

NORMA DE DISTRIBUCIÓN

NO-DIS-MA-1507

**LÍNEAS AÉREAS PROTEGIDAS PARA
REDES DE MEDIA TENSIÓN**

FECHA DE APROBACIÓN: 19/05/09

ÍNDICE

0.-	REVISIONES.....	2
1.-	OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN.....	3
2.-	DEFINICIONES/SÍMBOLOS/ABREVIATURAS	3
3.-	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.....	3
3.1.-	CARACTERÍSTICAS GENERALES	3
3.2.-	CARACTERÍSTICAS ELECTROMECÁNICAS	3
3.2.1 -	TENSIÓN NOMINAL	3
3.3.-	CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y DIMENSIONALES	3
3.3.1.-	CONDUCTOR.....	3
3.3.2.-	BLOQUEO DE HUMEDAD.....	4
3.3.3.-	PANTALLA SEMICONDUCTORA.....	4
3.3.4.-	CUBIERTA EXTERIOR.....	4
4.-	DESIGNACIÓN E IDENTIFICACIÓN.....	5
4.1.-	FORMA DE DESIGNACIÓN.....	5
4.1.1.-	EJEMPLO DE DESIGNACIÓN.....	5
4.2.-	IDENTIFICACION DEL CABLE	5
5.-	ENSAYOS	6
5.1.-	ENSAYOS DE TIPO.....	6
5.1.1.-	ENSAYOS ELÉCTRICOS	6
5.1.2.-	ENSAYOS NO ELÉCTRICOS.....	8
5.2.-	ENSAYOS DE RUTINA.....	11
5.2.1.-	Medición de resistencia eléctrica del conductor	11
5.2.2.-	Ensayo de tensión eléctrica aplicada al conductor.....	11
5.3.-	ENSAYOS DE RECEPCIÓN	11
5.3.1.-	REPETICIÓN DE LOS ENSAYOS DE RUTINA	11
5.3.2.-	MEDICIÓN DEL LARGO DE EXPEDICIÓN	11
5.3.3.-	ENSAYOS DE MUESTREO.....	12
6.-	EMBALAJE PARTICULAR	13
7.-	CÓDIGOS UTE.....	13
8.-	NORMAS DE REFERENCIA	14
9.-	PLANILLA DE DATOS GARANTIZADOS	15
10.-	ANEXOS.....	18
10.1.-	ANEXO A) TABLA DE REQUISITOS FÍSICOS DE LA PANTALLA SEMICONDUCTORA. 18	
10.2.-	ANEXO B) TABLA DE REQUISITOS FÍSICOS DE LA CUBIERTA EXTERIOR DE PROTECCIÓN.....	18
10.3.-	ANEXO C) ENSAYO DE TRAKING ELÉCTRICO.....	20
10.4.-	ANEXO D) ENSAYO DE ABRASIÓN.....	22
10.5.-	ANEXO E) ENSAYO DE PENETRACIÓN DE AGUA.....	22

0.- REVISIONES

MODIFICACIONES A LA VERSIÓN 05 DE 01 DEL 2007	
APARTADO	DESCRIPCIÓN
	Se cambia el formato a la Norma de acuerdo a FO-DIS-MA-0002/00.
	Se crean los apartados pertinentes de acuerdo a FO-DIS-MA-0002/00 y se reordena la información.
	Se cambia la norma de referencia N.MA-15.03 por NO-DIS-MA-1503
5.1	Se adaptan los ensayos de tipo y recepción, conforme a la norma NBR 11873
	Se incorpora la repetición de los ensayos de Rutina y la medición del largo de bobina como parte de los ensayos de Recepción.
	Se incorpora Anexo sobre "Ensayo de tracking eléctrico"
ANEXO A	Se modifica en el Anexo A el valor de "Temperatura de fragilización (máxima)"
MODIFICACIONES A LA VERSIÓN 05 DE 01 DEL 2006	
APARTADO	DESCRIPCIÓN
2.4	Se admite también la construcción de la cubierta aislante de XLPE en una sola capa, además de la opción de construcción en dos capas de la versión anterior.

1.- OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

La presente Norma tiene por objeto establecer las características de los conductores protegidos a utilizar en las redes aéreas de Media Tensión, definir los ensayos de tipo, rutina y de recepción que deben satisfacer e indicar las corrientes admisibles según el tipo de conductor.

2.- DEFINICIONES/SÍMBOLOS/ABREVIATURAS

XLPE - Polietileno reticulado

3.- CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

3.1.- CARACTERÍSTICAS GENERALES

Los cables objeto de esta Norma serán de 70 mm² y 95 mm². Independientemente de su sección, cada cable estará construido de la siguiente manera:

- Conductor
- Bloqueo de humedad
- Pantalla semiconductora
- Cubierta exterior

3.2.- CARACTERÍSTICAS ELECTROMECÁNICAS

3.2.1 – TENSIÓN NOMINAL

La tensión nominal normalizada (entre fases) será de 15 KV.

3.3.- CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y DIMENSIONALES

3.3.1.- CONDUCTOR

El conductor será cableado, los alambres serán de aleación de aluminio de acuerdo a la norma NO-DIS-MA-1503.

3.3.2.- BLOQUEO DE HUMEDAD

En adición a las especificaciones de NO-DIS-MA-1503, se exigirá el bloqueo de humedad a lo largo del conductor, lo cual se efectuará durante el proceso de cableado de los alambres del mismo. El material de bloqueo será compatible química y térmicamente con los componentes del conductor.

3.3.3.- PANTALLA SEMICONDUCTORA

La pantalla semiconductora se colocará por sobre el conductor, y deberá estar constituida por una camada extruída de compuesto semiconductor termo fijo.

Será fácilmente removible y no adherente al conductor. Térmicamente deberá tener iguales o mejores características que la cubierta exterior.

3.3.3.1.- *Espesor medio y mínimo*

El espesor medio de la pantalla semiconductora debe ser igual o superior a 0,4mm y el espesor mínimo en cualquier punto de una sección transversal del cable deberá ser mayor o igual a 0,32mm.

3.3.4.- CUBIERTA EXTERIOR

La cubierta exterior de protección deberá estar constituida por un compuesto extruído a base de polietileno reticulado químicamente, de designación XLPE según IEC 60502-2, y apto para una temperatura máxima nominal del conductor de 90°C en servicio normal y de 250°C para cortocircuito de duración máxima 5 segundos.

Deberá ser continua y uniforme en todo el largo del cable, y se adherirá perfectamente a la pantalla semiconductora, de modo de no permitir la existencia de vacíos entre ambas capas.

La cubierta exterior deberá ser resistente a las descargas superficiales (carbonización), a la abrasión y a la intemperie. Su aplicación será en una o dos capas, siendo en este último caso la más exterior resistente a los fenómenos antes mencionados.

3.3.4.1.- *Espesor nominal*

El espesor nominal total de la cubierta exterior será de 3mm.

El espesor medio en cualquier sección transversal, no será inferior a dicho valor nominal.

Su espesor mínimo, en un punto cualquiera de una sección transversal, no podrá diferir del valor nominal especificado en más que en 0.1mm + 10 % de dicho valor nominal.

En el caso de optarse por la aplicación en dos capas, el espesor nominal de la capa externa resistente a la intemperie no será inferior que la mitad del espesor nominal total de la cubierta.

3.3.4.2.- Diámetro sobre la cubierta exterior

El diámetro medido sobre la cubierta exterior estará comprendido entre los siguientes valores:

	Diámetro exterior Mínimo (mm)	Diámetro exterior Máximo (mm)
Cable 70 mm ²	16,4	18,9
Cable 95 mm ²	18,1	20,6

4.- DESIGNACIÓN E IDENTIFICACIÓN

4.1.- FORMA DE DESIGNACIÓN

La designación de los cables se efectuará por medio de siglas que indiquen las características siguientes:

- Nombre del fabricante
- Clase de tensión (KV)
- Designación del conductor, según el punto 4 de la norma NO-DIS-MA-1503 (conductor de aleación de aluminio).
- Material de la cubierta exterior (XLPE)
- Año de fabricación
- La inscripción: "Peligro: cable no aislado" en caracteres bien visibles y que destaquen del color de fondo del cable

4.1.1.- EJEMPLO DE DESIGNACIÓN

Cable aislado en XLPE, tensión 15 kV, conductor de aleación de aluminio de 95 mm² de sección:

(FABRICANTE) - 15 KV - AL-AL 95 - XLPE - (AÑO) - "PELIGRO: CABLE NO AISLADO"

4.2.- IDENTIFICACION DEL CABLE

La superficie externa de la cubierta exterior llevará una marca indeleble a intervalos regulares de hasta 50cm que identifique claramente al fabricante, la designación completa del cable y el año de fabricación (por medio de las dos últimas cifras).

La marca deberá realizarse con caracteres indelebles y resistentes a los efectos de la intemperie.

Ejemplo de marca de identificación de un cable fabricado en 1992:

XXXXX S.A. - 15 KV - AL-AL 95 - XLPE - 92 - "PELIGRO: CABLE NO AISLADO"

5.- ENSAYOS

5.1.- ENSAYOS DE TIPO

Son los ensayos a efectuar sobre una sola muestra o sobre algunas muestras de un tipo de cable para comprobar que cumple con las especificaciones técnicas exigidas.

Los ensayos de tipo se clasifican en ensayos eléctricos y ensayos no eléctricos. Las condiciones generales de ensayo serán:

Temperatura ambiente:	20° C \pm 10°C para los ensayos dieléctricos 20° C \pm 5°C para los demás ensayos
Tensión de ensayo a frecuencia industrial:	Frecuencia entre 49 Hz y 51 Hz. Onda prácticamente sinusoidal Otros detalles según Norma IEC 60060-1.

Si uno cualquiera de estos ensayos no es satisfactorio, se considerará que el cable no cumple con las especificaciones técnicas exigidas.

5.1.1.- ENSAYOS ELÉCTRICOS

Apartado	Ensayo
5.1.1.1	Medición de resistencia eléctrica del conductor
5.1.1.2	Ensayo de tensión eléctrica aplicada al conductor
5.1.1.3	Resistencia del aislamiento a temperatura ambiente
5.1.1.4	Tensión eléctrica aplicada en la superficie de la cubierta
5.1.1.5	Resistencia al "tracking" eléctrico
5.1.1.6	Permisividad relativa (cuando UTE lo requiera)

5.1.1.1.- Resistencia eléctrica del conductor

La resistencia eléctrica del conductor, referida a 20°C será conforme a la tabla III de la norma NO-DIS-MA-1503 (conductores de aleación de aluminio).

5.1.1.2.- Ensayo de tensión aplicada al conductor

Previamente al mismo el largo de cable a ensayar debe ser sumergido completamente en agua durante un intervalo de tiempo no inferior a una hora.

La tensión debe ser aplicada entre el conductor y el agua, durante 5 minutos, sin que se presente perforación de la aislación.

El valor eficaz de tensión alterna aplicada será de 6 KV por milímetro de espesor nominal de cubierta exterior.

Como alternativa, el ensayo puede realizarse bajo tensión continua, durante un tiempo de 5 minutos, con un valor de tensión equivalente a 14,4 KV por milímetro de espesor nominal de cubierta exterior.

5.1.1.3.- Resistencia de aislamiento a temperatura ambiente

La medición de la resistencia de aislamiento debe ser hecha con una tensión continua de valor 300 V a 500 V, aplicada por un tiempo mínimo de 1 minuto y máximo de 5 minutos.

La resistencia de aislamiento del cable, referida a un largo de 1Km, no debe ser inferior que el valor calculado con la siguiente fórmula:

$$R_i = K_i * \log \frac{D}{d}$$

Donde:

R_i = resistencia de aislamiento, en $M\Omega.Km$

K_i = constante de aislamiento, de valor 3700 $M\Omega.Km$ para una temperatura de 20°C

D = diámetro nominal sobre la cubierta exterior del cable, en mm

d = diámetro nominal bajo la cubierta exterior del cable, en mm

Cuando la medición es realizada a diferente temperatura, se deben emplear los factores de corrección de temperatura pertinente. Como referencia se cita la tabla A.5 de NBR 11873:2003

5.1.1.4.- Tensión eléctrica aplicada en la superficie de la cubierta

Se extraerá una muestra de cable de al menos 30cm, la cual será inmersa en agua a temperatura ambiente durante al menos 30 minutos (dejando los extremos de la muestra del cable fuera de la misma).

A continuación, la muestra debe ser retirada del agua, secándose su superficie. Luego serán enrollados alambres de cobre, de diámetro aproximado 1mm, en dos lugares equidistantes de los extremos de la muestra y separados por una distancia de 150mm. Estos alambres serán utilizados como electrodos. Por último se debe aplicar tensión de valor eficaz 15kV y frecuencia industrial durante 1 minuto.

Resultado: La resistividad de la superficie de la cubierta debe ser tal que soporte esta tensión sin producirse arco eléctrico ni se queme el material de la cubierta.

5.1.1.5.- Resistencia al “tracking” eléctrico

Se extraerán diez muestras de cable, cinco de ellas serán sometidas a 2000 horas de envejecimiento en cámara de intemperismo artificial.

Se debe aplicar tensión inicial de 2.5kV para muestras sin envejecer y 2.25kV para muestras envejecidas. Cada intervalo de 1 hora la tensión se debe aumentar 0.25kV.

Método de ensayo según Anexo C.

Para tensiones de hasta 2.75kV para cable nuevo o de 2.50kV para cable envejecido, no deben ocurrir las siguientes situaciones:

- Interrupción del circuito de ensayo por actuación automática del disyuntor
- Erosión del material que impida seguir con el ensayo
- Aparición de llamas en el material

Nota: Se aceptará otro ensayo propuesto por el fabricante, en sustitución del especificado, siempre que sea de una exigencia mayor.

5.1.1.6.- Permisividad relativa

UTE se reserva el derecho de exigir un ensayo de medición de la permisividad relativa del compuesto de XLPE. En ese caso, el ensayo debe ser realizado en una muestra de cable completo de al menos 3 metros de longitud a temperatura ambiente.

La muestra debe ser inmersa en agua al menos durante 1 hora antes del ensayo. Se realiza la medida de capacitancia en μF y es convertida a $\mu F / km$

El calculo de la permisividad relativa y la realización del ensayo debe ser conforme a NBR 7295.

5.1.2.- ENSAYOS NO ELÉCTRICOS

Apartado	Ensayo
5.1.2.1	Verificación de la construcción del cable
5.1.2.2	Ensayos físicos de la pantalla semiconductora
5.1.2.3	Ensayos físicos de la cubierta exterior
5.1.2.4	Ensayos mecánicos de la cubierta antes y después del envejecimiento artificial en cámara de UV
5.1.2.5	Tracción y ruptura del conductor
5.1.2.6	Temperatura de fusión y de oxidación del material de la cubierta exterior
5.1.2.7	Resistencia a la abrasión
5.1.2.8	Resistencia a la penetración longitudinal de agua

5.1.2.1.- Verificación de la construcción del cable

Se verificarán todas las condiciones exigidas para el conductor, la pantalla semiconductora y la cubierta exterior (puntos 3.3.1, 3.3.2 y 3.3.3 de la presente Norma).

5.1.2.2.- Ensayos físicos de la pantalla semiconductora

El compuesto que conformará la pantalla semiconductora deberá cumplir con los requisitos especificados en la tabla del Anexo A.

5.1.2.3.- Ensayos físicos de la cubierta exterior

El compuesto que conformará la cubierta exterior de protección deberá cumplir con los requisitos especificados en el Anexo B.

5.1.2.4.- Ensayos mecánicos de la cubierta antes y después del envejecimiento artificial en cámara de UV

Este requisito es aplicable al compuesto que conforma la cubierta de los cables previstos por esta Norma (XLPE), antes de su aplicación en el cable.

Deben ser preparadas diez muestras, siendo cinco para ensayar la elongación de ruptura sin envejecimiento y las otras cinco para luego del mismo.

El ensayo debe ser realizado conforme a la metodología y conforme a las condiciones descritas en ASTM G 155 (Método A).

Las muestras para los ensayos mecánicos deben ser retiradas después del envejecimiento de la fase expuesta a la radiación lo mas próximo posible de la superficie externa. Deben ser preparados conforme a IEC 60811-1-1.

El material deberá ser sometido a las condiciones de ensayo durante 2000 horas.

Después del ensayo las muestras no deben presentar variación de elongación a ruptura de tracción superior a 25% en relación a sus respectivos valores originales.

5.1.2.5.- Tracción y ruptura del conductor

Deben ser ensayados tres muestras de longitud adecuada. Se remueven el tramo suficiente de las cubiertas con el fin de utilizar una pinza o elemento de fijación adecuado.

El valor de la carga de ruptura del cable completo debe ser conforme a NO-DIS-MA-1503.

5.1.2.6.- Temperatura de fusión y de oxidación del material o materiales de la cubierta.

El ensayo debe ser realizado por calorimetría diferencial de barrido (Differential scanning calorimetry, DSC), cubriendo una faja de temperaturas desde temperatura ambiente ($\approx 20^{\circ}\text{C}$) hasta 300°C , con tasa de crecimiento de $10^{\circ}\text{C}/\text{min}$ en atmósfera de O_2 . El análisis debe ser realizado conforme ASTM D 3418 para la temperatura de fusión y conforme ASTM E 2099 para la temperatura de oxidación.

Se extraerán tres probetas, que serán preparados a partir de la cubierta retirada de los cables.

Los cuerpos de prueba deben ser retirados con vaciador de 4mm de diámetro, a partir de la superficie externa de la cubierta y deben poseer cerca de 0.5mm de espesor y deben pesar alrededor de 3mg.

La temperatura de fusión del material de la cubierta deberá ser como mínimo 105°C y no debe haber puntos de transición en temperaturas debajo de esta.

La temperatura de inicio de degradación del material de la cubierta no debe ser inferior a 245°C.

5.1.2.7.- Ensayo de resistencia a la abrasión

Las muestras, retiradas de un tramo de cable completo, deben ser sometidas al dispositivo de ensayo descrito en el Anexo D. Los pesos a ser usados serán de acuerdo a la siguiente tabla:

Diámetro externo del cable	Peso de testeo (g) \pm 5%
≤ 13 mm	400
13 a 16 mm	500
16 a 19 mm	600
19 a 22 mm	700
≥ 22 mm	800

La amplitud de oscilación será no menor a 20 mm. El ensayo consiste en 1000 ciclos, de ida y vuelta, realizándose entre 20 y 30 ciclos por minuto. Cada muestra será sometido al mismo ensayo dos veces, variando la superficie de aplicación girando el cuerpo de prueba 90° en torno de su eje.

Se considerará el ensayo satisfactorio si la lámina de abrasión no alcanza a cortar mas de 0,25 mm de espesor de cubierta.

Nota: Se aceptará otro ensayo propuesto por el fabricante, en sustitución del especificado, siempre que sea a juicio de UTE de una exigencia mayor.

5.1.2.8.- Ensayo de resistencia a la penetración longitudinal de agua

Método de ensayo según Anexo E.

Durante la realización del ensayo, no debe haber escurrimiento de agua por las extremidades de la muestra, a través de los intersticios del conductor.

Nota: Se aceptará otro ensayo propuesto por el fabricante, en sustitución del especificado, siempre que sea de una exigencia mayor.

5.2.- ENSAYOS DE RUTINA

Los ensayos de Rutina los realizará el fabricante sobre todas las longitudes de fabricación. UTE se reserva el derecho de asistir a la realización de los ensayos de Rutina en fábrica. Sobre la totalidad de las bobinas se realizarán los siguientes ensayos:

5.2.1.- Medición de resistencia eléctrica del conductor

Se realizará conforme al apartado 5.1.1.1 de esta norma.

5.2.2.- Ensayo de tensión eléctrica aplicada al conductor

Se realizará conforme al apartado 5.1.1.2 de esta norma.

5.3.- ENSAYOS DE RECEPCIÓN

Los ensayos de recepción comprenderán ensayos sobre muestras de cables terminados extraídas de las bobinas elegidas por el inspector. Cuando el inspector no participe de la totalidad de los ensayos de Rutina en fábrica y de la medición del largo de cada bobina, la recepción comprenderá además lo siguiente:

- a) Se solicitarán los protocolos de los ensayos de Rutina realizados por el fabricante, chequeándose el resultado de los mismos y el largo declarado de cada bobina.
- b) Se incluirán además como ensayos de Recepción la repetición de los ensayos de Rutina y la Medición del largo de expedición sobre un número de bobinas igual al 10% (o entero superior) del total de bobinas del pedido presentado a la recepción, que serán seleccionadas por el inspector. Estas pruebas deberán arrojar resultados conformes con lo exigido, en caso contrario la partida deberá ser rechazada.

Para los ensayos de Recepción sobre muestras de cable terminado se establecerá el siguiente criterio: Si uno cualquiera de estos ensayos no es satisfactorio, se someterán a ensayo dos nuevas muestras del mismo lote de cables. Si los dos contra ensayos resultan satisfactorios se considerará que el conjunto de los cables del lote cumple las prescripciones exigidas. En caso contrario no se aceptará el conjunto de los cables del lote.

5.3.1.- REPETICIÓN DE LOS ENSAYOS DE RUTINA

Se realizarán (si corresponde) según punto 5.2 de esta Norma. Además de la conformidad de los resultados obtenidos se verificará la coherencia de los mismos con los protocolos declarados por el fabricante.

5.3.2.- MEDICIÓN DEL LARGO DE EXPEDICIÓN

La verificación del largo declarado se realizará mediante cuenta metro calibrado. Cuando esta medición no sea posible se podrá utilizar en acuerdo entre el inspector y el fabricante alguno de los siguientes métodos alternativos (en los cuales el largo se deduce por cálculo):

- a) Por peso de la bobina completa, conociendo la tara de la bobina y midiendo el peso por metro del cable.

b) Midiendo la resistencia eléctrica de una muestra de un largo conocido del mismo tipo de cable, además de medir la bobina entera.

En ningún caso el largo medido según alguno de estos métodos podrá ser inferior a lo declarado por el fabricante para cada bobina.

5.3.3.- ENSAYOS DE MUESTREO

Además de los ensayos anteriores, y como condición complementaria para la recepción de un lote de cables, se efectuarán ensayos de muestreo.

Sobre el número de muestras indicado en el cuadro que sigue,

Longitud del cable	Número de muestras
De 4 a 20 km	1
De 20 a 40 km	2
De 40 a 60 km	3
Etc.	Etc.

tomadas de los cables fabricados para el suministro, a condición de que la longitud total del suministro sea superior a 4 km, se realizarán los ensayos indicados:

5.3.3.1.- Verificación de la construcción del cable

Se verificarán todas las condiciones exigidas para el conductor, la pantalla semiconductor y la cubierta exterior (puntos 3.3.1, 3.3.2, 3.3.3 y 3.3.4 de la presente Norma).

5.3.3.2.- Ensayo de tracción en la cubierta exterior sin envejecimiento

Según tabla de ensayos del Anexo B, inciso a).

5.3.3.3.- Ensayo de alargamiento en caliente de la cubierta exterior

Según tabla de ensayos del Anexo B, inciso b).

5.3.3.4.- Ensayo de resistencia al tracking eléctrico (sin envejecimiento)

Se realizará el ensayo según el punto 5.1.1.5 de la presente Norma.

5.3.3.5.- Ensayo de contenido de negro de humo

El contenido de negro de humo de una muestra extraída de la capa externa de la cubierta estará comprendido dentro del rango garantizado por el fabricante. El método de ensayo será según la IEC 60811-4-1 punto 11, ASTM D 4218 u otra norma propuesta por el fabricante y aceptada por UTE.

5.3.3.6.- Ensayos tracción y ruptura del conductor

Se realizará el ensayo según el punto 5.1.2.5 de la presente Norma.

NOTA: Como alternativa se puede realizar el ensayo sobre muestras de todos los hilos que conforman el conductor. La resistencia a la rotura de los hilos de aleación de aluminio debe superar 30 kg/mm².

6.- EMBALAJE PARTICULAR

Los carretes se entregarán cerrados en toda su periferia con duelas de madera fijadas en las alas de la bobina que proteja el cable en caso de golpes u otro tipo de agresión.

Los extremos del cable se cubrirán con capuchones termocontraíbles herméticos a la humedad. Los mismos deben ser resistentes a la intemperie y a la radiación solar.

En la periferia de cada bobina deben colocarse 2 flejes a 10 cm de cada tapa, a efectos de que no se salgan las duelas de madera.

Largo de expedición

Se aceptará que hasta un $\pm 5\%$ de los largos del cable de cada ítem puedan ser suministrados en longitudes inferiores a la nominal. Dicha longitud nunca será inferior que dos tercios de la nominal.

Largo nominal de bobina por tipo de cable

- Cable protegido 15 kV AL-AL 1x70mm² XLPE 2000m \pm 5%.
- Cable protegido 15 kV AL-AL 1x95mm² XLPE 2000m \pm 5%.

7.- CÓDIGOS UTE

CODIGO	DESCRIPCION
055996	CABLE PROTEGIDO P/L.A. COND AL-AL 70 mm2
058362	CABLE PROTEGIDO P/L.A. COND AL-AL 95 mm2

8.- NORMAS DE REFERENCIA

NBR 11783	Cables cubiertos con material polimérico para redes aéreas compactas de distribución para el rango de tensión de 13.8kV a 34.5kV
NBR 10296	Material aislante eléctrico. Evaluación de su resistencia al “tracking” eléctrico y erosión bajo severas condiciones ambientales – Método de ensayo.
NBR 7295	Hilos y cables eléctricos. Ensayo de determinación del grado de reticulación. Método de ensayo.
NO-DIS-MA-1503	Conductores de aleación de aluminio
IEC 60502-2	Cables de transporte de energía con aislación extruida y sus accesorios para tensiones nominales de 1kV ($U_m=1.2kV$) a 30kV ($U_m=36kV$). Parte 2: Cables de tensión desde 6kV ($U_m=7.2kV$) hasta 30 kV ($U_m=36kV$)
IEC 60811-1-1	Métodos de ensayos comunes para los materiales de aislación y cubiertas de cables eléctricos. Primera parte: Métodos de aplicación general. Primera sección: Medida de espesores y dimensiones exteriores. Ensayos para determinar las propiedades mecánicas.
IEC 60811-1-4	Métodos de ensayos comunes para los materiales de aislación y cubiertas de cables eléctricos. Primera parte: Métodos de aplicación general. Cuarta sección: Ensayos a baja temperatura.
IEC 60060-1	Ensayos en alta tensión. Definiciones y prescripciones generales relativas a los ensayos.
ASTM G 155	Prácticas estándar de exposición de materiales no metálicos a un aparato de luz de arco de Xenon.
ASTM D 4218	Método de ensayo estándar para determinar el contenido de negro de humo en el compuesto de polietileno.
ASTM D 3418	Método estándar para determinar las temperaturas de transición de polímeros por análisis térmicos
ASTM E 2009	Método estándar para determinar la temperatura de oxidación de hidrocarburos por muestreo con calorimetría diferencial.

9.- PLANILLA DE DATOS GARANTIZADOS

PLANILLA DE DATOS GARANTIZADOS CABLE PARA LINEAS AEREAS PROTEGIDAS DE 15 KV			
ITEM	DATO TÉCNICO	SOLICITADO	GARANTIZADO
1	INFORMACIÓN BÁSICA DEL CABLE		
1.1	Fabricante	---	
1.2	Designación del fabricante	---	
1.3	Normas de fabricación y ensayos	NO-DIS-MA-1507 y sus normas de referencia	
1.4	Tensión de servicio	15 KV	
1.5	Sección nominal conductor	70 mm ² Aleación de Aluminio 95 mm ² Aleación de Aluminio	
1.6	Diámetro exterior del cable	---	70 mm ² : 95 mm ² :
1.7	Tensión de “tracking” del compuesto de la cubierta	mínimo 2,75 KV	
2	CONDUCTOR		
2.1	Número y diámetro nominal de alambres por conductor	70 mm ² : 19 x 2,17 mm 95 mm ² : 19 x 2,52 mm	70 mm ² : 95 mm ² :
2.2	Forma de la sección del conductor	Circular no compacta	
2.3	Carga de rotura mínima (cable completo)	70 mm ² : ≥ 1995 daN 95 mm ² : ≥ 2705 daN	70 mm ² : 95 mm ² :
2.4	Carga de rotura mínima de los alambres (después del cableado)	30 kg/mm ² (294 N/mm ²).	
2.5	Conductor bloqueado (SI/NO)	SI	
2.6	Resistividad de los alambres	Máximo: 0,0328 ohm.mm ² /m a 20°C.	
2.7	Resistencia óhmica del conductor completo a corriente continua y a 20°C	70 mm ² : ≤ 0,4751 Ω /km 95 mm ² : ≤ 0,3523 Ω /km	70 mm ² : 95 mm ² :
2.8	Espesor de semiconductora	Nominal : 0,4 mm Mínimo en cualquier punto: 0,32 mm	
3	CUBIERTA AISLANTE		
3.1	Material de la cubierta aislante	XLPE	

3.2	<p>Espesor nominal de la cubierta:</p> <p>a) Total</p> <p>b) Capa exterior (si corresponde a aplicación en dos capas)</p>	<p>a) Total: 3 mm</p> <p>b) Capa exterior: mínimo 1,5 mm</p>	<p>a)</p> <p>b)</p>
3.3	<p>Contenido de negro de humo (si corresponde)</p> <p>Máximo garantizado</p> <p>Mínimo garantizado</p>	----	<p>a)</p> <p>b)</p>
3.4	Resistividad térmica de la aislación	$\approx 350 \text{ }^{\circ}\text{C} \cdot \text{cm/w}$	
4	CARACTERÍSTICAS TÉRMICAS Y ELÉCTRICAS		
4.1	<p>Intensidad admisible en régimen permanente en las condiciones que se definen en esta Norma:</p> <p><u>Nota:</u> en caso de discrepancia con los valores especificados, adjuntar la memoria de cálculo utilizada</p>	<p>70 mm² \geq 230 A</p> <p>95 mm² \geq 285 A</p> <p>(condiciones de cálculo según punto 6.1 de la presente Norma)</p>	<p>70 mm² :</p> <p>95 mm² :</p>
4.2	Intensidad de corriente de cortocircuito (1 segundo)	<p>70 mm² : \approx 6,4 KA</p> <p>95 mm² : \approx 8,7 KA</p> <p>(condiciones de cálculo según punto 6.2 de la presente Norma)</p>	<p>70 mm² :</p> <p>95 mm² :</p>
5	PESOS LINEALES		
5.1	De cada componente del cable (conductor y cubierta aislante)	---	<p>De conductor (kg/m)</p> <p>70 mm²:</p> <p>95 mm²:</p>
5.2	Del cable completo	<p>70 mm² : \approx 0,345 kg/m</p> <p>95 mm² : \approx 0,430 kg/m</p>	<p>70 mm² :</p> <p>95 mm² :</p>
6	EXPEDICIÓN		
6.1	Largo de expedición	Bobinas de 2000 metros $\pm 5\%$	

			70 mm ²	95 mm ²
6.2	Diámetro total del carrete (m)	---		
6.3	Ancho total del carrete (m)	---		
6.4	Espesor de duelas de cierre (mm)	Espesor $\geq 1.5"$ (1.5" = 38.1 mm)		
6.5	Diámetro interior del buje central	Diámetro $\geq 4"$ (4" = 101.6 mm)		
6.6	Diámetro del cilindro sobre el que se arrolla el cable (m)	Diámetro \geq a 15 veces el diámetro exterior del cable.		
6.7	Bobina con una mano de pintura exterior y tratamiento preservador (SI/NO)	SI		
6.8	Peso del carrete vacío (kg)	---		
6.9	Peso del carrete cargado con un largo de fabricación (kg)	El peso no superará 4 toneladas		

Nota: Completar de acuerdo a las características específicas del objeto de la Norma.

10.- ANEXOS

10.1.- ANEXO A) TABLA DE REQUISITOS FÍSICOS DE LA PANTALLA SEMICONDUCTORA.

Ensayo	Unidad	Requisitos
a) Ensayo de tracción, después de envejecimiento en estufa:		
- temperatura (± 3 °C)	° C	135
- duración	días	7
- elongación a la ruptura (mínimo)	%	100
b) Temperatura de fragilización (máxima)	° C	- 15

10.2.- ANEXO B) TABLA DE REQUISITOS FÍSICOS DE LA CUBIERTA EXTERIOR DE PROTECCIÓN

Ensayo	Unidad	Requisitos
a) Ensayos de tracción		
Sin envejecimiento:		
- resistencia a la tracción (mínima)	Mpa	12,5
- elongación a la ruptura (mínimo)	%	200
Después de envejecimiento en estufa (sin el conductor):		
- temperatura (± 3 °C)	°C	135
- duración	días	7
- variación máxima (*)	%	± 25

Después de envejecimiento en estufa (con el conductor):		
- temperatura (± 3 °C)	° C	150
- duración	días	7
- variación máxima (*)	%	± 30
b) Alargamiento en caliente		
- temperatura (± 3 °C)	°C	200
- tiempo bajo carga	minutos	15
- sollicitación mecánica	Mpa	0,20
- máxima elongación bajo carga	%	175
- máxima elongación después del enfriamiento	%	15
c) Absorción de agua		
- duración de la inmersión	días	14
- temperatura (± 3 °C)	° C	85
- variación máxima permisible de masa	mg/cm ²	1
d) Retracción		
- temperatura (± 3 °C)	° C	130
- duración	horas	1
- retracción máxima permisible	%	4

(*) Diferencia entre el valor medio de la resistencia a la tracción y el elongamiento a la ruptura, obtenidos después del envejecimiento, y los valores medios obtenidos sin envejecimiento, expresada como porcentaje de este último.

10.3.- ANEXO C) ENSAYO DE TRAKING ELÉCTRICO.

Preparación de la muestra:

La preparación de las muestras se debe realizar de acuerdo a la norma NBR 10296, y teniendo en cuenta las siguientes especificaciones:

El largo de cada muestra debe ser de $180\text{mm} \pm 5\text{mm}$. Para el corte, el cable debe ser fijado en una morsa teniendo la superficie protegida.

Se debe realizar el alisamiento de cada superficie seleccionando el lado sin grabado (si este existe)

Utilizando un regador lleno de agua destilado o desionizada, regar agua sobre la superficie e iniciar el lijado con lija de carbono de silicio o de óxido de aluminio, granulación 400 para retirar la oleosidad, brillo y repelencia del agua. Solventes y detergentes químicos deben ser evitados ya que pueden modificar la condición del dieléctrico.

Lijar levemente en el sentido longitudinal, siendo muy importante remover todo el brillo de la superficie. Una misma lija no debe ser usada en más de tres cuerpos de prueba.

Secar con papel, toalla o lienzo de papel después de lijar. Limpiar con gasa humedecida en alcohol isopropílico. Posteriormente se debe aislar las extremidades con cinta aislante.

Preparación de la solución contaminante:

La preparación de la solución contaminante se debe realizar de acuerdo a la norma NBR 10296.

Después de su preparación y equilibrio térmico en ambiente $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, se debe medir su resistividad. Para los fines de este ensayo, el equilibrio térmico consiste en la exposición por al menos 2 horas a la temperatura especificada.

Ensayo:

El ensayo se debe realizar de acuerdo a la norma NBR 10296, método 2, criterio A, teniendo en cuenta los siguientes puntos:

Los electrodos deben ser de acuerdo a la norma NBR 10296, así como también la preparación y montaje del circuito de ensayo.

La fuente o las fuentes de alimentación del o los circuitos de ensayo deben tener potencia suficiente o tener regulación de respuesta rápida para mantener constante la tensión aplicada cuando ocurran centelleos en los cuerpos de prueba.

El flujo del líquido contaminante debe ser de 0.11mL/min para escalones de tensión iguales o inferiores a 2.75kV y de 0.22mL/min para escalones de tensión de 3.0kV y 3.75kV .

En las muestras que fueron envejecidas que no padecieron lijado, el flujo de líquido contaminante debe ocurrir principalmente en la superficie que sufrió la incidencia directa de radiación en la cámara de intemperismo.

La calibración del flujo debe ser hecha antes de cada ensayo y para cada una de las muestras, de acuerdo a los pasos especificados debajo:

Disponer de cinco recipientes graduados y bien identificados

Ajustar la bomba peristáltica y coleccionar la solución por un tiempo mínimo de 10 minutos, en todos los cinco canales simultáneamente

Pesar cada uno de los de los recipientes con solución

Calcular el flujo para cada canal con la fórmula abajo (se supone que la densidad de la solución es igual a 1g/cm³)

Reajustar, hasta que todos los canales presenten una diferencia menor que 5% en relación al valor especificado para el flujo:

$$F = (m1-m2)/t$$

Donde:

F – flujo en milímetros por minuto

m1 – masa del recipiente con solución, en gramos

m2 – tara del recipiente, en gramos

t – tiempo de coleccionar la solución, en minutos

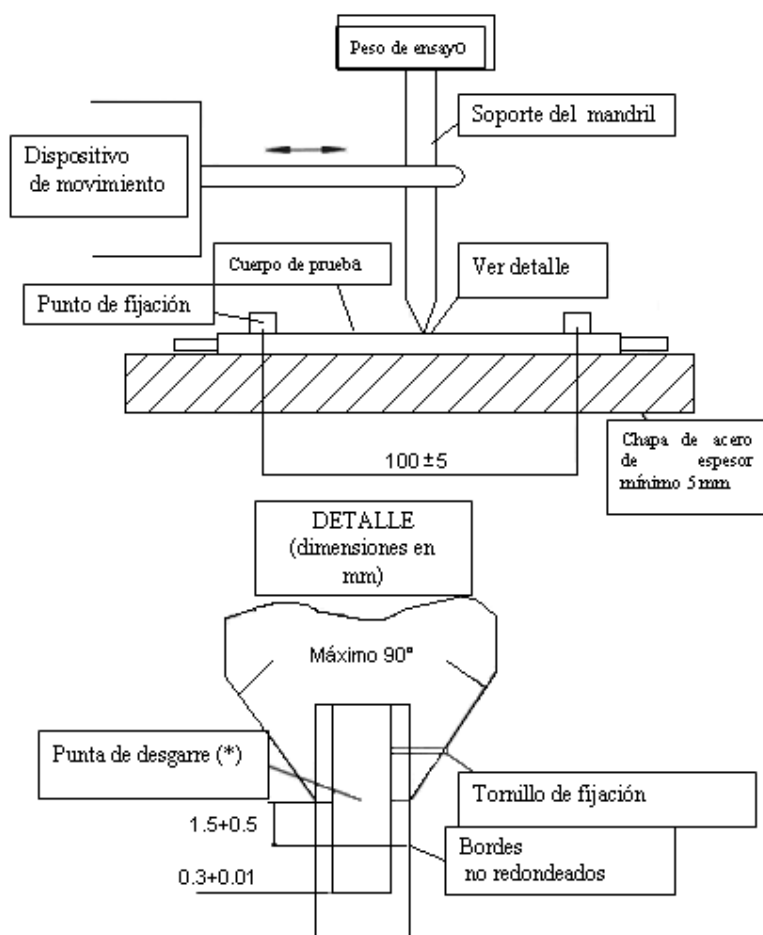
El humedecido de las hojas de papel de filtro (usar ocho hojas), antes del inicio de los ensayos, debe ser realizado usando la propia solución contaminante y no agua.

Los cambios de resistencia en los escalones especificados deben ser hechos en un máximo de 5 minutos después del término del escalón anterior.

10.4.- ANEXO D) ENSAYO DE ABRASIÓN.

El esquema del ensayo será el de la figura.

- acero tipo L2002 (cromo) de dureza Rockwell 61 \pm 1



10.5.- ANEXO E) ENSAYO DE PENETRACIÓN DE AGUA.

a) Alcance.

Este ensayo se aplicará para comprobar la barrera de bloqueo a la penetración longitudinal de agua.

b) Dispositivo.

Para la realización del ensayo es necesario la utilización del siguiente equipamiento:

- Tubo con bocas
- Equipo de presurización o columna de agua
- Solución de agua (potable) a 0.01% de fluorescencia o Rhodamin
- Fuente variable de corriente alterna
- Amperímetro de corriente alterna
- Medidor de temperatura y sus accesorios

c) Preparación de la muestra.

La muestra de cable completo debe ser de 3 metros. En la parte central del largo se debe retirar un anillo de aproximadamente 50mm de ancho de la cubierta y blindaje del conductor, de manera tal que el conductor quede expuesto.

En las extremidades del conductor se deben montar conectores para aplicar la corriente de calentamiento.

Un largo de 2 metros del mismo cable debe ser usado como referencia para la medición y control de temperatura del conductor. El sensor de temperatura debe ser insertado en el conductor de referencia, a través de perforación por con un agujero de diámetro aproximado o igual al del sensor.

La muestra a ser sometida al ensayo de penetración de agua debe ser colocada en el tubo y efectuado las uniones con cinta auto-aglomerante o equivalente. El conjunto debe ser conforme al esquema de ensayo especificado en f).

d) Ensayo.

Inicialmente la muestra debe ser sometida a tres ciclos térmicos de 2 horas a temperatura estabilizada de $90^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ y 4 horas a enfriamiento natural.

Después de la aplicación de los ciclos térmicos, la temperatura del conductor debe ser elevada a $90^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ y mantenida durante 2 horas ininterrumpidas.

En el momento en que el calentamiento fue desconectado, el tubo debe ser prendido con agua y presurizado a 10MPa (1 metro de columna de agua) manteniendo esa condición durante 24 horas, drenando el agua en seguida.

e) Requerimientos.

Durante el período de ensayo no debe aparecer agua en las puntas de la muestra en ensayo.

Luego del último período de refrigeración la muestra es retirada y despojada de su vaina exterior y de la pantalla metálica para examen visual. Se deberá anotar la longitud de propagación de agua como información estadística.

f) Esquema de ensayo

