



Proyecto de Rehabilitación de Redes Eléctricas BM-BID-OFID/OPEP

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA

CONDUCTORES CONCÉNTRICOS DE COBRE

MEMORIA

Índice

1. Objeto
 2. Alcance
 3. Normas
 4. Características de los conductores de cobre
 - 4.1. Características constructivas
 - 4.3. Características dimensionales
 - 4.3. Características mecánicas
 - 4.4. Características eléctricas
 5. Ensayos de recepción
 6. Marcas
 7. Designación
 8. Alcance de la oferta
 9. Alcance del suministro
 - 9.1. Material
 - 9.2. Documentación
 - 9.3. Ensayos
 - 9.4. Condiciones de suministro
- anexo 1: normas de referencia
- anexo 2: fichas técnicas
- anexo 3: planos

1. OBJETO

Esta especificación tiene por objeto definir las características constructivas, dimensionales y mecánicas, así como las condiciones de realización, suministro y recepción que deben satisfacer los Conductores Concéntricos de Cobre para el Proyecto de Rehabilitación de Redes Eléctricas.

En adelante a este tipo de concéntricos de cobre se les denominará **conductores concéntricos**.

2. ALCANCE

La presente especificación tiene por alcance los siguientes conductores concéntricos:

Tabla 1

| CODIGO | Descripción |
|---------------|--|
| W-2a | Conductor concéntrico de cobre 2X # 8 AWG. |
| W-2b | Conductor concéntrico de cobre 3X # 6 AWG. |
| W-2c | Conductor concéntrico de cobre 3X # 4 AWG. |

3. NORMAS

Los conductores concéntricos de cobre, objeto de esta especificación, se ajustarán íntegramente a las normas ASTM D 790, D 1248, D 2655, D 2656 y a la lista que se adjunta en el anexo 1 de la presente especificación.

El fabricante deberá indicar en su oferta aquellas normas de las que exista posterior edición a la señalada en esta especificación, considerándose válida y aplicable al contrato, en caso de pedido, la edición vigente en la fecha del mismo.

4. CARACTERÍSTICAS DE LOS CONDUCTORES DE COBRE

4.1. CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

Cada material utilizado en el conductor será compatible con todos los otros materiales que se empleen en la fabricación del conductor concéntrico.

El conductor concéntrico se compone de uno o dos conductores aislados que a su vez están recubiertos por un conductor desnudo distribuido helicoidalmente (concéntrico) alrededor de los conductores aislados.

Según estas configuraciones tendremos, una fase y el neutro concéntrico exterior (bipolar), o dos fases y el neutro exterior a éstos (tripolar).

La sección de todos los conductores que conforman el conductor concéntrico, tanto de las fases como del neutro concéntrico será la misma.

Conductor:

Los materiales empleados en la fabricación de los conductores concéntricos de cobre estarán formados por alambres de cobre suave clase B y la composición será cobre de una pureza nunca inferior al 99.85%.

Los alambres de cobre se ajustarán a lo establecido en la Norma ASTM B 3.

Para el conductor concéntrico bipolar, la sección normalizada es #8 AWG.

El conductor tripolar normalizado es de secciones #6 y #4.

En los conductores de fase, con 7 alambres, se podrán realizar soldaduras en los alambres de cobre durante el proceso de cableado. Una vez terminado este proceso no se admitirán dos soldaduras a una distancia menor de 15m (50ft).

De acuerdo con el apartado 6 de la norma ASTM B 8, el proceso de cableado se hará como sigue: sobre el conductor central se trenzarán el resto de las capas. El paso del trenzado estará a una distancia que variará entre 8 y 16 veces el diámetro exterior. El sentido de cableado de los alambres de cobre en la capa exterior será a derechas.

Aislamiento:

Cada conductor de fase llevará una capa aislante de XLPE para una temperatura de trabajo de 90°C. En los cables bipolares, sobre dicho aislante se dispondrá el conductor neutro trenzado helicoidalmente con un paso entre 8 y 16 veces el diámetro exterior. En los cables tripolares sobre el aislamiento de cada fase se dispondrá un aislamiento de relleno para dar forma ovalada al conjunto de los dos cables y sobre éste se dispondrá igualmente el conductor neutro.

Se dispondrá sobre el conductor neutro concéntrico una cinta y sobre ésta la cubierta exterior de XLPE. Con la composición adecuada debe garantizarse la estanqueidad del conjunto además de una adecuada resistencia a la radiación solar.

Esta última capa además de añadir firmeza, debe ser lisa en apariencia y no se observarán depresiones causadas por espacios sin rellenar por debajo de esta capa.

No se deben producir burbujas, cortes, desgarramientos o la existencia de materiales extraños que sean detectables a simple vista. Además la envoltura estará bien centrada.

La disposición de la cinta alrededor del conductor desnudo deberá realizarse como sigue:

- Una única capa de cinta de una anchura conveniente y aplicada helicoidalmente, sin arrugas o pliegues y con una superposición de al menos 6 mm. La cinta consistirá en polietileno reticulado, con un espesor de al menos 0.09 mm.

Recubriendo todo el conductor concéntrico se colocará un recubrimiento de XLPE según las normas ASTM D 790, D 1248, D 2655, D 2656.

El color del aislamiento de los conductores debe ser:

- Negro: 2x #8,
- Cuando haya más de una fase se distinguirán por los colores negro, azul y rojo.

4.2. CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES

Las características dimensionales de los conductores de cobre se ajustarán a lo establecido en el apartado 7 de la Norma ASTM B 8, cuyas principales características se indican en la siguiente tabla:

| CONDUCTORES CONCÉNTRICOS DE COBRE | | | | |
|--|--------------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| | | 2X#8 | 3X#6 | 3X#4 |
| Fase | Nº hilos | 7 | 7 | 7 |
| | Diámetro hilo (mm) | 1.23 | 1.55 | 1.96 |
| | Diámetro fase (mm) | 3.96 | 4.65 | 5.88 |
| | Sección Fase (mm²) | 8.37 | 13.3 | 21.15 |
| Espesor aislamiento (mm) | | 1.14 | | |
| Diámetro sobre aislamiento (mm) | | 5.97 | 6.93 | 8.16 |
| Neutro (*) | Corbertura (%) | 80 | | |
| | Nº hilos | 25 | 65 | 65 |
| | Diámetro hilo (mm) | 0.643 | 0.511 | 0.643 |
| | AWG | 22 | 24 | 22 |
| | Sección (mm²) | 8.44 | 13.33 | 21.11 |
| Espesor cinta interior (mm) | | 0.7 | | |
| Espesor cubierta (mm) | | 1.14 | 1.52 | |
| Diámetro exterior aproximado (mm) | | 9.6 | 11.2 x 18x1 | 12.7 x 20.8 |

(*) Se admitirán otras posibles configuraciones del neutro siempre y cuando garanticen la cobertura mínima exigida.

El área de la sección de un conductor se ajustará a lo establecido en la tabla 5 de la norma ASTM B 8, no siendo inferior al 98% del área de la sección especificada en la tabla anterior.

4.3. CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

Las características mecánicas de los conductores de cobre se ajustarán a lo establecido en la Norma ASTM B 8, cuyos principales valores están indicados en la siguiente tabla:

Tabla 3

| CONDUCTORES DE COBRE | | | |
|---|--------|-------|-------|
| | # 8 | # 6 | # 4 |
| Densidad a 20°C (g/cm ³) | 8.89 | | |
| Peso (daN/m) | 0.0725 | 0.115 | 0.184 |

Tabla 4

| CONDUCTORES CONCÉNTRICOS DE COBRE | | | |
|-----------------------------------|-------|-------|-------|
| | 2X# 8 | 3X# 6 | 3X# 4 |
| Peso (daN/m) | 0.225 | 0.475 | 0.700 |

4.4. CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

De acuerdo con la norma ICEA S-66-524, la resistividad del conductor no debe superar el valor indicado en la siguiente tabla.

Tabla 5

| CONDUCTORES CONCÉNTRICOS DE COBRE | | | |
|--|---------|---------|---------|
| | 2X# 8 | 3X# 6 | 3X# 4 |
| Intensidad máxima admisible (A) | 64 | 76 | 120 |
| Resistencia eléctrica con C.C. a 20 °C (Ω/km) para cualquier elemento del lote | ≤ 2.120 | ≤ 1.337 | ≤ 0.840 |

5. ENSAYOS DE RECEPCIÓN

Conductor de cobre:

Los conductores de cobre deberán satisfacer los ensayos de recepción que se establecen en el punto 9 de la Norma ASTM B 8 y que se indican en la siguiente tabla:

Tabla 6

| ENSAYO | REFERENCIA |
|---|-------------------|
| Aspectos del conductor | Apdo. 4.1 |
| Dimensiones del conductor | Apdo. 4.2 |
| Sentido del cableado | Apdo. 4.1 |
| Carga de rotura de los alambres de cobre | Apdo. 4.3 |
| Resistividad eléctrica de los alambres de cobre | Apdo. 4.4 |
| Carga de rotura del conductor | Apdo. 4.3 |
| Peso del conductor | Apdo. 4.3 |

Todos los ensayos se efectuarán en los laboratorios del fabricante.

El fabricante de los conductores de cobre avisará con 15 días de antelación al inspector la fecha de realización de los ensayos para que estos se realicen en presencia del mismo.

La unidad de Normalización del Proyecto de Rehabilitación de Redes Eléctricas podrá declinar la realización de estos ensayos para que sea el propio fabricante el que los realice con la consiguiente entrega de resultados.

Los ensayos de recepción de los alambres de cobre utilizados en la construcción del conductor se realizarán conforme a lo establecido en la Norma ASTM B 8.

La sección de los alambres de cobre no será inferior a la indicada en el apartado 4.2 del presente documento.

La medida de la resistividad indicada se realizará conforme a lo establecido en el apartado 5 de la Norma ASTM B 193.

Aislamiento:

Los ensayos a considerar especialmente en el aislamiento según la norma UL 854 son los siguientes:

- Ensayo resistencia a la luz solar

El deterioro que sufre la capa exterior del recubrimiento del conductor concéntrico debe ser tenido en cuenta ya que la instalación del conductor en zonas donde los rayos de sol incidan durante todo el día y con una intensidad elevada, podría afectar a su integridad

Este ensayo se realiza midiendo la resistencia a la rotura y la elongación final después de someter a la probeta de ensayo a un arco de carbono o de xenón. Los valores de la carga de rotura y la elongación final obtenidos después de realizar el ensayo no pueden disminuir más de un 15% realizando estas mediciones en condiciones normales.

Cumpliendo estas condiciones se garantiza la resistencia a la luz solar.

- Ensayo resistencia a la llama

Para el ensayo de resistencia a la llama se aplicará un calor de aproximadamente 500 W en 3 intervalos de 60 s separados de 30 s. Una vez realizado el ensayo el conductor debe mantener todas sus propiedades y no haber sufrido ningún tipo de deformación.

- Ensayo de rozamiento a través de una viga

En el último ensayo se pasa el conductor por una canalización de manera que se ponga a prueba la resistencia al rozamiento de manera que al finalizar el ensayo el conductor no muestre deterioro alguno.

Para la toma de probetas se desechará el primer metro de la punta del cable.

El peso del conductor se realizará en una báscula de precisión que será tarada y contrastada periódicamente y cuantas veces el peticionario lo exija.

El pesado del conductor se realizará pesando primero la bobina vacía sin duelas y la bobina con su conductor sin las duelas. La diferencia entre las dos pesadas dará el peso real del conductor. Dividiendo el peso real del conductor por su longitud se obtiene el peso por metro, el cual deberá de coincidir con el teórico del conductor con una tolerancia de $\pm 2 \%$.

El aislamiento se ensayará en todos los ensayos que señala la norma UL 854 y que no están consignados en la presente especificación. Se rechazará la bobina si no es satisfactorio alguno de los ensayos anteriores.

El muestreo y la aceptación o rechazo de un lote de bobinas se regirá de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 7

| Tamaño del lote | Muestra | Número de unidades probadas | Número de unidades probadas totales | Número de unidades defectuosas aceptadas |
|-----------------|---------|-----------------------------|-------------------------------------|--|
| 1 a 15 | - | Todas | Todas | 0 |
| 15 a 20 | - | 14 | 14 | 0 |
| 51 a 100 | Primera | 19 | 42 | 0 |
| | Segunda | 23 | | 1 |
| 101 a 200 | Primera | 24 | 70 | 0 |
| | Segunda | 46 | | 2 |
| 201 a 400 | Primera | 29 | 105 | 0 |
| | Segunda | 76 | | 3 |
| 401 a 800 | Primera | 33 | 145 | 0 |
| | Segunda | 112 | | 4 |
| Más de 800 | Primera | 34 | 150 | 0 |
| | Segunda | 116 | | 4 |

En caso de doble muestreo, los ensayos a realizar sobre la segunda muestra, podrán limitarse repitiendo, exclusivamente, los que hayan sido objeto de fallo en la primera muestra.

El fabricante, en los casos de rechazo de un lote, tendrá la opción de ensayar cada bobina y presentar a una nueva recepción aquéllas que hayan cumplido los requisitos para su aceptación.

6. MARCAS

Sobre la cara externa de cada tapa de la bobina deberá marcarse, mediante plantilla y con pintura que contraste con el color del fondo, las siguientes características:

- Peso neto de la bobina (sin conductor).
- Peso del conductor.
- Longitud del conductor.
- Tamaño del conductor.
- Tipo de conductor.
- Tipo de aislamiento.
- Flecha indicadora del desenrollado.
- Nombre del fabricante.
- Nombre del cliente, número de pedido y destino.

En referencia al cable llevará un marcado en su capa más superficial, siendo fácilmente distinguible y permanente.

El marcado del conductor se puede realizar de tres formas: Por impresión de tinta, por mellado o por grabación en relieve.

El conductor incluirá las siguientes características:

- Año de fabricación
- El tamaño y nombre del conductor, respetando un intervalo máximo de 1 m.
- Tensión de aislamiento del conductor
- Nombre o logotipo del fabricante.
- Nombre y anagrama de la empresa registrada en el país.
- El resto de información como fabricante, logotipo, peso...permitirá ampliar el intervalo hasta 5m.

Además del nombre del fabricante, si este tiene más de una fábrica se debe marcar sobre el conductor el código que designa a la fábrica para diferenciarla de las otras y saber así en cualquier momento la procedencia de cada conductor.

La nomenclatura, el tipo de marcado y los intervalos estarán de acuerdo con el apartado 60 de la norma UL 44

7. DESIGNACIÓN

Los conductores concéntricos de baja tensión se designarán por medio de tres grupos de siglas (CC-X-YY). Estos grupos de siglas o cifras, dispuestos en el orden indicado, tendrán el significado siguiente:

- CC: Conductor concéntrico
- X: N° conductores (2X= bipolar, 3X= tripolar)
- YY: Sección en AWG o MCM

Ejemplo:

CC-3X-#6: Conductor concéntrico bipolar de sección #6 AWG

8. ALCANCE DE LA OFERTA

El ofertante junto con la oferta económica adjuntará toda la documentación que considere oportuna para una definición lo más exacta posible de los conductores concéntricos a suministrar, incluyendo como mínimo la que se indica a continuación.

- Ficha técnica de los conductores de cobre, adjunta en el anexo 2 de la presente especificación.
- Lista de excepciones a la presente especificación.
- Fotocopia de certificado de aseguramiento a la calidad ISO 9000.
- Catálogo comercial de los conductores de cobre.

9. ALCANCE DEL SUMINISTRO

9.1. MATERIAL

Conductor concéntrico y bobina según la presente especificación, incluido transporte hasta los almacenes de LA UNIDAD DE NORMALIZACIÓN DEL PROYECTO DE REHABILITACIÓN. La bobina debe ser no recuperable por el fabricante y debe poseer una garantía de 2 años en la intemperie. Las bobinas en caso de ser de madera deben ser tratadas adecuadamente a su preservación y a efectos de evitar problemas fitosanitarios.

9.2. DOCUMENTACIÓN

Dentro del alcance del suministro queda incluida la documentación técnica correspondiente al material a suministrar.

9.3. ENSAYOS

Dentro del alcance del suministro quedan incluidos los ensayos de recepción establecidos en el apartado 5 del presente documento.

9.4. CONDICIONES DE SUMINISTRO

El conductor se suministrará en bobinas que protejan de daños en el transporte y manipulación conforme a lo establecido en el apartado 14 de la Norma ASTM B 8.

Los tamaños de los embalajes para los conductores, serán acordados entre el fabricante y el comprador.

ANEXO 1: NORMAS DE REFERENCIA

Tabla 8

| Norma | Fecha | Título |
|--------------|--------------|--|
| ASTM B 3 | 1995 | Standard specification for soft or annealed copper wire. |
| ASTM B 8 | 1989 | Standard specification for concentric-lay-stranded copper conductors, hard, medium- hard, or soft. |
| ASTM B 193 | 1987 | Standard test method for resistivity of electrical conductor materials |
| UL 44 | 2001 | Thermoset-insulated wires and cables |
| UL 584 | 2001 | Service-entrance cables |
| UL 1581 | 2001 | Reference standard for electrical wires, cables, and flexible cords. |

El fabricante deberá indicar en su oferta aquellas normas de las que exista posterior edición a la señalada en esta especificación, considerándose válida y aplicable al contrato, en caso de pedido, la edición vigente en la fecha del mismo.