

**ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA  
CABLE COPPER-CLAD STEEL**

**Aprobado por:**

<b>CÉSAR AUGUSTO ZAPATA</b> GERENTE DE DISTRIBUCIÓN

### CONTROL DE ACTUALIZACIONES

FECHA ACTUALIZACIÓN	DETALLE DE LA ACTUALIZACIÓN
12/10/2011	Documento en edición para aprobación

ELABORÓ	REVISÓ	APROBÓ
Ing. Oficina Técnica	Dir. Oficina Técnica	Gerente Distribución
FECHA:	FECHA:	FECHA:

Compañía Energética de Occidente		ESPECIFICACIÓN TÉCNICA CABLE COPPER-CLAD STEEL
ET- CO-05-11	12 OCT 2011	GERENCIA DISTRIBUCIÓN

## TABLA DE CONTENIDO

<b>1. OBJETIVO.....</b>	<b>2</b>
<b>2. ALCANCE .....</b>	<b>2</b>
<b>3. CONDICIONES DEL SISTEMA ELÉCTRICO Y MEDIO AMBIENTALES .....</b>	<b>2</b>
<b>4. NORMAS .....</b>	<b>3</b>
<b>5. REQUISITOS DE CALIDAD .....</b>	<b>4</b>
<b>6. REQUISITOS DE LOS CABLES COPPER-CLAD STEEL .....</b>	<b>5</b>
6.1 REQUISITOS CONSTRUCTIVOS .....	5
6.2 REQUISITOS DIMENSIONALES.....	6
6.3 REQUISITOS MECÁNICOS.....	7
6.4 REQUISITOS ELÉCTRICOS .....	7
<b>7. IDENTIFICACIÓN Y MARCADO.....</b>	<b>7</b>
<b>8. ENSAYOS .....</b>	<b>8</b>
8.1 PRUEBAS DE RUTINA.....	8
8.2 PRUEBAS DE ACEPTACIÓN .....	9
<b>9. ALCANCE DEL SUMINISTRO .....</b>	<b>11</b>
9.1 CABLE COPPER-CLAD STEEL .....	11
9.2 TRANSPORTE .....	11
9.3 EMPAQUE .....	11
9.4 DOCUMENTOS.....	12
9.5 ENSAYOS.....	13
<b>10 DOCUMENTOS DE LA OFERTA.....</b>	<b>13</b>

Compañía Energética de Occidente		ESPECIFICACIÓN TÉCNICA CABLE COPPER-CLAD STEEL
ET- CO-05-11	12 OCT 2011	GERENCIA DISTRIBUCIÓN

## 1. OBJETIVO

La presente especificación técnica tiene por objeto definir los requisitos técnicos, los ensayos, las condiciones para la oferta y el suministro que deben cumplir y satisfacer el cable Copper-Clad Steel, que serán utilizados en las líneas eléctricas aéreas de 13,2kV y 34,5kV operadas por la COMPAÑÍA ENERGÉTICA DE OCCIDENTE S.A. E.S.P.

## 2. ALCANCE

La presente Especificación tiene por alcance los siguientes cables copper-clad steel:

- Cable Copper Clad Steel 5/16
- Cable Copper Clad Steel 3/8

## 3. CONDICIONES DEL SISTEMA ELÉCTRICO Y MEDIO AMBIENTALES

Los cables Copper-Clad Steel serán diseñados y construidos para que se garantice su funcionamiento en las condiciones que se indican en las tablas 1 y 2.

**Tabla 1. Condiciones del Sistema Eléctrico**

Voltaje Nominal del Sistema Media Tensión (kV rms)	13.2kV / 34.5kV
Frecuencia Nominal (Hz)	60
Número de Fases	2 - 3
Sistema de Tierra en la subestación	Sólidamente aterrizado

Compañía Energética de Occidente		ESPECIFICACIÓN TÉCNICA CABLE COPPER-CLAD STEEL
ET- CO-05-11	12 OCT 2011	GERENCIA DISTRIBUCIÓN

**Tabla 2. Condiciones Medio Ambientales**

Rango de Altura (msnm)	1 000 – 2 800
Temperatura Máxima promedio (°C)	30
Temperatura Mínima promedio (°C)	5
Humedad Relativa (%)	80
Velocidad de Viento Media (km/h)	8
Nivel Cerámico (Días/año)	> 100
Nivel de contaminación (IEC 60815)	c (Medio)
Amenaza Sísmica	Alta

#### 4. NORMAS

Los cables Copper-Clad Steel se deben fabricar de acuerdo con lo especificado en las Normas que se relacionan y de acuerdo con la información de la presente especificación. En todo caso se entiende que se debe aplicar la última versión vigente de cada norma.

Compañía Energética de Occidente		ESPECIFICACIÓN TÉCNICA CABLE COPPER-CLAD STEEL
ET- CO-05-11	12 OCT 2011	GERENCIA DISTRIBUCIÓN

**Tabla 3. Normas Aplicables**

ASTM B228	Standard Specification for Concentric-Lay-Stranded Copper-Clad Steel Conductors
ASTM B227-2010	Standard Specification for Hard-Drawn Copper-Clad Steel Wire.
NTC 469 (ASTM B193)	Método de ensayo para la determinación de la resistividad de materiales conductores eléctricos
NTC ISO 2859-1	Procedimiento de muestreo para inspección para atributos. Parte 1.
NTC - ISO 14001	Sistema de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso
NTC-ISO 9000	Sistema de gestión de la calidad. Requisitos
RETIE	Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas

El proponente podrá usar otras normas diferentes a las indicadas siempre que tengan reconocimiento internacional y que garanticen a criterio de la COMPAÑÍA ENERGÉTICA DE OCCIDENTE S.A. E.S.P. unas exigencias iguales o superiores a las de la presente especificación; en este caso el proponente debe adjuntar una copia de las normas que esté cumpliendo traducidas al idioma Español ó Inglés.

## 5. REQUISITOS DE CALIDAD

El proponente y el fabricante deben tener implementados procedimientos de calidad que garanticen que los cables Copper-Clad Steel son fabricados y ensayados siguiendo las normas indicadas en esta especificación, igualmente deben tener implementados procedimientos que garanticen el cumplimiento de las políticas ambientales. Los anteriores Requisitos de Calidad serán demostrados con los siguientes Certificados:

- ISO 9001 – 2008 Sistemas de Gestión de la Calidad.

Compañía Energética de Occidente		ESPECIFICACIÓN TÉCNICA CABLE COPPER-CLAD STEEL
ET- CO-05-11	12 OCT 2011	GERENCIA DISTRIBUCIÓN

- ISO 14001- 2004 Sistemas de Gestión Medio Ambiental.
- NTC ISO/IEC 17025 – 2005 – Requisitos Generales para la Competencia de laboratorios de Ensayo y Calibración.

La COMPAÑÍA ENERGÉTICA DE OCCIDENTE S.A. E.S.P se reserva el derecho de verificar la documentación y los procedimientos relativos a la fabricación y ensayos de los cables, el fabricante y el proveedor se obligan a poner a disposición la documentación requerida.

## 6. REQUISITOS DE LOS CABLES COPPER-CLAD STEEL

### 6.1 REQUISITOS CONSTRUCTIVOS

El fabricante o proveedor debe cumplir con los requerimientos indicados en la norma ASTM B228. Los alambres deberán estar compuestos de un núcleo de acero con un revestimiento uniforme de cobre a lo largo de todo el alambre de acuerdo a la norma ASTM B227.

El grado del cable deberá ser del tipo 40 HS, el cual determina un 40% de conductividad y provee de una alta resistencia mecánica. El material deberá ser resistente a los ambientes y tierras agresivas a la corrosión, al salitre y a cualquier agente externo que conlleve al deterioro del mismo.

Los cables Copper-Clad Steel deberán contar con un cableado concéntrico y deberán ser fabricados con alambres redondos de acero recubiertos de cobre de acuerdo con la norma ASTM B228. La relación de las sucesivas capas de los alambres se ajustará a lo establecido en el apartado 6 de la norma ASTM B228. La dirección de la capa exterior deberá ser a izquierdas, los sentidos de los cableados en las sucesivas capas serán opuestos.

Compañía Energética de Occidente		ESPECIFICACIÓN TÉCNICA CABLE COPPER-CLAD STEEL
ET- CO-05-11	12 OCT 2011	GERENCIA DISTRIBUCIÓN

El cable Copper-Clad Steel en su acabado debe ser cilíndrico, limpio y libre de cualquier tipo de imperfecciones, torceduras, fisuras, incrustaciones que puedan afectar sus requisitos eléctricos y/o mecánicos.

El área de la sección transversal del cable completo no será inferior al 98% de los indicados en la tabla 4 del presente documento. El área de la sección transversal del cable deberá ser considerado como la suma de las áreas de las secciones transversales de los alambres que lo componen. El recubrimiento de cobre del alambre no deberá ser menor al 10% del radio del alambre.

## 6.2 REQUISITOS DIMENSIONALES

Los requisitos dimensionales de los cables y los alambres Copper-Clad Steel se ajustarán a lo establecido en la Norma ASTM B 228 y ASTM B 227, cuyos principales requisitos se indican en la tabla 4:

**Tabla 4. Requisitos Dimensionales**

Calibre Pulgadas	Alambre Copper-Clad Steel		Cable Copper-Clad Steel		
	No. Alambres	Diámetro alambres (mm)	Diámetro del cable (mm)	Sección del cable (mm <sup>2</sup> )	Sección del cable (kcmil)
5/16	7	2,59	7,77	36,83	72,68
3/8	7	3,26	9,78	58,56	115,6

Fuente: Tomado de ASTM B 227 – ASTM B 228

El área de la sección del cable no puede ser inferior al 98% del área de la sección especificada en la tabla 4.

Compañía Energética de Occidente		ESPECIFICACIÓN TÉCNICA CABLE COPPER-CLAD STEEL
ET- CO-05-11	12 OCT 2011	GERENCIA DISTRIBUCIÓN

### 6.3 REQUISITOS MECÁNICOS

Los requisitos mecánicos de los alambres deberán estar de acuerdo con la norma ASTM B227, cuyos principales valores están indicados en la tabla 5.

**Tabla 5. Requisitos Mecánicos**

Calibre Pulgadas	Grado del Cable	Carga de Rotura (daN)	Densidad a 20°C (g/cm³)	Modulo de elasticidad (GPa)	Coefficiente de dilatación lineal °C-1
5/16	40HS	3 168	8,24	160	0,0000129
3/8	40HS	4 653	8,24	160	0,0000129

Fuente: Tomado de ASTM B 228

### 6.4 REQUISITOS ELÉCTRICOS

La resistividad del cable no debe superar los valores indicados en la tabla 6.

**Tabla 6. Requisitos Eléctricos**

Cable	5/16	3/8
Resistencia eléctrica con C.C a 20°C (Ω/km) para cualquier elemento del lote.	≤ 1,2061	≤ 0,759

Fuente: Tomado de ASTM B 228

## 7. IDENTIFICACIÓN Y MARCADO

Las marcas que lleva cada bobina se ajustarán a lo establecido en la Norma ASTM B 228.

Compañía Energética de Occidente		ESPECIFICACIÓN TÉCNICA CABLE COPPER-CLAD STEEL
ET- CO-05-11	12 OCT 2011	GERENCIA DISTRIBUCIÓN

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 cable).
- Peso del cable.
- Longitud del cable.
- Tamaño del cable.
- Tipo de cable.
- Tipo de galvanizado.
- Flecha indicadora del desenrollado.
- Nombre del fabricante y lote de fabricación.
- Año de Fabricación

Al final del cable deberá ir una etiqueta pegada, con las siguientes características:

- Peso neto de la bobina (sin cable).
- Peso del cable.
- Longitud del cable.
- Calibre del cable.
- Tipo de cable.

## 8. ENSAYOS

### 8.1 PRUEBAS DE RUTINA

Los cables Copper-Clad Steel y los alambres deberán satisfacer las pruebas que se establecen en las normas ASTM B228 y ASTM B227 y que se listan a continuación:

- Inspección de la superficie del cable
- Ensayo resistencia eléctrica del cable

Compañía Energética de Occidente		ESPECIFICACIÓN TÉCNICA CABLE COPPER-CLAD STEEL
ET- CO-05-11	12 OCT 2011	GERENCIA DISTRIBUCIÓN

- Carga de Rotura del cable
- Ensayo de sección transversal.
- Ensayos de torcedura del alambre
- Ensayo de recubrimiento de cobre

La sección de los alambres de Copper-Clad Steel no será inferior a la indicada en el apartado 6.2 del presente documento. La medida de la resistividad indicada se realizará conforme a lo establecido en la Norma NTC 469 (ASTM B 193).

Antes de realizar las pruebas de aceptación el proveedor deberá presentar para aprobación por parte de la COMPAÑÍA ENERGÉTICA DE OCCIDENTE S.A E.S.P los planos con las dimensiones, detalles del carrete y el diseño del rótulo metálico de identificación de los mismos.

## 8.2 PRUEBAS DE ACEPTACIÓN

Las pruebas de aceptación se definen como todas las pruebas realizadas sobre el producto completamente terminado para su aprobación o rechazo. Todas las pruebas se efectuarán en los laboratorios del fabricante.

El fabricante de los cables Copper-Clad Steel avisará con 15 días de antelación al inspector de la COMPAÑÍA ENERGÉTICA DE OCCIDENTE S.A. E.S.P. la fecha de realización de las pruebas para que estos se realicen en presencia del mismo.

COMPAÑÍA ENERGÉTICA DE OCCIDENTE S.A. E.S.P. podrá declinar la realización de estas pruebas para que sea el propio fabricante el que los realice con la consiguiente entrega de resultados.

Cada bobina no deberá llevar más de una sola longitud de cable, la longitud del cable en las bobinas será indicada por la COMPAÑÍA ENERGÉTICA DE OCCIDENTE S.A. E.S.P. y tendrá una tolerancia de - 0 % + 0,5 %; la longitud total recibida tendrá una tolerancia de -0% + 0,5 % de la longitud total del pedido.

Compañía Energética de Occidente		ESPECIFICACIÓN TÉCNICA CABLE COPPER-CLAD STEEL
ET- CO-05-11	12 OCT 2011	GERENCIA DISTRIBUCIÓN

Los alambres a probar en las pruebas de aceptación se extraerán de una longitud de cable previamente separada de la bobina de al menos 4m. Para la toma de probetas se desechará el primer metro de la punta del cable.

El peso del cable se realizará en una bascula de precisión que será calibrada y contrastada periódicamente y cuantas veces lo exija COMPAÑÍA ENERGÉTICA DE OCCIDENTE S.A. E.S.P. El pesado del conductor se realizará pesando primero la bobina vacía y posteriormente la bobina con su conductor. El tamaño de la muestra y los valores de aceptación o rechazo del lote se indican en la tabla 7; esos valores corresponden a las directrices indicadas en la norma NTC-ISO 2859-1 con un plan de muestreo simple, una categoría de inspección normal, un nivel de inspección S1 y un nivel de aceptación (NAC) del 4%. Si el fabricante realiza los ensayos al tiraje completo de su producción no se requiere que se realicen las pruebas a las bobinas con el muestreo indicado en la tabla 7; en todo caso se deben adjuntar las copias de los ensayos y cumplir con los procedimientos de la presente especificación.

**Tabla 7. Niveles de Aceptación NAC**

Tamaño del lote	Tamaño de la muestra	Aceptado	Rechazado	Tipo Muestreo
2 a 8	2	0	1	Simple
9 a 15	2	0	1	Simple
16 a 25	2	0	1	Simple
26 a 50	2	0	1	Simple
51 a 90	3	0	1	Simple
91 a 150	3	0	1	Simple
151 a 280	3	0	1	Simple
281 a 500	3	0	1	Simple
501 a 1 200	5	0	1	Simple

Compañía Energética de Occidente		ESPECIFICACIÓN TÉCNICA CABLE COPPER-CLAD STEEL
ET- CO-05-11	12 OCT 2011	GERENCIA DISTRIBUCIÓN

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

## **9. ALCANCE DEL SUMINISTRO**

### **9.1 CABLE COPPER-CLAD STEEL**

Comprende el suministro puesto en sitio y transporte hasta los almacenes de la COMPAÑÍA ENERGÉTICA DE OCCIDENTE S.A. E.S.P.

### **9.2 TRANSPORTE**

Los cables Copper-Clad Steel serán entregados en el lugar especificado por la COMPAÑÍA ENERGÉTICA DE OCCIDENTE S.A. E.S.P. Los costos asociados al transporte ya sea marítimo, aéreo ó terrestre serán por cuenta del proveedor. El proveedor deberá cumplir con la reglamentación vigente de las autoridades de tránsito en Colombia para el transporte de ese tipo de productos. Si durante el transporte el proveedor causa daños a terceros será el proveedor el responsable de las indemnizaciones a que hubiere lugar dejando a la COMPAÑÍA ENERGÉTICA DE OCCIDENTE S.A. E.S.P libre de cualquier responsabilidad.

### **9.3 EMPAQUE**

Todos los cables deben suministrarse en carretes de madera o poliéster y deben tener una estructura suficientemente resistente para que pueda soportar el manejo durante el transporte, cargue, descargue y todas las operaciones de instalación del cable. Los extremos del cable deben atravesar el ala del carrete y asegurarse convenientemente para evitar el desembobinado.

Compañía Energética de Occidente		ESPECIFICACIÓN TÉCNICA CABLE COPPER-CLAD STEEL
ET- CO-05-11	12 OCT 2011	GERENCIA DISTRIBUCIÓN

El orificio para el manejo de los carretes deberá ser cilíndrico recto, centrado en su eje, con un diámetro mínimo de 75 mm provisto de flanche metálico en cada cara del carrete. El diámetro del tambor deberá ser al menos 30 veces mayor que el del cable.

Todos los carretes de madera deberán tener orificios de drenaje a lo largo de cada ala, lo más cerca posible a la parte inferior del recubrimiento del tambor.

La última capa de cable deberá ser envuelta con polietileno de alta densidad que preserve el cable de la humedad, esta capa plástica deberá asegurarse con zunchos plásticos.

Los carretes deberán ser entamborados de tal manera que se prevenga el deterioro del cable. Los listones se fijarán firmemente a los bordes del carrete por medio de bandas de acero (zunchos). Los carretes de madera deberán ser sometidos a un tratamiento de preservación que garantice que se conserven a la intemperie por un período mínimo de un (1) año. El proponente deberá indicar en su propuesta el elemento preservativo que utilizará, con la garantía de tiempo de preservación emitida por el fabricante del carrete.

Los carretes deberán estar debidamente marcados como se indica en el numeral 7.

#### 9.4 DOCUMENTOS

El proveedor dentro de su propuesta debe suministrar como mínimo los siguientes documentos:

- Copias e informe de los ensayos realizados a los cables de acuerdo con la presente especificación.
- Certificado de conformidad de producto de acuerdo con el RETIE.
- Manuales de Garantía de Calidad
- Registro de Trazabilidad del pedido:
  - Referencia del pedido de COMPAÑÍA ENERGÉTICA DE OCCIDENTE S.A. E.S.P.
  - Número del lote de producción.
  - Número de unidades del lote que incluye el pedido.
  - Punto (s) de entrega de los cables Copper-Clad Steel

Compañía Energética de Occidente		ESPECIFICACIÓN TÉCNICA CABLE COPPER-CLAD STEEL
ET- CO-05-11	12 OCT 2011	GERENCIA DISTRIBUCIÓN

## 9.5 ENSAYOS

Dentro del alcance quedan incluidos todos los ensayos indicados en la presente especificación y en las normas referenciadas.

## 10 DOCUMENTOS DE LA OFERTA

El proponente deberá presentar toda la documentación que considere pertinente para definir lo más exactamente posible los cables ofertados. Adicionalmente debe presentar la siguiente documentación:

- Ficha Técnica del anexo 1 totalmente diligenciada y completada con las características particulares.
- Lista de discrepancias a la presente especificación.
- Certificado de Conformidad de producto con el RETIE.
- Certificación Vigente de Gestión de la Calidad ISO 9001-2008 con alcance
- Certificación Vigente de Gestión Ambiental ISO 14001-2004
- Certificado NTC ISO/IEC 17025 – 2005 – Requisitos Generales para la Competencia de laboratorios de Ensayo y Calibración.
- Catálogo Comercial de los cables Copper-Clad Steel