



N.MA.15.09/3

LÍNEAS PROTEGIDAS COMPACTAS PARA REDES DE MT

NORMA DE DISTRIBUCIÓN

N.MA.15.09/3

CABLE PARA LÍNEAS AÉREAS PROTEGIDAS COMPACTAS DE 15 KV

FECHA DE APROBACIÓN: 19/12/05

ÍNDICE

0. - REVISIONES.....	1
1. - OBJETO	1
2. - CARACTERÍSTICAS DE LOS CABLES	1
2.1. - TENSIÓN NOMINAL.....	1
2.2. - CONDUCTOR.....	1
2.3. - PANTALLA SEMICONDUCTORA	1
2.3.1. - <i>Espesor máximo y mínimo</i>	1
2.4. - CUBIERTA EXTERIOR.....	2
2.4.1. - <i>Espesor nominal</i>	2
2.4.2. - <i>Diametro sobre la cubierta exterior</i>	2
3. - IDENTIFICACIÓN DEL CABLE	3
3.1. - EJEMPLO DE DESIGNACIÓN	3
4. - ENSAYOS DE TIPO.....	3
4.1. - ENSAYOS ELÉCTRICOS	3
4.1.1. - <i>Resistencia eléctrica del conductor</i>	3
4.1.2. - <i>Ensayo de tensión a frecuencia industrial</i>	4
4.1.3. - <i>Resistencia de aislamiento a temperatura ambiente</i>	4
4.1.4. - <i>Tensión aplicada a la superficie de la cubierta exterior</i>	4
4.1.5. - <i>Resistencia a la carbonización (ensayo de “tracking”)</i>	5
4.2. - ENSAYOS NO ELÉCTRICOS	5
4.2.1. - <i>Verificación de la construcción del cable</i>	5
4.2.2. - <i>Ensayos físicos de la pantalla semiconductora</i>	5
4.2.3. - <i>Ensayos físicos de la cubierta exterior</i>	5
4.2.4. - <i>Resistencia del compuesto de la cubierta exterior al intemperismo artificial</i> ..	5
4.2.5. - <i>Ensayo de resistencia a la abrasión</i>	6
4.2.6. - <i>Ensayo de resistencia a la penetración longitudinal de agua</i>	6
4.2.7. - <i>Ensayo de temperatura de fusión y de oxidación del compuesto de la cubierta</i>	7
4.2.8. - <i>Ensayo de tracción mecánica del conductor</i>	8
4.2.9. - <i>Ensayo de verificación de la adherencia de la cubierta</i>	8
5. - ENSAYOS DE RECEPCIÓN	8
5.1. - ENSAYOS INDIVIDUALES.....	9
5.1.1. - <i>Resistencia eléctrica del conductor</i>	9
5.1.2. - <i>Ensayo de tensión a frecuencia industrial</i>	9
5.2.- ENSAYOS DE MUESTREO	9
5.2.1. - <i>Verificación de la construcción del cable</i>	9
5.2.2. - <i>Ensayo de alargamiento a rotura del compuesto de la cubierta exterior, sin envejecimiento</i>	9
5.2.3. - <i>Ensayo de alargamiento en caliente de la cubierta exterior</i>	10
5.2.4. - <i>Ensayo de resistencia a la carbonización (ensayo de “tracking”)</i>	10
5.2.5. - <i>Ensayo de tensión aplicada a la superficie de la cubierta exterior</i>	10

5.2.6.- Ensayo de contenido de negro de humo	10
6. - CORRIENTES ADMISIBLES	10
6.1.- INTENSIDADES MÁXIMAS PERMANENTES ADMISIBLES EN LOS CONDUCTORES	10
6.2. - INTENSIDADES MÁXIMAS DE CORTOCIRCUITO ADMISIBLES EN LOS CONDUCTORES	11
ANEXO A) TABLA DE REQUISITOS FÍSICOS DE LA PANTALLA SEMICONDUCTORA.....	12
ANEXO B) TABLA DE REQUISITOS FÍSICOS DE LA CUBIERTA EXTERIOR DE PROTECCIÓN.....	12
ANEXO C) ENSAYO DE ABRASIÓN.....	13
ANEXO D) ENSAYO DE PENETRACIÓN DE AGUA.	14
ANEXO E) VERIFICACIÓN DE LA ADHERENCIA DE LA CUBIERTA.....	16
7. - CODIGOS UTE.....	17
8. - INFORMACIÓN A SER SUMINISTRADA PARA LA COMPRA	17
9. - PLANILLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS	18
10. - NORMAS DE CONSULTA	21

0. - REVISIONES

A continuación se indican los cambios sustanciales respecto a la versión anterior, a título informativo y sin perjuicio de la vigencia de todo lo especificado en la presente norma.

MODIFICACIONES A LA VERSIÓN 15 DE JULIO DE 2003	
APARTADO	DESCRIPCIÓN
2.4.2	Se agrego punto (diámetro exterior)
2.3.1	La pantalla semiconductora deja de ser opcional (se exige)

1. - OBJETO

La presente norma tiene por objeto establecer las características de los cables protegidos a utilizar en las redes aéreas compactas de media tensión, así como definir los ensayos de tipo y de recepción que deben satisfacer.

2. - CARACTERÍSTICAS DE LOS CABLES

2.1. - TENSIÓN NOMINAL

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

2.2. - CONDUCTOR

El conductor será de aluminio, cableado y de sección circular compacta, según IEC 60228 (clase 2).

Deberá utilizarse un 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.

2.3. - 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.

2.3.1. - ESPESOR MÁXIMO Y MÍNIMO

El espesor máximo de la pantalla semiconductora debe ser igual o inferior a 0,6 mm y el espesor mínimo en cualquier punto de una sección transversal del cable deberá ser mayor o igual a 0,3 mm.

2.4. - 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, 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 (si hubiere), 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 mas exterior resistente a los fenómenos antes mencionados.

2.4.1. - ESPESOR NOMINAL

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

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 mas que en $0.1 \text{ mm} + 10 \%$ 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.

2.4.2. -DIAMETRO 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 50 mm ²	$14,0 + 2 \cdot E_{\text{sem}}$	$16,5 + 2 \cdot E_{\text{sem}}$
Cable 95 mm ²	$17,2 + 2 \cdot E_{\text{sem}}$	$19,7 + 2 \cdot E_{\text{sem}}$
Cable 150 mm ²	$20,0 + 2 \cdot E_{\text{sem}}$	$22,5 + 2 \cdot E_{\text{sem}}$

E_{sem} : Espesor nominal de la semiconductora

3. - IDENTIFICACIÓN DEL CABLE

La superficie externa de la cubierta exterior deberá ser marcada a intervalos regulares de hasta 50 cm con caracteres indelebles y resistentes a los efectos de la intemperie, conteniendo la siguiente información:

Nombre del fabricante

Material y sección nominal en mm² del conductor

Clase de tensión (KV)

La inscripción: "CABLE NO AISLADO – NO TOCAR"

Material de la cubierta exterior (XLPE)

Año de fabricación

La inscripción: "BLOQUEADO" (si fuere el caso)

3.1. - EJEMPLO DE DESIGNACIÓN

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

(FABRICANTE) - AL 95 mm² -15 KV- "CABLE NO AISLADO-NO TOCAR"-
XLPE-99

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

4.1. - ENSAYOS ELÉCTRICOS

4.1.1. - RESISTENCIA ELÉCTRICA DEL CONDUCTOR

La resistencia eléctrica del conductor, referida a 20 °C será conforme IEC 60228, para conductores de aluminio compacto de la clase 2.

4.1.2. - ENSAYO DE TENSIÓN A FRECUENCIA INDUSTRIAL

Previamente al mismo en 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.

4.1.3. - 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 1 Km, 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 MΩ.Km
- K_i = constante de aislamiento, de valor 3700 MΩ.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

4.1.4. – TENSIÓN APLICADA A LA SUPERFICIE DE LA CUBIERTA EXTERIOR

Los cuerpos de prueba deben ser de por lo menos 300 mm de largo, y deben ser inmersos en agua a temperatura ambiente durante al menos 30 minutos.

Luego, los cuerpos de prueba serán retirados del agua y secados, tras lo cual se enrollarán alambres de cobre de diámetro aproximado 1 mm en torno de los mismos, en dos puntos equidistantes de las extremidades y separados entre sí por una distancia de 150 mm. Estos alambres serán usados como electrodos.

La resistividad superficial de la cubierta debe ser tal que soporte una tensión de 15 KV (eficaz) entre los dos electrodos durante un minuto, sin resultar arco eléctrico, quema del material de la cubierta o emisión de humo.

4.1.5. - RESISTENCIA A LA CARBONIZACIÓN (ENSAYO DE "TRACKING")

Se ensayarán cinco cuerpos de prueba de cable nuevo y cinco envejecidos previamente con 2000 horas de exposición a cámara de intemperismo artificial.

El método de ensayo será según la norma ASTM D 2303 ú otra propuesta por el fabricante y aceptada por UTE, la misma deberá ser de reconocido nivel internacional.

Los cuerpos de prueba, luego de la aplicación del líquido contaminante, deberán soportar una tensión de "tracking" de 2,75 KV (para cable nuevo) o de 2,5 KV (para cable envejecido) sin que ocurra alguna de las siguiente situaciones:

Interrupción del circuito de testeo de alguno de los cuerpos de prueba, por actuación de su disyuntor.

Erosión de la cubierta de alguno de los cuerpos de prueba

Asenso de llama en alguno de los cuerpos de prueba

4.2. - ENSAYOS NO ELÉCTRICOS

4.2.1. - VERIFICACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN DEL CABLE

Se verificarán todas las condiciones exigidas para el conductor, la pantalla semiconductora y la cubierta exterior (puntos 2.2, 2.3 y 2.4 de la presente Norma).

4.2.2. - ENSAYOS FÍSICOS DE LA PANTALLA SEMICONDUCTORA

Si la hubiere, el compuesto que conformará la pantalla semiconductora deberá cumplir con los requisitos especificados en la tabla del Anexo A.

4.2.3.- 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.

4.2.4.- RESISTENCIA DEL COMPUESTO DE LA CUBIERTA EXTERIOR AL INTEMPERISMO ARTIFICIAL

Deben ser preparados diez cuerpos de prueba retirados de un tramo de cable completo, siendo cinco para ensayar la elongación de ruptura antes del ensayo y los otros cinco para luego del mismo.

El material deberá ser sometido a las condiciones de ensayo de la Norma ASTM - G 26 durante 2000 horas.

Después del ensayo los cuerpos de prueba no deben presentar una variación de la elongación a ruptura y de la tracción a ruptura superior a 25 % respecto de los cuerpos de prueba no envejecidos.

4.2.5.- ENSAYO DE RESISTENCIA A LA ABRASIÓN

Los cuerpos de prueba, retirados de un tramo de cable completo, deben ser sometidos al dispositivo de ensayo descrito en el Anexo C. El 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 cuerpo de prueba 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.

4.2.6.- ENSAYO DE RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN LONGITUDINAL DE AGUA

Este ensayo se aplica a los cables con conductor bloqueado a humedad.

Método de ensayo según Anexo D.

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 a juicio de UTE de una exigencia mayor.

4.2.7.- ENSAYO DE TEMPERATURA DE FUSIÓN Y DE OXIDACIÓN DEL COMPUESTO DE LA CUBIERTA

El ensayo deber ser realizado por calorimetría diferencial de barradura conforme a ASTM D-3418, cubriéndose la faja de temperaturas desde -20°C a 350°C , con una tasa de variación de 10°C por minuto.

Se obtendrán tres cuerpos de prueba a partir de un tramo de cable completo.

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

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

Además, no deberá existir una variación de mas de 2°C entre el menor y el mayor de los valores obtenidos en las tres muestras.

4.2.8.- ENSAYO DE TRACCIÓN MECÁNICA DEL CONDUCTOR

La carga mínima de ruptura del conductor será de acuerdo a la siguiente tabla:

Sección	Carga de ruptura mínima (daN)
50 mm ²	650
95 mm ²	1235
150 mm ²	1950

4.2.9.- ENSAYO DE VERIFICACIÓN DE LA ADHERENCIA DE LA CUBIERTA

Se extraerán cinco cuerpos de prueba de 15 cm, retirándose 5 cm de la cubierta y exponiendo el conductor.

Se utilizara el dispositivo del Anexo E, la tracción se aplicará a razón de 50 mm por minuto, observándose la carga durante un minuto y observándose la carga máxima obtenida.

El ensayo se considera aprobado si la media aritmética de los cinco resultados obtenidos es superior a:

20 daN para cables de 50 mm²
30 daN para cables de 95 mm²
50 daN para cables de 150 mm²

5. - ENSAYOS DE RECEPCIÓN

Se clasifican en ensayos individuales y ensayos de muestreo.

Los ensayos individuales se efectuarán sobre todos los largos de expedición.

Los ensayos de muestreo se efectuarán sobre muestras de cable terminado o sobre componentes de un cable terminado.

UTE asistirá a los ensayos de recepción.

Para cada partida de cable ensayada, el fabricante extenderá y remitirá a UTE, un Acta de Ensayos en la que figurarán los valores obtenidos y además, los establecidos en esta Norma.

5.1. - ENSAYOS INDIVIDUALES

Los ensayos individuales solicitados por esta Norma son:

5.1.1.- RESISTENCIA ELÉCTRICA DEL CONDUCTOR

(Conforme al punto 4.1.1. de la presente Norma)

5.1.2.- ENSAYO DE TENSIÓN A FRECUENCIA INDUSTRIAL

(Conforme al punto 4.1.2. de la presente Norma)

5.2.- ENSAYOS DE MUESTREO

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

Si uno cualquiera de estos ensayos no es satisfactorio, se someterán a ensayo dos nuevas muestras del mismo lote de cables. Si los dos contraensayos 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. 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:

5.2.1. - VERIFICACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN DEL CABLE

Se verificarán todas las condiciones exigidas para el conductor, la pantalla semiconductora (si existe) y la cubierta exterior (puntos 2.2, 2.3 y 2.4 de la presente Norma).

5.2.2.- ENSAYO DE ALARGAMIENTO A ROTURA DEL COMPUESTO DE LA CUBIERTA EXTERIOR, SIN ENVEJECIMIENTO

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

5.2.3.- ENSAYO DE ALARGAMIENTO EN CALIENTE DE LA CUBIERTA EXTERIOR

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

5.2.4.- ENSAYO DE RESISTENCIA A LA CARBONIZACIÓN (ENSAYO DE “TRACKING”)

Se realizará el ensayo según el punto 4.1.5 de la presente Norma.

5.2.5.- ENSAYO DE TENSIÓN APLICADA A LA SUPERFICIE DE LA CUBIERTA EXTERIOR

Se realizará el ensayo según el punto 4.1.4 de la presente Norma.

5.2.6.- ENSAYO DE CONTENIDO DE NEGRO DE HUMO

El ensayo se aplica solamente en los casos en que el compuesto de la cubierta contenga negro de humo.

El método de ensayo será según la IEC 60811-4-1 punto 11, ASTM D4218 u otra norma propuesta por el fabricante y aceptada por UTE.

El porcentaje en masa del negro de humo estará comprendido dentro del rango garantizado por el fabricante.

6. - CORRIENTES ADMISIBLES***6.1.- INTENSIDADES MÁXIMAS PERMANENTES ADMISIBLES EN LOS CONDUCTORES***

Las condiciones de cálculo son:

- Temperatura máxima en el conductor: 90 °C
- Intensidad de la radiación solar incidente: 1000 W/m²
- Temperatura ambiente: 40 °C
- Sin viento
- Fases separadas al menos 180 mm

Sección nominal de los conductores (mm ²)	Intensidad máxima admisible en servicio permanente (A)
50	175
95	275
150	365

6.2. - INTENSIDADES MÁXIMAS DE CORTOCIRCUITO ADMISIBLES EN LOS CONDUCTORES

Estas intensidades corresponden a una temperatura de 250°C alcanzada por el conductor, supuesto que todo el calor desprendido durante el proceso de cortocircuito es absorbido por el propio conductor. La temperatura inicial del mismo se supone en 40 °C.

Intensidades máximas de cortocircuito admisibles en kA

Sección nominal en mm ²	Duración del cortocircuito en segundos								
	0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
50 Al	14,7	10,1	8,5	6,6	4,6	3,8	3,3	2,9	2,7
95 Al	27,9	19,2	16,1	12,5	8,0	7,2	6,2	5,6	5,1
150 Al	44,1	30,4	25,5	19,8	13,9	11,4	9,9	8,8	8,1

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	- 10

ANEXO B) TABLA DE REQUISITOS FÍSICOS DE LA CUBIERTA EXTERIOR DE PROTECCIÓN

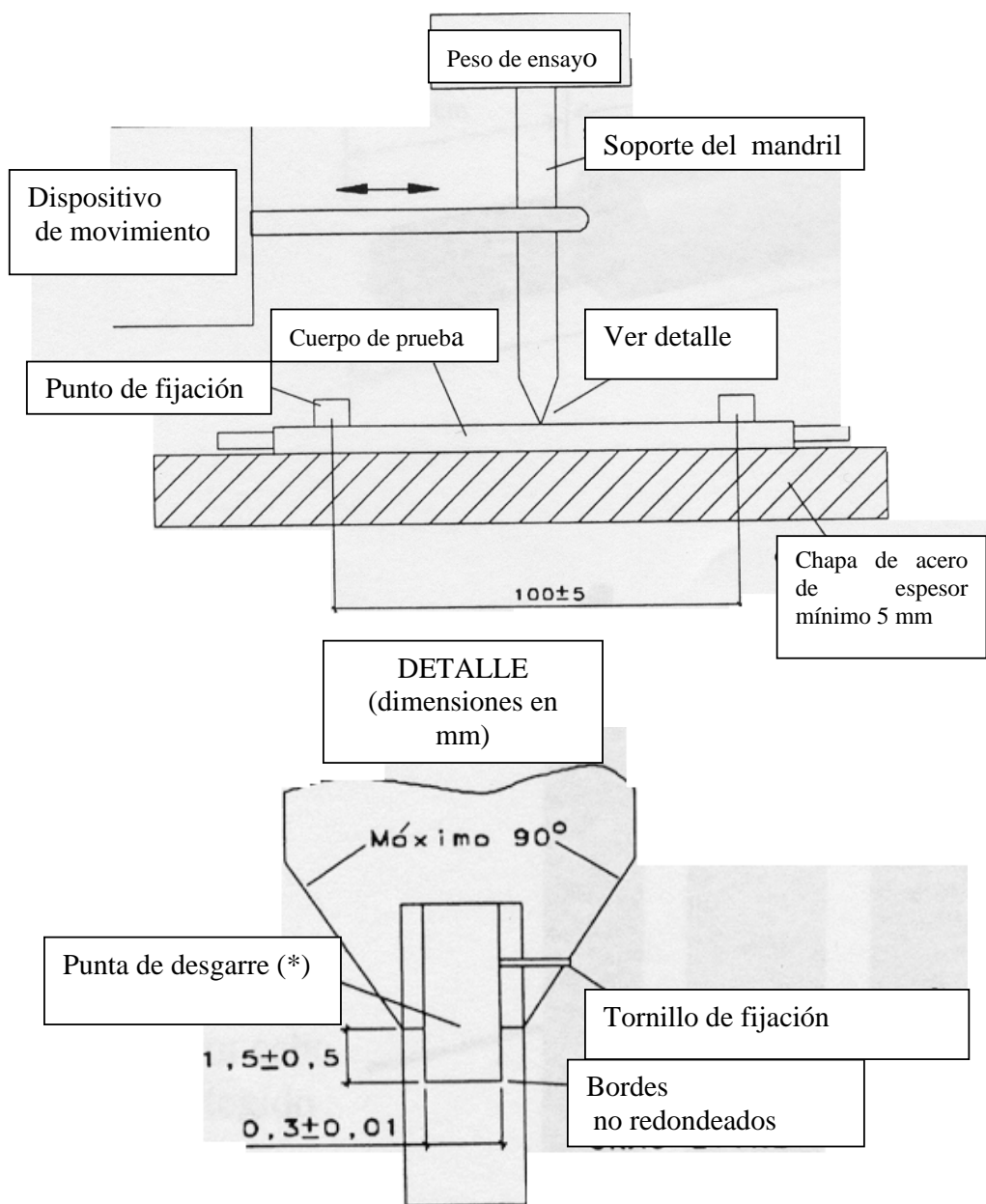
Ensayo	Unidad	Requisitos
a) Ensayos de tracción		
Sin envejecimiento:		
- resistencia a la tracción (mínima)	Mpa	12,5
- elongación a la ruptura (mínimo)	%	200
Después de envejecimiento en estufa (sin el conductor):		
- temperatura (± 3 °C)	°C	135
- duración	días	7
- variación máxima (*)	%	± 25
Después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

ANEXO C) ENSAYO DE ABRASIÓN.

El esquema del ensayo será el de la figura.

(*)- acero tipo L2002 (cromo) de dureza Rockwell 61 ± 1



ANEXO D) 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.

Provee una forma de aplicar una columna de 1000 mm de agua al cable. Los cierres herméticos donde el cable sobresale al dispositivo no deben ejercer tensión mecánica sobre el cable.

Para el ensayo debe ser usada agua normal de grifo.

c) Preparación de la muestra.

Una muestra de cable completo de al menos 6 metros de largo que no haya sido sometida a ninguno de los ensayos de tipo eléctricos, debe ser sometida al ensayo de plegado descrito en el apartado 16.1.4 de IEC 60502.

Un largo de 3 metros (ver nota) de cable debe ser cortado del largo de cable que ha sido sometido al ensayo de plegado y colocado horizontalmente. Un anillo de aproximadamente 50 mm de ancho debe ser retirado del centro del largo, dejando el conductor visible. Las superficies deben ser cortadas de forma tal que los intersticios relevantes puedan ser fácilmente expuestos al agua.

Se deberá preparar un dispositivo apropiado para permitir colocar un tubo con un diámetro de por lo menos 10 mm para ser colocado verticalmente sobre el anillo expuesto y sellado a la superficie de la sobrecubierta. El tubo se llena en un tiempo de 5 minutos con agua a una temperatura ambiente de $20^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ de forma que la altura del agua en el tubo sea de 1 m sobre el centro del cable.

d) Ensayo.

La muestra debe permanecer 24 horas a temperatura ambiente. Luego debe ser sometida a 10 ciclos de calentamiento por circulación de una corriente alterna por el conductor hasta que alcance una temperatura que no debe ser menor a 5°C y no mayor a 10°C sobre la máxima temperatura de la aislación del conductor en operación normal y que no debe alcanzar 100°C .

El ciclo de calentamiento debe ser de 8 horas de duración. La temperatura del conductor debe ser mantenida dentro de los límites de temperatura establecidos por lo menos 2 horas de cada período de calentamiento, esto debe ser seguido por al menos 3 horas de refrigeración natural.

La columna de agua debe ser mantenida a 1 metro.

Nota - No se deberá aplicar voltaje alguno durante el ensayo, es aconsejable colocar un cable en serie con el cable en ensayo, y de su misma longitud, la temperatura se medirá directamente sobre el conductor de este último cable (imagen térmica), por medio de termocuplas dispuestas sobre el conductor cerca del medio de su longitud.

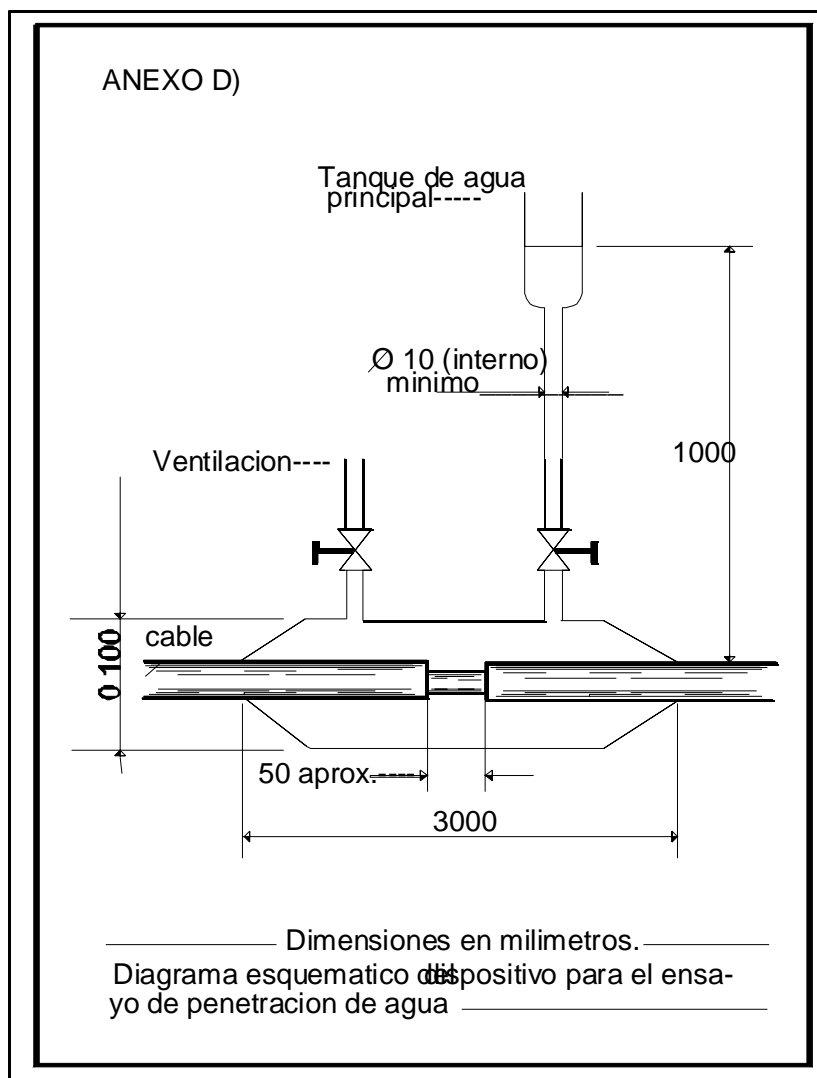
e) Requerimientos.

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.

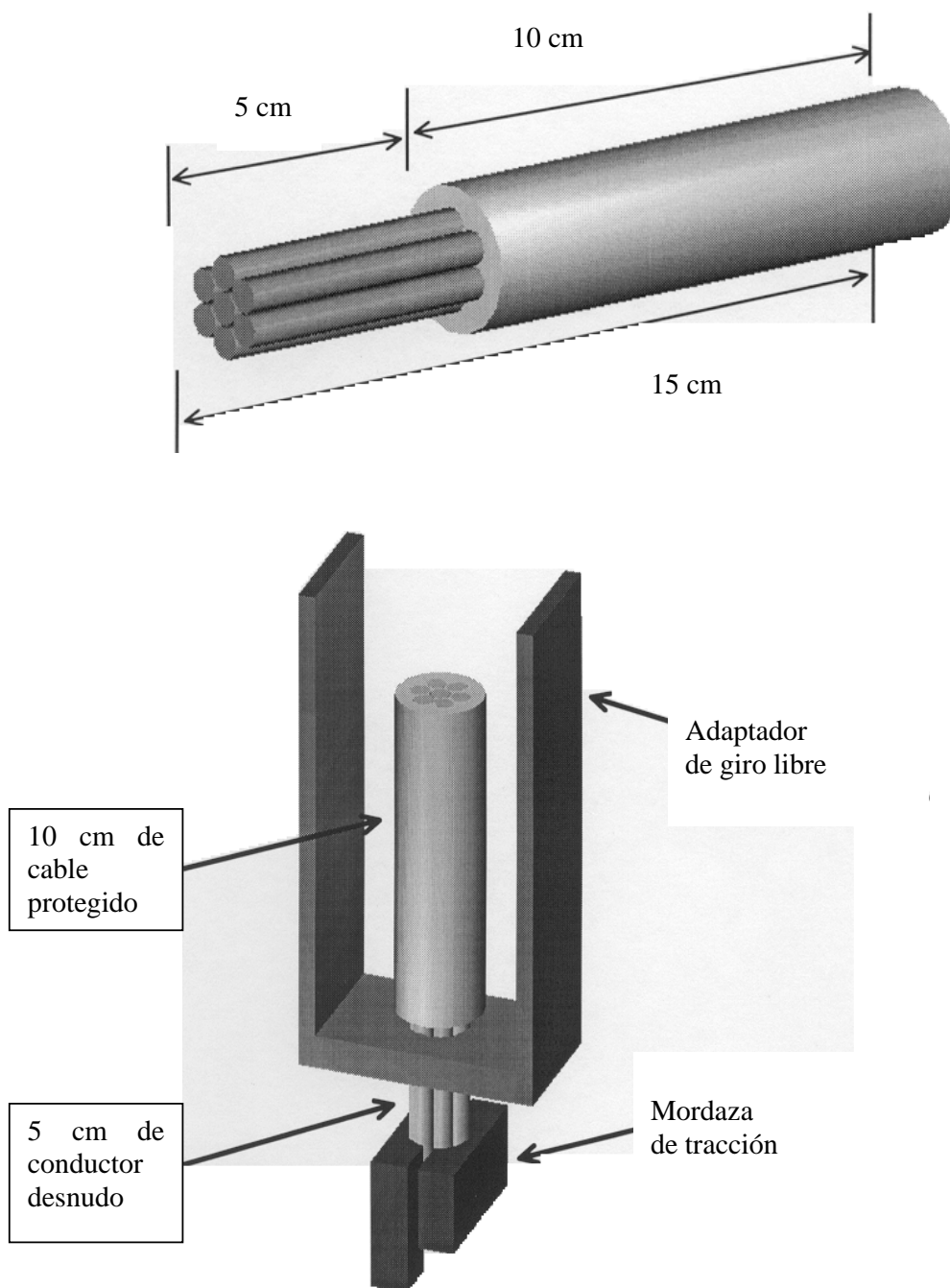
f) Esquema de ensayo

El esquema del ensayo será el de la figura.



ANEXO E) VERIFICACIÓN DE LA ADHERENCIA DE LA CUBIERTA

El esquema del ensayo será el de la figura.



7. - CODIGOS UTE

MATERIALES	
Código	Descripción
059092	CBL PROTEG P/L.A COND AL 50 MM2
058872	CBL PROTEG P/L.A COND AL 95 MM2
S/C	CBL PROTEG P/L.A COND AL 150 MM2

8. - INFORMACIÓN A SER SUMINISTRADA PARA LA COMPRA

El Oferente suministrará por triplicado la información técnica mínima que se indica a continuación, en idioma español, o en su defecto en portugués, francés o inglés:

- Planillas de datos técnicos garantizados completas.
- Copias de normas de fabricación y ensayos a que responde el material ofrecido.
- Certificados de ensayos de tipo según lo especificado en esta Norma.
- Plano de la sección transversal del cable.

En caso de que la información requerida en el punto a) no esté en idioma español, deberán presentarse la traducción correspondiente por parte del Oferente que resulte adjudicatario.

Con la recepción se suministrará por triplicado la información técnica mínima que se indica a continuación, en idioma español, o en su defecto en portugués, francés o inglés:

- Manuales de instalación, operación y mantenimiento del sistema ofertado.
- Información sobre almacenaje de las bobinas.
- Planos dimensionales del cable

Todos los manuales que no estén en idioma español deberán presentarse con la traducción correspondiente.

9. - PLANILLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS

PLANILLA DE DATOS GARANTIZADOS				
LINEAS AEREAS PROTEGIDAS COMPACTAS 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	---		
1.4	Tensión de servicio	15 KV		
1.5	Sección nominal conductor	50 mm² Aluminio 95 mm² Aluminio 150 mm² Aluminio		
1.6	Diámetro exterior de cada conductor con su aislación (sin considerar semiconductora)	Mínimo (mm) 50 (Al): 14,0 95 (Al): 17,0 150 (Al): 20,0	Máximo (mm) 16,5 19,5 22,5	50 (Al) : 95 (Al) : 150 (Al) :
1.7	Tensión de “tracking” en las condiciones de ensayo(punto 4.1.5) : cable nuevo cable envejecido	mínimo 2,75 KV mínimo 2,5 KV		a) b)
2	CONDUCTOR			
2.1	Número de alambres por conductor	50 (Al) : mínimo 6 95 (Al) : mínimo 15 150 (Al) : mínimo 15		50 (Al) : 95 (Al) : 150 (Al) :
2.2	Forma de la sección del conductor	Circular compacta		
2.3	Carga de rotura mínima	50 mm² (Al): ≥ 650 daN 95 mm² (Al): ≥ 1235 daN 150 mm² (Al): ≥ 1950 daN		50 mm² (Al): 95 mm² (Al): 150 mm² (Al):
2.4	Diámetro del conductor	Mínimo (mm) 50 Al: 7,7 95Al: 11,0 150Al: 13,9	Máximo (mm) 8,6 12,0 15,0	50 Al: 95 Al: 150 Al:
2.5	Conductor bloqueado (SI/NO)	----		
2.6	Espesor de semiconductora	Máximo: 0,6 mm Mínimo en cualquier punto: 0,3 mm		

2.5	Resistencia óhmica del conductor a corriente continua y a 20°C	50 (Al): $\leq 0,641 \Omega / \text{km}$ 95 (Al): $\leq 0,320 \Omega / \text{km}$ 150 (Al): $\leq 0,206 \Omega / \text{km}$	50 (Al): 95 (Al): 150 (Al):
3	CUBIERTA AISLANTE		
3.1	Material de la cubierta aislante	XLPE	
3.2	Espesor nominal mínimo de la cubierta	50 (Al): 3 mm 95 (Al): 3 mm 150 (Al): 3 mm (en caso de usarse dos camadas, la camada exterior deberá tener un espesor mínimo de 1,5 mm)	50 (Al): 95 (Al): 150 (Al):
3.3	Contenido de negro de humo (si corresponde) Máximo garantizado Mínimo garantizado	-----	a) b)
3.4	Resistividad térmica de la aislación	$\approx 350 \text{ }^{\circ}\text{C} \cdot \text{cm/w}$	
4	CARACTERÍSTICAS TÉRMICAS Y ELÉCTRICAS		
4.1	Intensidad admisible en régimen permanente en las condiciones que se definen en esta Norma: <u>Nota:</u> en caso de discrepancia con los valores especificados, adjuntar la memoria de cálculo utilizada	50 Al $\geq 175 \text{ A}$ 95 Al $\geq 275 \text{ A}$ 150 Al $\geq 365 \text{ A}$	50 Al : 95 Al : 150 Al:
4.2	Sobrecarga admisible durante 2 horas para una temperatura máxima de conductor de 130°C y en los siguientes casos: a) a partir de régimen a 70% I_{nominal} b) a partir de régimen a 50% I_{nominal}	$\geq 15 \%$ en ambos casos (valor aproximado)	a partir de régimen a 70% I_{nominal} : a partir de régimen a 50% I_{nominal} :
4.3	Intensidad de corriente de cortocircuito (1 segundo) para una temperatura máxima de conductor de 250°C y una temperatura inicial de 90°C	50 Al: $\approx 4,6 \text{ KA}$ 95 Al: $\approx 8,0 \text{ KA}$ 150 Al: $\approx 13,9 \text{ KA}$	50 Al: 95 Al: 150 Al:
4.4	Constante de tiempo térmica del cable completo	Cálculo según IEC 853-2	50 Al: 95 Al: 150 Al:

5 PESOS LINEALES					
5.1	De cada componente del cable (conductor y cubierta aislante)	---		De conductor (kg/m) 50 Al: 95 Al: 150 Al:	De aislación (kg/m)
5.2	Del cable completo	50 Al: ≈ 0,260 kg/m 95 Al: ≈ 0,450 kg/m 150 Al: ≈ 0,630 kg/m		50 Al: 95 Al: 150Al:	
6 EXPEDICIÓN					
6.1	Largo de expedición	Bobinas de 2000 metros ±5%			
6.2	Diámetro total del carrete (m)	---	50 Al	95 Al	150 Al
6.3	Ancho total del carrete (m)	---			
6.4	Espesor de duelas de cierre (mm)	Espesor ≥ 1.5" (1.5" = 38.1 mm)			
6.5	Diámetro interior del buje central	Diámetro ≥ 4" (4" = 101.6 mm)			
6.6	Diámetro del cilindro sobre el que se arrolla el cable (m)	Diámetro ≥ 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			

7	LISTADO DE ENSAYOS DE TIPO DEL CABLE PRESENTADOS EN LA OFERTA (SI/NO)	
7.1	Resistencia eléctrica	
7.2	Tensión a frecuencia industrial	
7.3	Resistencia de aislamiento a temperatura ambiente	
7.4	Tensión aplicada a la superficie de la cubierta exterior	
7.5	Ensayo de “tracking” cable nuevo cable envejecido	
7.6	Ensayo dimensional	
7.7	Ensayo físicos de la pantalla semiconductora	
7.8	Ensayos físicos de la cubierta exterior	
7.9	Resistencia de la cubierta al intemperismo artificial	
7.10	Resistencia a la abrasión	
7.11	Resistencia a la penetración longitudinal de agua	
7.12	Temperatura de fusión y oxidación de la cubierta	
7.13	Tracción mecánica del conductor	

10. - NORMAS DE CONSULTA

IEC 60502 Cables de transporte de energía aislados con dieléctricos secos extruídos para tensiones nominales de 1 kV a 30 kV

IEC 60-1 Ensayos en alta tensión. Definiciones y prescripciones generales relativas a los ensayos (1973)

IEC 287-1-1 Calculation of the current rating (Part 1)

IEC 287-2-1 Calculation of the current rating (Part 2)

CODI-3.2.18.23.1 ESPECIFICACAO DE CABOS COBERTOS PARA REDE COMPACTA DE 13.8 KV E 34.5 KV

ASTM D-3418

ASTM - G 26

ASTM D 2303