior a lo indicado en las tablas de la norma ASTM B/910M-07 y correspondiente al 40% de conductividad de un conductor de cobre de igual sección.

3.3 Electrodo de Puesta a Tierra

3.3.1 Características Generales

El electrodo de puesta a tierra estará constituido por una varilla de acero revestida de una capa de cobre; será fabricado con materiales y aplicando métodos que garanticen un buen comportamiento eléctrico, mecánico y resistencia a la corrosión.

La capa de cobre se depositará sobre el acero mediante cualquiera de los siguientes procedimientos:

- Por fusión del cobre sobre el acero.
- Por proceso electrolítico.
- Por proceso de extrusión revistiendo a presión la varilla de acero con tubo de cobre.

En cualquier caso, deberá asegurarse la buena adherencia del cobre sobre el acero.

El electrodo tendrá las dimensiones que se indican en la Tabla de Datos Técnicos Garantizados:

El diámetro del electrodo de puesta a tierra se medirá sobre la capa de cobre y se admitirá una tolerancia de + 0,2 mm y – 0,1 mm . La longitud se medirá de acuerdo con lo indicado en los planos del proyecto y se admitirá una tolerancia de + 5 mm y 0,0 mm .

Uno de los extremos del electrodo terminará en punta de la forma que se muestra en la Lámina 078-A, adjunta.

3.3.2 Materiales

a) Núcleo

Será de acero al carbono de dureza Brinell comprendida entre 1300 N/mm² y 2000 N/mm²; su contenido de fósforo y azufre no excederá de 0,04%.

b) Revestimiento

Será de cobre electrolítico recocido con una conductividad igual a la especificada para los conductores de cobre. El espesor de este revestimiento no deberá ser inferior a 0,270 mm .

3.4 Conector para el electrodo

El conector para la conexión entre el electrodo y el conductor de puesta a tierra deberá ser fabricado a base de aleaciones de cobre de alta resistencia mecánica, y deberá tener adecuadas características eléctricas, mecánicas y de resistencia a la corrosión necesarias para el buen funcionamiento de los electrodos de puesta a tierra. El conector tendrá la configuración geométrica que se muestra en los planos del proyecto.

Para alturas mayores a los 4000 msnm se deberá considerar soldadura exotérmica en lugar de conectores, para conectar el conductor de bajada con el electrodo de puesta a tierra.

3.5 Plancha doblada

Será de cobre electrolítico de 99,99 % de pureza con una conductividad eléctrica entre 45 m/Ohm y 50 m/Ohm y de una densidad de 8,89 gr/cm³. Se utilizará para conectar el conductor de puesta a tierra con los accesorios metálicos de fijación de los aisladores cuando se utilicen postes y crucetas de concreto; se fabricará con plancha de cobre de 3 mm de espesor. La configuración geométrica y las dimensiones se muestran en los planos del proyecto.

Este accesorio se utilizará con postes y crucetas de madera sólo en ambientes con presencia de humedad salina.

3.6 Conector tipo perno partido (Split-bolt)

Será de cobre y servirá para conectar conductores de cobre de 16 mm² entre sí y en el caso de emplearse cable de acero con recubrimiento de cobre se utilizará conectores apropiados para calibres: 16 mm² , 25 mm² y 35 mm² ó 6 AWG , 4 AWG y 2 AWG.

3.7 Grapas para fijar conductor a poste

Serán de acero recubierto con cobre en forma de "U", con sus extremos puntiagudos para facilitar la penetración al poste de madera.

Será adecuado para conductor de cobre de 16 mm² y para cable de acero con recubrimiento de cobre calibres: 16 mm² , 25 mm² y 35 mm² ó 6 AWG , 4 AWG y 2 AWG.

3.8 Grapa de vías paralelas

Será bimetálica aplicable a conductores de cobre, aleación de aluminio y cable de acero con recubrimiento de cobre; se utilizará en la conexión entre el neutro de las líneas primarias con el conductor de bajada a tierra. Tendrá las dimensiones adecuadas para las secciones de conductor que se indican en el metrado.

4. PRUEBAS

Las pruebas están orientadas a garantizar la calidad de los suministros, por lo que deberán ser efectuadas a cada uno de los lotes de accesorios a ser suministrados, en presencia de un representante del Propietario; caso contrario, deberá presentarse tres (03) juegos de certificados incluyendo los respectivos reportes de prueba satisfactorios emitidos por una entidad debidamente acreditada por el país de origen, la misma que formará parte de una terna de tres (03) entidades similares que serán propuestas por el Proveedor (antes de iniciar las pruebas) para la aprobación del Propietario, quien certificará que los resultados obtenidos en todas las pruebas señaladas en las Normas consignadas en el acápite 2 están de acuerdo con esta especificación y la oferta del Postor.

Salvo indicación expresa de las normas indicadas en el numeral 2, solamente en lo referente al plan de inspección y muestreo para las pruebas de recepción, se tomará como referencia la Norma UNE 21159:1988.

Los instrumentos a utilizarse en las mediciones y pruebas deberán tener un certificado de calibración vigente expedido por un organismo de control autorizado y de reconocida experiencia.

Los certificados y reportes de prueba deberán ser redactados solamente en idioma Español o Inglés.

El costo para efectuar estas pruebas y los costos que genere el representante del Propietario o de la entidad certificadora estarán incluidos en el precio cotizado por el Postor.

4.1 Pruebas de los electrodos de puesta a tierra

Las pruebas que se indican a continuación se efectuará sobre el 1% de los electrodos suministrados, con un mínimo de dos (2). En caso que en una prueba no se obtuvieran resultados satisfactorios, se repetirá la misma prueba sobre el doble del número de muestras. En caso que en la segunda oportunidad, en algunas de las muestras no se obtuvieran resultados satisfactorios, se rechazará el suministro.

a) Comprobación de las dimensiones

Se comprobarán las dimensiones especificadas en la Tabla de Datos Técnicos.

b) Adherencia de la capa de cobre

De un electrodo, se cortará una muestra de 513 mm de longitud, la cual se fijará en los extremos de un torno mecánico; luego se realizará un corte helicoidal con un paso de 6 mm y una profundidad ligeramente superior al espesor de la capa de cobre, debiéndose observar una perfecta adherencia entre el cobre y el acero.

c) Dureza del acero

La dureza Brinell se determinará aplicando una carga de 1840 N durante 30 s, y utilizando una bola de 2,5 mm de diámetro sobre el electrodo.

d) Espesor de la capa de cobre

Se seccionará un electrodo en 3 partes y se comprobará, en cada corte, el espesor de la capa de cobre tomando las medidas geométricas correspondientes.

4.2 Pruebas del conductor de cobre

El proveedor presentará al propietario tres (03) copias certificadas de los documentos que demuestren que todas las pruebas señaladas en las normas consignadas en el acápite 2. Han sido realizadas y que los resultados obtenidos están de acuerdo con esta especificación y la oferta del postor.

4.3 Pruebas del conductor de acero con recubrimiento metalúrgico de cobre

Al momento de presentar la oferta, el proveedor debe adjuntar los protocolos de prueba de un laboratorio independiente que certifique que el conductor cumpla con la norma ASTM B/910M-07, en especial con las cláusulas:

- 5. General Requirements (Requerimientos generales)
- 7. Test Methods (Métodos de Prueba)

Como mínimo se deben adjuntar los reportes de prueba de los siguientes conceptos:

- 5.1 Tensile Strength and Elongation (Elongación y esfuerzo de tensión)
- 5.3 Adhesion and Surface Defects (Adhesión y defectos de superficie)
- 5.6 Copper Thickness (Espesor de cobre)
- 5.7 Resistivity (Resistividad)
- 7.4 Torsion (Twist) Test (Prueba de torsión)

Las cláusulas mencionadas deben cumplir con el acápite 8 Conformance Criteria (criterio de conformidad).

El propietario podrá designar un inspector para que presencie las pruebas particulares indicadas en un laboratorio independiente, por lo que el proveedor deberá incluir el costo de las pruebas incluyendo el costo de viaje y estadía de los representantes al lugar que se realice la prueba.

5. MARCADO

En lo posible, los accesorios deberán tener marcas en alto o bajo relieve con la siguiente información técnica:

- Nombre o símbolo del Fabricante.
- Carga mínima de rotura en kN .
- Torque máximo de ajuste recomendado N-m .

6. EMBALAJE

6.1 Del conductor para puesta a tierra

El conductor será entregado en carretes metálicos o de madera de suficiente robustez para soportar cualquier tipo de transporte e íntegramente cerrado con listones de madera para proteger al conductor de cualquier daño y para un almacenamiento prolongado a intemperie y en ambiente salino.

Todos los componentes de madera deberán ser manufacturados de una especie de madera sana, seca y libre de defectos, capaz de resistir un prolongado almacenamiento.

Las planchas, uniones y soldaduras de los carretes metálicos deberán ser reforzadas, a fin de evitar su deformación y deterioro durante el transporte a los almacenes y a las obras.

Las superficies internas de los carretes deberán estar cubiertas con capas protectoras de papel impermeable pesado, a fin de evitar el contacto directo del material del carrete con el conductor. Similarmente, luego de enrollar el conductor, toda la superficie del conductor será cubierta con el papel impermeable para servicio pesado.

El papel impermeable externo y la cubierta protectora con listones de madera serán colocados solamente después que hayan sido tomadas las muestras para las pruebas pertinentes.

Cada carrete deberá ser identificado, en idioma Español, con la siguiente información:

- Nombre del Propietario.
- Nombre o marca del Fabricante.
- Número de identificación del carrete.
- Nombre del proyecto.
- Tipo y formación del conductor.
- Sección nominal, en mm².

- Lote de producción.
- Longitud del conductor en el carrete (m).
- Masa neta y total (kg).
- Fecha de fabricación.
- Flecha indicativa del sentido en que debe ser rodado el carrete durante su desplazamiento.

La identificación se efectuará con una pintura resistente a la intemperie y a las condiciones de almacenaje y en las dos caras laterales externas del carrete. Adicionalmente, la misma información deberá estamparse sobre una lámina metálica resistente a la corrosión, la que estará fijada a una de las caras laterales externas del carrete.

El costo del embalaje será cotizado por el Proveedor considerando que los carretes no serán devueltos.

La longitud total de conductor de una sección transversal determinada se distribuirá de la forma más uniforme posible en todos los carretes. Ningún carrete tendrá menos del 3% ni más del 3% de longitud real de conductor respecto a la longitud nominal indicada en el carrete.

6.2 De los accesorios metálicos para puesta a tierra

Los accesorios serán cuidadosamente embalados en cajas de madera, provistas de paletas (pallets) de madera y aseguradas mediante correas de bandas de acero inoxidable a fin de permitir su desplazamiento con un montacargas estándar. Serán suministrados con la protección adecuada para evitar su deterioro. Las caras internas de las cajas de embalaje deberán ser cubiertas con papel impermeable para servicio pesado a fin de garantizar un almacenamiento prolongado a intemperie y en ambiente salino.

Cada caja deberá ser identificada, en idioma Español, con la siguiente información:

- Nombre del Propietario.
- Nombre del Fabricante.
- Tipo de accesorio.
- Cantidad de accesorios.
- Masa neta (kg).
- Masa total (kg).

Las marcas serán resistentes a la intemperie y a las condiciones de almacenaje.

7. ALMACENAJE Y RECEPCIÓN DE SUMINISTROS

El Postor deberá considerar que los suministros serán almacenados sobre un terreno compactado, a la intemperie, en ambiente medianamente salino y húmedo.

Previamente a la salida de las instalaciones del fabricante, el Proveedor deberá remitir los planos de embalaje y almacenaje de los suministros para revisión y aprobación del Propietario; los planos deberán precisar las dimensiones del embalaje, la superficie mínima requerida para almacenaje, el máximo número de paletas a ser apiladas una sobre otra y, de ser el caso, las cantidades y

características principales de los contenedores en los que serán transportados y la lista de empaque. Adicionalmente deberá remitir todos los certificados y reportes de prueba solicitados.

La recepción de los suministros se efectuará con la participación de un representante del Proveedor, quién dispondrá del personal y los equipos necesarios para la descarga, inspección física y verificación de la cantidad de elementos a ser recepcionados. El costo de estas actividades estará incluido en el precio cotizado por el Postor.

8. INSPECCIÓN Y PRUEBAS EN FÁBRICA

La inspección y pruebas en fábrica deberán ser efectuadas en presencia de un representante del Propietario o una Entidad debidamente acreditada que será propuesta por el Proveedor para la aprobación del Propietario. Los costos que demanden la inspección y pruebas deberán incluirse en el precio cotizado por el Postor.

9. INFORMACIÓN TÉCNICA REQUERIDA

Información Técnica para todos los Postores

Las ofertas técnicas de los postores deberán contener la siguiente documentación técnica:

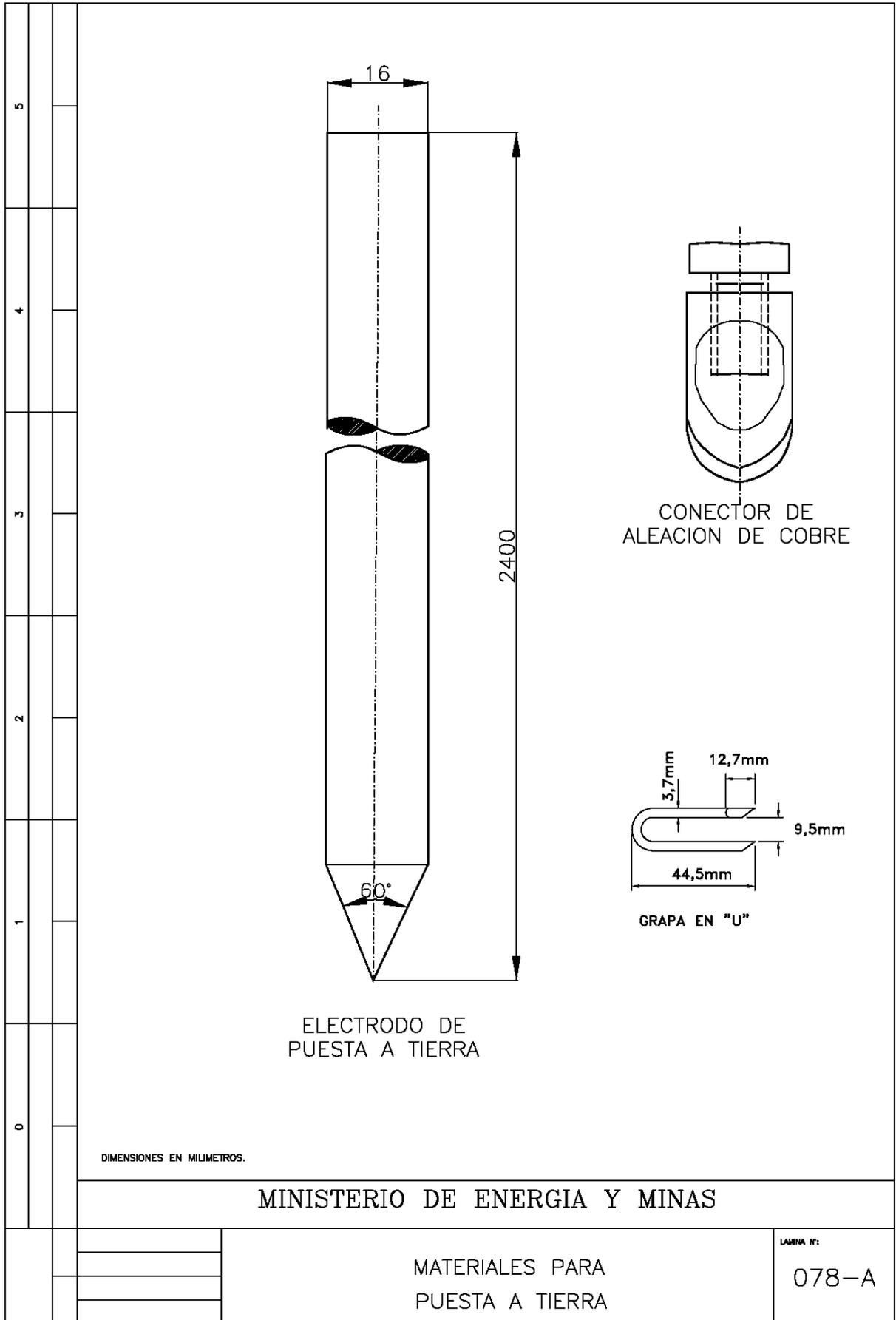
- Tabla de Datos Técnicos Garantizados debidamente llenada, firmada y sellada.
- En el caso de ofertar suministros con normas distintas a las indicadas en el numeral 2, los postores deberán adjuntar un ejemplar de las mismas.

Información Técnica adicional para el Postor Ganador

Complementariamente, el postor ganador deberá presentar la siguiente documentación técnica:

- Un ejemplar de la versión vigente de las Normas Técnicas que se indican en el numeral 2. de la presente especificación.
- Copia de los resultados de las pruebas tipo o de diseño.
- Catálogos del fabricante precisando los códigos de los suministros, sus dimensiones, masa, etc.
- Planos de diseño para aprobación del propietario.
- Recomendaciones y experiencias para el transporte, montaje, mantenimiento y el buen funcionamiento de los suministros.

El costo de la documentación técnica solicitada estará incluido en el precio cotizado para los suministros y su ausencia es causal de descalificación.



**TABLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS
CONDUCTOR DE COBRE PARA PUESTA A TIERRA**

Nº	CARACTERISTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO
1.0	CARACTERISTICAS GENERALES			
1.1	FABRICANTE			
1.2	PAIS DE FABRICACION			
1.3	NUMERO DE ALAMBRES		7	
1.4	NORMA DE FABRICACION Y PRUEBAS		NTP 370.251.2006	
2.0	DIMENSIONES			
2.1	SECCION NOMINAL	mm ²	16	
2.2	SECCION REAL	mm ²		
2.3	DIAMETRO DE LOS ALAMBRES	mm		
2.4	DIAMETRO EXTERIOR DEL CONDUCTOR	mm	5,10	
3.0	CARACTERISTICAS MECANICAS			
3.1	MASA DEL CONDUCTOR	g/cm ³	8,89	
3.2	CARGA DE ROTURA MINIMA	kN		
3.3	MODULO DE ELASTICIDAD INICIAL	kN/mm ²		
3.4	MODULO DE ELASTICIDAD FINAL	kN/mm ²		
3.5	COEFICIENTE DE DILATACION TERMICA	1/°C		
3.6	TIPO DE FABRICACIÓN		Temple Blando	
4.0	CARACTERISTICAS ELECTRICAS:			
4.1	RESISTENCIA ELECTRICA MAXIMA EN C.C. A 20 °C	Oh m/km	1,13	
4.2	COEFICIENTE TECNICO DE RESISTENCIA	1/°C	0,00384	

(*) Obligatoriamente deberá consignarse el íntegro de la información solicitada, bajo causal de descalificación.

**TABLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS
ELECTRODO Y CONECTORES**

Nº	CARACTERISTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO
A	<u>ELECTRODO</u>			
1.0	FABRICANTE			
2.0	MATERIAL		Acero revestido con cobre	
3.0	NORMA DE FABRICACION			
4.0	DIAMETRO	mm	16	
5.0	LONGITUD	m	2,40	
6.0	SECCION	mm ²	196	
7.0	ESPEJOR MÍNIMO DE CAPA DE COBRE	mm	0,27	
8.0	RESISTENCIA ELECTRICA A 20 °C	Ohm		
9.0	MASA DEL ELECTRODO	kg		
B	<u>CONECTOR</u>			
1.0	FABRICANTE			
2.0	MATERIAL		ALEACION DE COBRE	
3.0	DIAMETRO DE ELECTRODO	mm	16	
4.0	SECCION DEL CONDUCTOR	mm ²	16	
5.0	NORMA DE FABRICACION			
6.0	MASA DEL CONECTOR	kg		
C	<u>CONECTOR TIPO PERNO PARTIDO</u>			
1.0	FABRICANTE			
2.0	MATERIAL		COBRE	
3.0	NORMA DE FABRICACION			
4.0	DIAMETRO DEL CONDUCTOR PRINCIPAL	mm	5,1	
5.0	DIAMETRO DEL CONDUCTOR SECUNDARIO	mm	5,1	
6.0	NUMERO DE CATALOGO DEL FABRICANTE			
7.0	TORQUE DE AJUSTE RECOMENDADO	N-m		
8.0	DIMENSIONES (Adjuntar planos)			
9.0	MASA POR UNIDAD	kg		
D	<u>GRAPA BIMETALICA DE VÍAS PARALELAS</u>			
1.0	FABRICANTE			
2.0	MATERIAL			
3.0	NORMAS DE FABRICACION			
4.0	DIAMETRO DEL CONDUCTOR DE AAAC	mm	5,1 - 9,0	
5.0	DIAMETRO DEL CONDUCTOR DE COBRE	mm	5,1	
6.0	NUMERO DE CATALOGO DE FABRICANTE			
7.0	TORQUE DE AJUSTE RECOMENDADO			
8.0	DIMENSIONES (ADJUNTAR PLANOS)			
9.0	MASA POR UNIDAD	kg		
10.0	NORMA DE FABRICACIÓN y PRUEBAS		UNE 21159	

(*) Obligatoriamente deberá consignarse el íntegro de la información solicitada, bajo causal de descalificación.

**TABLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS
CABLE DE ACERO CON RECUBRIMIENTO METALÚRGICO DE COBRE**

Nº	CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO			VALOR GARANTIZADO
1.0	CARACTERÍSTICAS GENERALES					
1.1	FABRICANTE					
1.2	PAÍS DE FABRICACIÓN					
1.3	CONFIGURACIÓN DEL ALAMBRE		Alambre Sólido	Alambre Sólido	Alambre Sólido	
1.4	NORMA DE FABRICACIÓN Y PRUEBAS		ASTM B 910/ B910M-07	ASTM B 910/ B910M-07	ASTM B 910/ B910M-07	
2.0	DIMENSIONES					
2.1	DESIGNACIÓN DEL CABLE	mm ² AWG	16 6	25 4	35 2	
2.2	SECCIÓN TRANSVERSAL	mm ²	13,30	21,15	33,62	
2.3	DIÁMETRO DE LOS ALAMBRES	mm				
2.4	DIÁMETRO NOMINAL	mm	4,11	5,19	6,54	
3.0	CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS					
3.1	MASA DEL CABLE	kg/m	0,1095	0,174	0,277	
3.2	CARGA DE ROTURA MÍNIMA	kN	3,561	5,660	8,996	
3.3	MODULO DE ELASTICIDAD INICIAL	kN/mm ²				
3.4	MODULO DE ELASTICIDAD FINAL	kN/mm ²				
3.5	COEFICIENTE DE DILATACIÓN TÉRMICA	1/°C				
3.6	TIPO DE FABRICACIÓN		Temple Blando (recocido)	Temple Blando (recocido)	Temple Blando (recocido)	
4.0	CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS:					
4.1	RESISTENCIA ELÉCTRICA MÁXIMA EN C.C. A 20 °C	Ohm/km	3,241	2,038	1,282	
4.2	CONDUCTIVIDAD NOMINAL	%	40	40	40	