

	ESTÁNDAR GLOBAL	Página 1 de 35
	CABLES SUBTERRÁNEOS DE ALTA Tensión	GSCH010 Rev. 00 19/11/2018

## CABLES SUBTERRÁNEOS DE ALTA Tensión

Revisión	Fecha	Listado de modificaciones
00	19/11/2018	Primera Emisión

Este documento es propiedad intelectual de Enel SpA; la reproducción o distribución de su contenido de cualquier forma o por cualquier medio está sujeta a la aprobación previa de dicha empresa, la cual salvaguardará sus derechos bajo los códigos civil y penal.

	ESTÁNDAR GLOBAL	Página 2 de 35
	CABLES SUBTERRÁNEOS DE ALTA TENSIÓN	GSCH010 Rev. 00 19/11/2018

## ÍNDICE

<b>1</b>	<b>CAMPO DE APLICACIÓN.....</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>LISTADO DE COMPONENTES .....</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>NORMAS Y LEYES DE REFERENCIA .....</b>	<b>6</b>
<b>3.1</b>	<b>Leyes .....</b>	<b>6</b>
<b>3.2</b>	<b>Normas Internacionales y Europeas .....</b>	<b>6</b>
<b>3.3</b>	<b>Normas Locales .....</b>	<b>8</b>
<b>•</b>	<b>Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio, CNE, última versión. ....</b>	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>CLASIFICACIÓN DE LOS CABLES .....</b>	<b>8</b>
<b>5</b>	<b>DISEÑO Y FABRICACIÓN .....</b>	<b>10</b>
<b>5.1</b>	<b>Conductor .....</b>	<b>10</b>
5.1.1	Conductores de Aluminio.....	10
5.1.2	Conductores de cobre.....	10
5.1.3	Resistencia eléctrica máxima a 20 °C.....	10
<b>5.2</b>	<b>Pantalla del Conductor.....</b>	<b>11</b>
<b>5.3</b>	<b>Aislante .....</b>	<b>11</b>
<b>5.4</b>	<b>Pantalla de Aislamiento .....</b>	<b>12</b>
<b>5.5</b>	<b>Pantalla del Conductor, Aislante y aplicación de la pantalla de aislamiento.....</b>	<b>13</b>
<b>5.6</b>	<b>Cinta expansiva para estanqueidad longitudinal.....</b>	<b>13</b>
<b>5.7</b>	<b>Pantalla de Tierra .....</b>	<b>13</b>
5.7.1	Pantallas alternativas .....	14
<b>5.8</b>	<b>Estanqueidad radial .....</b>	<b>14</b>

	ESTÁNDAR GLOBAL	Página 3 de 35
	CABLES SUBTERRÁNEOS DE ALTA Tensión	GSCH010 Rev. 00 19/11/2018

<b>5.9</b>	<b>Cubierta Exterior .....</b>	<b>14</b>
<b>5.10</b>	<b>Ampacidad y capacidad nominal de cortocircuito.....</b>	<b>15</b>
<b>5.11</b>	<b>Designación y marcado del cable .....</b>	<b>16</b>
5.11.1	Designación del cable .....	16
5.11.2	Marcado .....	16
<b>6</b>	<b>CONDICIONES DE SUMINISTRO.....</b>	<b>16</b>
<b>7</b>	<b>GARANTÍA .....</b>	<b>17</b>
<b>8</b>	<b>ENSAYOS .....</b>	<b>17</b>
<b>8.1</b>	<b>Clasificación de los ensayos.....</b>	<b>17</b>
8.1.1	Ensayos de aceptación .....	17
8.1.2	Ensayos de Rutina .....	17
8.1.3	Ensayos de muestreo .....	18
8.1.4	Ensayos de tipo .....	18
8.1.5	Ensayos de precalificación .....	19
8.1.6	Ensayos de desarrollo .....	19
<b>8.2</b>	<b>Criterios de muestreo y aceptación .....</b>	<b>19</b>
<b>8.3</b>	<b>Listado de ensayos de rutina .....</b>	<b>19</b>
8.3.1	Ensayo de descarga parcial .....	19
8.3.2	Ensayo de tensión .....	20
8.3.3	Ensayo eléctrico en la cubierta exterior del cable .....	20
8.3.4	Medición de la resistencia eléctrica del conductor y de la pantalla metálica.....	20
8.3.5	Medición de la capacitancia.....	20
<b>8.4</b>	<b>Listado de ensayos de muestreo .....</b>	<b>20</b>
8.4.1	Inspección del cable .....	20
8.4.2	Medición del grosor del aislamiento y de la cubierta exterior de los cables .....	20
8.4.3	Medición del grosor de la cubierta metálica.....	20
8.4.4	Medición de los diámetros.....	20
8.4.5	Ensayo de alargamiento en caliente para aislación de XLPE.....	20
8.4.6	Ensayo de tensión de choque de los rayos .....	21

	ESTÁNDAR GLOBAL	Página 4 de 35
	CABLES SUBTERRÁNEOS DE ALTA TENSIÓN	GSCH010 Rev. 00 19/11/2018

8.4.7	Ensayo de penetración de agua .....	21
8.4.8	Ensayos en componentes de cables con cinta o lámina metálica aplicada longitudinalmente, adherida a la cubierta exterior .....	21
8.4.9	Medición del grosor del conductor y de las pantallas de aislamiento .....	21
8.4.10	Propiedades mecánicas del aislamiento de XLPE .....	22
8.4.11	Propiedades mecánicas de la cubierta .....	22
8.4.12	Resistencia a la abrasión de los marcados de los cables .....	22
<b>8.5</b>	<b>Listado de ensayos de tipo eléctrico .....</b>	<b>22</b>
8.5.1	Ensayo de flexión .....	22
8.5.2	Medición de Tan d .....	22
8.5.3	Ensayo de tensión del ciclo de calentamiento .....	22
8.5.4	Ensayo de descarga parcial a temperatura ambiente y alta temperatura .....	22
8.5.5	Ensayo de tensión de choque de los rayos seguido de ensayo de tensión frecuencia de potencia .....	23
8.5.6	Ensayo de descarga parcial a temperatura ambiente y alta temperatura .....	23
8.5.7	Inspección del cable .....	23
8.5.8	Resistividad de las pantallas semiconductoras de cables .....	23
<b>8.6</b>	<b>Listado de ensayos de tipo no eléctrico .....</b>	<b>23</b>
8.6.1	Verificación de la construcción del cable .....	23
8.6.2	Propiedades mecánicas del aislamiento antes y después del envejecimiento .....	24
8.6.3	Propiedades mecánicas de la cubierta exterior antes y después del envejecimiento .....	24
8.6.4	Ensayos de envejecimiento en piezas de cable completo para verificar la compatibilidad de los materiales 24	
8.6.5	Ensayo de presión a alta temperatura en la cubierta exterior .....	24
8.6.6	Ensayo de alargamiento en caliente para aislación de XLPE .....	24
8.6.7	Medición del contenido negro de carbono en las cubiertas exteriores de PE negro .....	25
8.6.8	Ensayo en condiciones de incendio .....	25
8.6.9	Penetración de agua .....	25
8.6.10	Ensayos en componentes de cables con cinta o lámina metálica aplicada longitudinalmente, adherida a la cubierta exterior .....	25
8.6.11	Ensayo de contracción para aislación de XLPE .....	25
8.6.12	Ensayo de contracción para cubiertas exteriores de PE .....	25
8.6.13	Contenido de ácido halógeno en la cubierta exterior .....	26
<b>8.7</b>	<b>Listado de ensayos de precalificación .....</b>	<b>26</b>

	ESTÁNDAR GLOBAL	Página 5 de 35
	CABLES SUBTERRÁNEOS DE ALTA Tensión	GSCH010 Rev. 00 19/11/2018

8.7.1	Ensayo de tensión del ciclo de calentamiento .....	26
8.7.2	Ensayo de tensión de choque de los rayos .....	26
8.7.3	Inspección del sistema de cables después de completar los ensayos anteriores.....	26
<b>8.8</b>	<b>Listado de ensayos de desarrollo .....</b>	<b>26</b>
8.8.1	Ensayo de choque .....	26
8.8.2	Ensayo de carga lateral .....	27
8.8.3	Envejecimiento a largo plazo de las uniones adhesivas de los componentes del recubrimiento laminado	27
8.8.4	Propiedades mecánicas de la soldadura .....	27
8.8.5	Ensayo de cortocircuito.....	27
<b>9</b>	<b>LISTADO TÉCNICO DE VERIFICACIÓN .....</b>	<b>29</b>
	<b>SECCIÓN GRUPO SAESA .....</b>	<b>32</b>
	<b>LISTADO COMÚN .....</b>	<b>34</b>

	ESTÁNDAR GLOBAL	Página 6 de 35
	CABLES SUBTERRÁNEOS DE ALTA TENSION	GSCH010 Rev. 00 19/11/2018

## 1 CAMPO DE APLICACIÓN

El propósito de este documento abarca los requerimientos técnicos para el suministro de cables de A.T. a utilizarse en las redes de distribución del Grupo Saesa.

Esta norma especifica los requisitos de construcción, dimensiones y pruebas que deben cumplir los cables de alta tensión con una tensión nominal por sobre los 36 kV y en detalle Uo/U (Umax) = 26/45(52) kV, 36/69(72,5) kV, 80/138 (145), 87/150 (170), 127/220 (245) kV.

## 2 LISTADO DE COMPONENTES

La lista de componentes con los requisitos principales, que forma parte integral del presente documento, aparece en la lista común adjunta.

## 3 NORMAS Y LEYES DE REFERENCIA

El listado de normas y leyes de referencia se informan a continuación.

### 3.1 Leyes

- Decreto N° 109: Reglamento de seguridad de las instalaciones eléctricas destinadas a la producción, transporte, prestación de servicios complementarios, sistemas de almacenamiento y distribución de energía eléctrica. Pliegos Técnicos RPTD, Norma nacional.
- Decreto N° 298: Reglamento para la certificación de productos eléctricos y combustibles. Ministerio de Economía; Fomento y Reconstrucción; Subsecretaría de Economía; Fomento y Reconstrucción.

### 3.2 Normas Internacionales y Europeas

- HD 632 "Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios para tensiones asignadas superiores a 36 kV (Um=42 kV) hasta 150 kV (Um=170 kV)"
- IEC 60840 "Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages above 30kV (Um=36kV) up to 150kV (Um=170kV) test method and requirements"
- IEC 62067 "Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages above 150kV (Um=36kV) up to 500kV (Um=170kV) test method and requirements"
- IEC 60228 "Conductores de cables aislados"
- IEC 60229. "Cables eléctricos. Ensayos de cubiertas exteriores con una función especial de protección y que se aplican por extrusión"
- IEC 60332-1-2 "Métodos de ensayo para cables eléctricos y cables de fibra óptica sometidos a condiciones de fuego. Parte 1-2: Ensayo de propagación vertical de la llama para un conductor individual aislado o cable. Procedimiento para llama premezclada de 1 kW"

	ESTÁNDAR GLOBAL	Página 7 de 35
	CABLES SUBTERRÁNEOS DE ALTA TENSIÓN	GSCH010 Rev. 00 19/11/2018

- IEC 60754-1 “Ensayo de los gases desprendidos durante la combustión de materiales procedentes de los cables. Parte 1: Determinación del contenido de gases halógenos ácidos”
- IEC 60811-201 “Cables eléctricos y de fibra óptica. Métodos de ensayo para materiales no metálicos. Parte 201: Ensayos generales. Medición del espesor de aislamiento”.
- IEC 60811-202: “Cables eléctricos y de fibra óptica. Métodos de ensayo para materiales no metálicos. Parte 202: Ensayos generales. Medición del espesor de las cubiertas no metálicas”
- IEC 60811-203 “Cables eléctricos y de fibra óptica. Métodos de ensayo para materiales no metálicos. Parte 203: Ensayos generales. Medición de las dimensiones exteriores”.
- IEC 60811-401 “Cables eléctricos y de fibra óptica. Métodos de ensayo para materiales no metálicos. Parte 401: Ensayos varios. Métodos de envejecimiento térmico. Envejecimiento en estufa de aire”.
- IEC 60811-501 “Cables eléctricos y de fibra óptica. Métodos de ensayo para materiales no metálicos. Parte 501: Ensayos mecánicos. Ensayos para determinar las propiedades mecánicas de las mezclas de aislamientos y cubiertas”.
- IEC 60811-502: “Cables eléctricos y de fibra óptica. Métodos de ensayo para materiales no metálicos. Parte 502: Ensayos mecánicos. Ensayo de contracción para aislamientos”
- IEC 60811-503 “Cables eléctricos y de fibra óptica. Métodos de ensayo para materiales no metálicos. Parte 503: Ensayos mecánicos. Ensayo de contracción para cubiertas”
- IEC 60811-507: “Cables eléctricos y de fibra óptica. Métodos de ensayo para materiales no metálicos. Parte 507: Ensayos mecánicos. Ensayo de alargamiento en caliente para materiales reticulado”
- IEC 60811-508: “Cables eléctricos y de fibra óptica. Métodos de ensayo para materiales no metálicos. Parte 508: Ensayos mecánicos. Ensayo de presión a temperatura elevada para aislamientos y cubiertas”.
- IEC 60811-605 “Cables eléctricos y de fibra óptica. Métodos de ensayo para materiales no metálicos. Parte 605: Ensayos físicos. Medición del contenido de negro de humo y/o de cargas minerales los compuestos de polietileno”
- IEC 60885-3 “Métodos de ensayo eléctricos para los cables eléctricos. Parte 3: Métodos de ensayo para medidas de descargas parciales sobre longitudes de cables de potencia extruidos”.
- EN 13501-6 “Clasificación en función del comportamiento frente al fuego de los productos de construcción y elementos para la edificación. Parte 6: Clasificación a partir de datos obtenidos en ensayos de reacción al fuego de cables eléctricos”.
- HD 605 S2 “Cables eléctricos. Métodos de ensayo adicionales”.
- IEC 60230 “Ensayos de impulso en cables y sus accesorios”.
- IEC 60794-1-21 – “Optical fibre cables - Part 1-21: Generic specification - Basic optical cable test procedures - Mechanical tests methods”

	ESTÁNDAR GLOBAL	Página 8 de 35
	CABLES SUBTERRÁNEOS DE ALTA Tensión	GSCH010 Rev. 00 19/11/2018

- IEC TR 61901:2016 “Tests recommended on cables with a longitudinally applied metal foil for rated voltages above 30 kV ( $U_m = 36$  kV) up to and including 500 kV ( $U_m = 550$  kV)”

### 3.3 Normas Locales

- Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio, CNE, última versión.
- Anexo Técnico: Información Técnica de Instalaciones y Equipamiento, CNE, última versión.
- ETGI-1020 - Especificaciones técnicas generales - Requisitos de diseño sísmico para equipo eléctrico.

## 4 CLASIFICACIÓN DE LOS CABLES

La Tabla 1 resume una descripción general de los tipos de cables que se presentan en el presente estándar. La sección 5 describe las características detalladas.

TIPO	DESCRIPCIÓN
I	Cables de un solo núcleo, con conductor compactado de aluminio/cobre clase 2, polietileno reticulado (XLPE), hilos de cobre o aluminio, pantalla de tierra de cinta de aluminio y cubierta exterior de poliolefina con características de propagación de la llama y libre de halógenos.
II	Cables de un solo núcleo, con conductores compactados de aluminio/cobre clase 2, polietileno reticulado (XLPE), pantalla de tierra lisa de aluminio y cubierta exterior de poliolefina con características de propagación de la llama y libre de halógenos.

**Tabla 1 Tipo de cables**

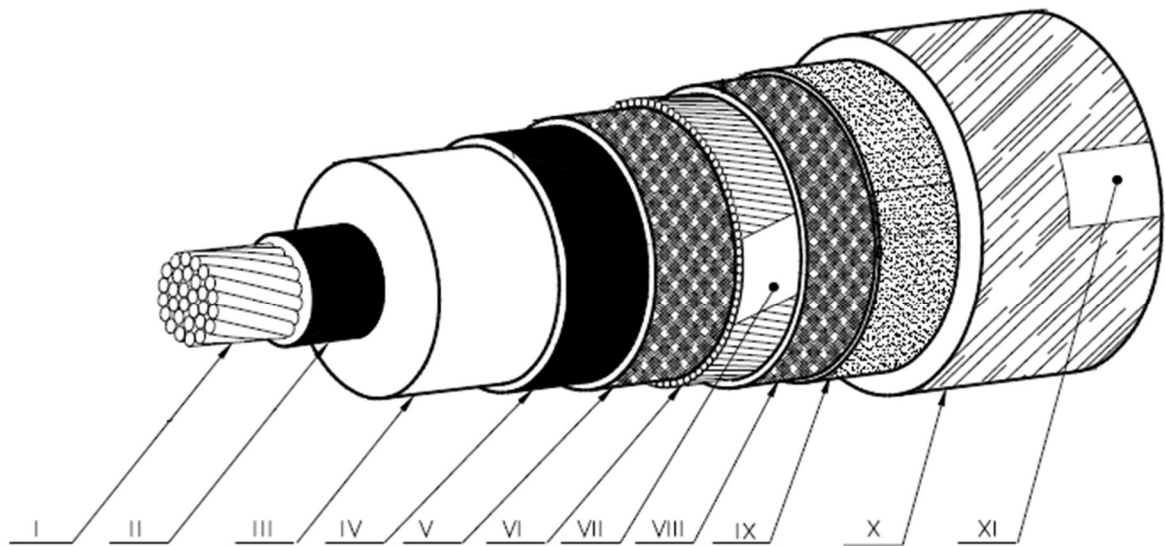
Estos tipos de cables están destinados a su utilización en las tensiones nominales indicadas en la Tabla II:

	Valores de tensión unificados U [kV]									
	220	150	138	132	115	110	69	66	60	45
I&N Chile	X					X				
Tensión nominal del cable $U_0$	127	87	76				36			26
Cable de mayor tensión $U_m$	245	170	145				72,5			52

**Tabla 2 – Cable de Tensión Nominal**

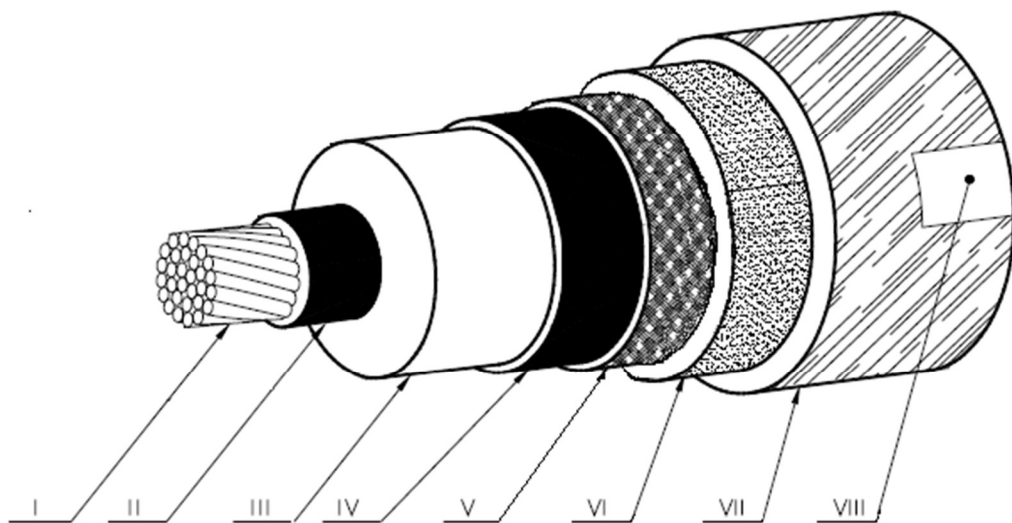


	ESTÁNDAR GLOBAL	Página 9 de 35
	CABLES SUBTERRÁNEOS DE ALTA Tensión	GSCH010
		Rev. 00 19/11/2018



- |                             |                                   |                          |                       |
|-----------------------------|-----------------------------------|--------------------------|-----------------------|
| I – Conductor               | IV – Pantalla de Aislamiento      | VII – Cinta ecualizadora | X – Cubierta Exterior |
| II – Pantalla del Conductor | V – Capa impermeable              | VIII – Capa impermeable  | XI – Marcado          |
| III – Aislante              | VI – Cables de pantalla de tierra | IX – Lámina de aluminio  |                       |

**Figura 1 Cable de un solo núcleo de Tipo I con pantalla de tierra de hilos de cobre o aluminio**



	ESTÁNDAR GLOBAL	Página 10 de 35
	CABLES SUBTERRÁNEOS DE ALTA Tensión	GSCH010 Rev. 00 19/11/2018

I – Conductor	IV – Pantalla de Aislamiento	VII – Cubierta Exterior
II – Pantalla del Conductor	V – Capa impermeable	VIII – Marcado
III – Aislante	VI – Cubierta de aluminio lisa	

**Figura 2 Cable de un solo núcleo de Tipo II con pantalla de tierra de cubierta de aluminio lisa**

## 5 DISEÑO Y FABRICACIÓN

### 5.1 Conductor

#### 5.1.1 Conductores de Aluminio

Los conductores de aluminio deberán estar trenzados en forma circular compactada clase 2, cumpliendo con todas las características aquí especificadas y en la norma CEI EN 60228/ IEC 60228. El material del conductor será AAC-1350, es decir, un 99,5% de contenido de aluminio.

La Tabla 3 presenta los conductores de aluminio para los cables que se especifican en el presente documento.

		U=220 kV	U=150 kV	U=138 kV	U=69 kV	U=45 kV
Sección transversal Al [mm²]	400*					400
	630		630	630	630	
	800	800		800	800	800
	1000	1000	1000	1000	1000	
	1200			1200		
	1600	1600	1600	1600		
	2000	2000		2000	2000	
	2500*	2500*				

**Tabla 3 Secciones de conductores de aluminio estandarizado**

#### 5.1.2 Conductores de cobre

Los conductores de cobre deberán estar trenzados en forma circular compactada clase 2, cumpliendo con todas las características aquí especificadas y en la norma CEI EN 60228/ IEC 60228. La pureza del cobre no será inferior al 99,9%.

La Tabla 4 presenta los conductores de cobre para los cables que se especifican en el presente documento.

		U=138 kV	U=69 kV
Sección transversal Cu [mm²]	630	630	
	1200	1200	1200
	1600	1600	
	2000	2000	

**Tabla 4 Secciones de conductores de cobre estandarizado**

#### 5.1.3 Resistencia eléctrica máxima a 20 °C

	ESTÁNDAR GLOBAL	Página 11 de 35
	CABLES SUBTERRÁNEOS DE ALTA Tensión	GSCH010 Rev. 00 19/11/2018

Sección transversal [mm <sup>2</sup> ]	Resistencia eléctrica máxima a 20 °C [W/Km]	
	Aluminio	Cobre
400*	0,0778	0,0470
630	0,0469	0,0283
800	0,0367	0,0221
1000	0,0291	0,0176
1200	0,0247	0,0151
1600	0,0186	0,0113
2000	0,0149	0,0090
2500*	0,0127	0,0072

**Tabla 5 Características de los conductores compactados trenzados**

Los conductores de sección transversal superior a 1000 mm<sup>2</sup> deben ser del tipo Milliken segmental con un mínimo de cuatro segmentos.

## 5.2 Pantalla del Conductor

Consistirá en una capa totalmente adherida de compuesto negro semiconductor reticulado. Se extruirá sobre el conductor para proporcionar una superficie lisa sin causar ningún daño al conductor o al aislamiento y garantizando la compatibilidad del material.

El espesor nominal de la pantalla del conductor será de 1,5 mm.

El espesor mínimo del blindaje del conductor medido y aceptado en cualquier punto no será inferior a 1,2 mm. Además, la media de todas las medidas no deberá ser inferior al espesor nominal (1,5 mm).

La resistividad de las pantallas semiconductoras extruidas aplicadas sobre el conductor no debe exceder de 1.000  $\Omega \cdot m$ .

## 5.3 Aislante

El aislante se aplicará mediante un proceso de extrusión adecuado y formará un cuerpo compacto y homogéneo. Además, deberá ser posible desmontarlo sin dañar el conductor.

El material aislante será de polietileno reticulado que cumpla con las características requeridas en este documento. Este compuesto XLPE cumple todas las características descritas en la Norma IEC 60502-2 y en la norma HD 620 S2 parte 1 para el compuesto DIX 3.

El aislante XLPE debe permitir temperaturas máximas del conductor de 90 °C en funcionamiento normal y 250 °C en cortocircuito durante al menos 0,5 segundos.

El espesor mínimo del aislante medido y aceptado en cualquier punto del cable no será inferior al 90% del valor nominal

	ESTÁNDAR GLOBAL	Página 12 de 35
	CABLES SUBTERRÁNEOS DE ALTA TENSIÓN	GSCH010 Rev. 00 19/11/2018

$$t_{min} \geq 0,9 t_n$$

Y:

$$\frac{t_{max} - t_{min}}{t_{max}} \leq \begin{cases} 0,10 & \text{para cables con } U_0 = 127 \text{ kV} \\ 0,15 & \text{para cables con } U_0 < 127 \text{ kV} \end{cases}$$

Donde:

$t_{min}$ : espesor mínimo del aislante en milímetros

$t_{max}$ : espesor máximo del aislante en milímetros

$t_n$ : espesor nominal en milímetros

La Tabla 6 presenta el espesor mínimo y nominal para los cables aislados XLPE.

Tensión Nominal U <sub>0</sub> /U (U <sub>max</sub> ) [kV]	Espesor del aislamiento	
	Nominal ( $t_n$ ) [mm]	Mínimo ( $t_{min}$ ) [mm]
26/45 (52)	7	6,3
40/69 (72,5)	9	8,1
80/138 (145)	16	14,4
87/150 (170)	18*	16,2
127/220 (245)	21	18,9

**Tabla 6 Valores de espesor del aislante**

\* Para cables de 87/150 (170) kV, el espesor nominal y mínimo puede ser menor para secciones de conductor mayores de 630 mm<sup>2</sup>.

#### 5.4 Pantalla de Aislamiento

Se aplicará una capa negra de compuesto semiconductor reticulado sobre el aislamiento. Esta capa será compatible con las temperaturas de aislación en la operación normal y durante corto circuito.

La pantalla de aislamiento deberá adherirse al aislante.

A menos que se indique lo contrario en el Listado Común, el espesor mínimo de la pantalla de aislamiento medido y aceptado en cualquier punto no será inferior a 1,2 mm. Además, la media de todas las medidas no deberá ser inferior al espesor nominal (1,5 mm).

La resistividad de las pantallas semiconductoras extruidas aplicadas sobre el aislante no debe exceder de 500  $\Omega \cdot m$ .

	ESTÁNDAR GLOBAL	Página 13 de 35
	CABLES SUBTERRÁNEOS DE ALTA TENSIÓN	GSCH010 Rev. 00 19/11/2018

### 5.5 Pantalla del Conductor, Aislante y aplicación de la pantalla de aislamiento

La pantalla del conductor, el aislante y la pantalla de aislamiento se extruirán en una sola operación, es decir, mediante un proceso de extrusión triple. No está permitido el uso de ningún tipo de laca u otro material entre estas capas.

### 5.6 Cinta expansiva para estanqueidad longitudinal

Se aplicará una cinta expansiva de material semiconductor adecuado entre la pantalla de aislamiento y la pantalla de tierra para conseguir la estanqueidad longitudinal. La cinta se aplicará sin dañar las capas adyacentes y además podrá funcionar como capa separadora adicional. La cinta expansiva se aplicará con un solapamiento mínimo igual al 10%.

### 5.7 Pantalla de Tierra

Para los cables de **Tipo I**, se aplicará una pantalla de alambre de cobre con cinta de cobre ecualizadora sobre la cinta expansiva semiconductor superpuesta. La pantalla de cobre estará constituida por una corona continua de hilos de cobre recocidos, dispuestos en una hélice con cinta ecualizadora con una sección mínima nominal de 1 mm<sup>2</sup> y con un escalón no superior a 4 veces el diámetro de la corona. Se utilizarán al menos 50 alambres distribuidos uniformemente por toda la circunferencia.

La sección total de los alambres de cobre y su resistencia eléctrica máxima a 20 °C será una de las indicadas en la Tabla 7.

Se aplicará una cinta expansiva de material semiconductor adecuado sobre la pantalla de tierra con hélice abierta para facilitar el contacto entre la pantalla de tierra y la cinta de aluminio.

Sobre la relación entre la corriente de cortocircuito de la pantalla y la sección transversal de la pantalla a diferentes tensiones, véase el cuadro del Anexo B.

Para casos especiales dependiendo del proyecto, es factible utilizar pantallas de sección mayor que las que se indican en la Tabla 7.

Como alternativa, puede utilizarse aluminio en vez de cobre para hacer la pantalla anteriormente indicada. Las resistencias eléctricas máximas son las mismas, por lo que la sección mínima de aluminio son las indicadas en la Tabla 7.

En el caso de los cables de **Tipo II**, se aplicará sobre la cinta expansiva semiconductor superpuesta una pantalla de cinta de aluminio que forme un tubo longitudinal soldado a tope y unido a la cubierta exterior. La resistencia eléctrica máxima a 20 °C será igual a la de los cables de Tipo I de manera que la sección total del tubo de aluminio será igual o mayor a las indicadas en la Tabla 7.

Para los cables de Tipo II, el tubo de aluminio impide la propagación radial del agua y no es necesaria la cinta de aluminio indicada en el punto 5.8.

	ESTÁNDAR GLOBAL	Página 14 de 35
	CABLES SUBTERRÁNEOS DE ALTA TENSIÓN	GSCH010 Rev. 00 19/11/2018

Sección Cobre [mm <sup>2</sup> ]	Resistencia Eléctrica Máxima a 20 °C [W/Km]	Sección Al equivalente [mm <sup>2</sup> ]
240	0,0745	363
200	0,086	303
160	0,216	242
120	0,149	182
95	0,188	144
50	0,357	76

**Tabla 7 Sección de Pantallas**

#### 5.7.1 Pantallas alternativas

Como alternativa, pueden utilizarse otros tipos de pantallas metálicas con características funcionales equivalentes en cada uno de los códigos incluidos en la presente norma, siempre que cuenten con la aceptación previa de Saesa.

#### 5.8 Estanqueidad radial

Sólo para cables Tipo I. Se aplicará longitudinalmente una lámina de aluminio con espesor mínimo de 0,1 mm a la cubierta exterior contra la estanqueidad radial. Se pegará un revestimiento adecuado para evitar daños en la cubierta.

Debe haber contacto eléctrico entre la cinta de aluminio y los alambres de la pantalla de tierra.

#### 5.9 Cubierta Exterior

La cubierta exterior deberá resistir la humedad, abrasión y rayos UV.

A menos que se indique lo contrario, la cubierta exterior será de color negro RAL 9005.

El material será de poliolefina tipo ST7 con algún aditivo para dar características retardantes de llama.

El espesor mínimo medido y aceptado de la cubierta exterior en cualquier punto del cable no será inferior al 85% del valor nominal menos 0,1 mm.

$$t_{min} \geq 0,85 t_n - 0,1$$

Donde:

$t_{min}$ : espesor mínimo en milímetros

$t_n$ : espesor nominal en milímetros

La Tabla 8 presenta el espesor mínimo y nominal de la cubierta exterior de poliolefina.

	ESTÁNDAR GLOBAL	Página 15 de 35
	CABLES SUBTERRÁNEOS DE ALTA Tensión	GSCH010 Rev. 00 19/11/2018

Sección transversal [mm <sup>2</sup> ]	Espesor nominal de la cubierta [mm]	Espesor mínimo de la cubierta [mm]
400	3,5	2,88
630	3,5	2,88
800	3,8	3,13
1000	4	3,3
1200	4	3,3
1600	4,5	3,73
2000	4,5	3,73
2500*	4,5	3,73

**Tabla 8 Espesor de la cubierta exterior PO de Tipo I y Tipo II**

Debe existir una capa semiconductora extruida en la cubierta exterior para ayudar en los ensayos eléctricos. Esta capa puede ser sustituida por una capa de grafito.

#### **5.10 Ampacidad y capacidad nominal de cortocircuito**

A efectos del diseño de red, se indicarán los valores estimados de ampacidad y capacidad nominal de cortocircuito.

A menos que se indique lo contrario en las secciones locales, dichos valores de ampacidad se calcularán en condiciones estables, para la colocación de un solo núcleo y la colocación de tres núcleos, cuando se instalen al aire libre, directamente enterrados y enterrados en ductos utilizando las siguientes condiciones de funcionamiento:

- Temperatura máxima del conductor 90 °C
- Temperatura ambiente 40 °C
- Temperatura del suelo 20 °C
- Profundidad de colocación 1,5 m
- Resistividad térmica del suelo 1,5 K m/W
- Pegado en ambos extremos

Los valores estimados de la ampacidad en estado estacionario de los circuitos individuales directamente enterrados de los tipos de cables incluidos en esta norma se describen en el Anexo C

En lo que respecta a la capacidad de cortocircuito, los valores adiabáticos y no adiabáticos se calcularán utilizando las siguientes condiciones:

- Temperatura inicial del conductor 90 °C
- Temperatura final del conductor 250 °C
- Temperatura inicial de la pantalla de la cinta de aluminio 75 °C
- Temperatura final de la pantalla de la cinta de aluminio 150 °C

	ESTÁNDAR GLOBAL	Página 16 de 35
	CABLES SUBTERRÁNEOS DE ALTA TENSIÓN	GSCH010 Rev. 00 19/11/2018

- Pantalla de alambre de cobre con temperatura inicial 80 °C
- Pantalla de alambre de cobre con temperatura final 180 °C
- Duración del cortocircuito: 0,5 s y 1 s

Para valores de referencia véase las Secciones Locales.

## 5.11 Designación y marcado del cable

### 5.11.1 Designación del cable

Si no se especifica lo contrario en la Sección Local, la designación del cable se realiza con la siguiente terminología:

- “GRUPO SAESA GSCH010”.
- Nivel de tensión  $U_0/U$  ( $U_m$ ) and “kV”,
- “XLPE”,
- “1X” y sección del conductor (expresada en  $\text{mm}^2$ ), y su material (Cu o Al),
- + un carácter que represente el tipo de cable (H: para el Tipo I, T: para el Tipo II)
- Pantalla de sección nominal (expresada en  $\text{mm}^2$ ),
- “Al”, (sólo para cable Tipo II con pantalla de hilos de aluminio),

Ejemplo de designación para cable GSCH010/01:

*GRUPO SAESA GSCH010 - 127/220 (245) kV - XLPE - 1x2500 Al + T363*

### 5.11.2 Marcado

El marcado debe ser con pintura indeleble, de fácil lectura y realizado con hendidura o grabado sobre la superficie de la cubierta exterior, de forma continua.

Se verificará la durabilidad mediante ensayo hecho en sub-clase 4.4 de la norma IEC 60794-1-21.

Si no se especifica lo contrario en la Sección Local, el marcado debe incluir la siguiente información:

- Designación del cable según se indica en el párrafo 5.11.1.
- Nombre del fabricante y/o marca,
- Año de fabricación,
- Número del lote de producción,
- Métrica.

La impresión se hará cada 0,5 metros y con tamaño de letra no inferior a 10 mm.

Ejemplo de marcado para cable GSCH010/01:

*GRUPO SAESA GSCH010 - 127/220 (245) kV - XLPE - 1x2500 Al + T363 - Fabricante - 2018- N° P.B. - 0000*

## 6 CONDICIONES DE SUMINISTRO

Las muestras necesarias para los ensayos se tomarán de longitudes adicionales del mismo lote incluido en la orden de suministro. Por lo tanto, las longitudes en cualquier contrato no pueden ser disminuidas para



	ESTÁNDAR GLOBAL	Página 17 de 35
	CABLES SUBTERRÁNEOS DE ALTA Tensión	GSCH010 Rev. 00 19/11/2018

poder realizar cualquier ensayo. La tolerancia permitida de la longitud del cable en cada tambor es de -0%, +1% de la longitud nominal requerida.

El cable vendrá provisto con capuchones en sus extremos para asegurar la estanqueidad.

Si no se indica expresamente lo contrario, el cable se suministrará en tambores metálicos y con duelas del mismo material o madera. Ambos tratados para evitar la corrosión.

Los tambores deberán estar diseñados para soportar el peso del cable correspondiente a su longitud sin deformaciones que puedan dañar el cable en su interior.

Se prestará especial atención al diseño de los tambores teniendo en cuenta la seguridad del operador en terreno durante la instalación y la manipulación.

Los planos de los tambores se facilitarán al Grupo Saesa para su aprobación.

Los tambores estarán marcados con la siguiente información:

- a) Destino.
- b) Número de orden de compra.
- c) Fabricante o marca.
- d) País de origen.
- d) Longitud del cable en la bobina.
- e) Tipo y tamaño del conductor.
- f) Espesor y tipo de aislamiento.
- g) Tensión nominal.
- h) Pesos, tara y neto.
- i) Año de fabricación.

Véanse las secciones locales para más información

## **7 GARANTÍA**

El requisito de garantía se indicará en la solicitud de ofertas, indicando plazos y normas.

## **8 ENSAYOS**

### **8.1 Clasificación de los ensayos**

#### **8.1.1 Ensayos de aceptación**

Los ensayos de aceptación (ensayos de rutina y de muestreo) se realizarán en las dependencias del Proveedor.

#### **8.1.2 Ensayos de Rutina**

Los ensayos de rutina se realizarán al 100% de los carretes entregados para demostrar la integridad del producto.

	ESTÁNDAR GLOBAL	Página 18 de 35
	CABLES SUBTERRÁNEOS DE ALTA TENSIÓN	GSCH010 Rev. 00 19/11/2018

### 8.1.3 Ensayos de muestreo

Los ensayos de muestreo se realizan a las muestras tomadas de cada lote (serie de fabricación) con el fin de comprobar que el producto terminado cumple con las especificaciones de diseño.

### 8.1.4 Ensayos de tipo

Se realizarán ensayos de tipo antes de suministrar un tipo de cable regulado por la presente norma, a fin de demostrar que sus características de funcionamiento son satisfactorias para satisfacer la aplicación prevista.

Cuando los ensayos de tipo se hayan realizado con éxito en un tipo de cable cubierto por el presente documento con una sección transversal, una tensión nominal y características de construcción específicas, podrá aceptarse la aprobación de tipo siempre que se cumplan las siguientes condiciones:

- La sección transversal del conductor no es más grande que el cable probado.
- El cable tiene construcciones similares a las del cable probado, es decir, utiliza los mismos materiales (conductor, pantallas, aislamiento, pantalla de tierra, cubierta exterior) y el mismo proceso de fabricación.
- La tensión nominal no excederá la del cable probado.
- La tensión eléctrica nominal calculada y la tensión de choque calculada utilizando las dimensiones nominales en la pantalla del conductor del cable no superan en más de un 10 % las tensiones calculadas respectivas del cable sometido a ensayo.
- La tensión eléctrica nominal calculada en la pantalla de aislamiento del cable y la tensión de choque calculada utilizando las dimensiones nominales no superan las tensiones calculadas respectivas del cable sometido a ensayo.

Cuando cambie el diseño o los materiales del cable (lo que pudiera afectar las características de rendimiento del cable), los ensayos de tipo relevantes se repetirán.

Los cables se someterán a ensayos de tipo después de haber superado todos los ensayos de aceptación recogidos en los listados de ensayos de rutina y de muestras.

Todas las muestras necesarias para los ensayos de tipo se tomarán de la misma longitud de producción.

Los ensayos de tipo comprenderán los ensayos eléctricos de todo el sistema de cables y el ensayo no eléctrico de los componentes de los cables y del cable completo, tal como se especifica en los puntos 8.5 y 8.6. Para cables con  $U_{max} \leq 170$  kV, de tensión eléctrica nominal calculada en la pantalla del conductor no superior a 8,0 kV/mm y tensión eléctrica nominal calculada en la pantalla de aislamiento no superior a 4,0 kV/mm, los ensayos eléctricos deben realizarse únicamente en cables.

Los ensayos de tipo de los componentes de los cables sólo deben realizarse en muestras de cables de diferentes tensiones nominales y/o secciones transversales de los mismos, si se utilizan materiales y/o procesos de fabricación diferentes en su fabricación. No obstante, puede ser necesario repetir los ensayos de envejecimiento de las piezas del cable terminado para comprobar la compatibilidad de los materiales si la

	ESTÁNDAR GLOBAL	Página 19 de 35
	CABLES SUBTERRÁNEOS DE ALTA TENSIÓN	GSCH010 Rev. 00 19/11/2018

combinación de materiales aplicada sobre el núcleo apantallado es diferente de la del cable en el que se han realizado anteriormente los ensayos de tipo.

#### **8.1.5 Ensayos de precalificación**

Se realizarán ensayos de precalificación antes de suministrar un tipo de cable regulado por la presente norma, a fin de demostrar que sus características de funcionamiento a largo plazo de todo el sistema de cables son satisfactorias.

El ensayo de precalificación se realizará en sistemas de cables en los que las tensiones eléctricas nominales calculadas en la pantalla del conductor superen los 8,0 kV/mm y/o en la pantalla de aislamiento que superen los 4,0 kV/mm. El ensayo de precalificación se realizará excepto si los sistemas de cables con la misma construcción y accesorios de la misma familia han sido precalificados para una tensión nominal más alta.

El ensayo de precalificación debe realizarse en un sistema de cables, utilizando un cable de gran sección transversal del conductor para cubrir los aspectos termo-mecánicos. Las condiciones generales para estos ensayos y su extensión son las indicadas en la norma IEC 62067 cláusula 13 para cables con  $U_0=127$  kV y IEC 60840 cláusula 13 para cables con  $U_0<127$  kV.

#### **8.1.6 Ensayos de desarrollo**

Estos ensayos se realizan durante el desarrollo del diseño de un cable y se llevarán a cabo antes de suministrar un tipo de cable regulado por la presente norma, a fin de demostrar que sus características de funcionamiento de todo el sistema de cables son satisfactorias.

### **8.2 Criterios de muestreo y aceptación**

Los ensayos por muestreo se realizarán en una longitud de cada lote (serie de fabricación) del mismo tipo y sección transversal de cable, pero se limitarán a un máximo del 10 % del número de longitudes de cada contrato, redondeado al número entero más próximo.

Si la muestra de cualquier longitud seleccionada para los ensayos no supera ninguna de las pruebas, se tomarán otras muestras de dos longitudes más del mismo lote y se someterán a los mismos ensayos que aquellas en las que falló la muestra original. Si ambas muestras adicionales superan los ensayos, se considerará que los demás cables del lote del que se tomaron cumplen los requisitos de la presente norma. En caso de que alguna de las dos falle, se considerará que este lote de cables no es conforme.

### **8.3 Listado de ensayos de rutina**

#### **8.3.1 Ensayo de descarga parcial**

Requisitos: No hay descarga detectable que exceda la sensibilidad de 10 pC o superior a  $1.5 U_0$

Método de ensayo: IEC 60840 cláusula 9.2

	ESTÁNDAR GLOBAL	Página 20 de 35
	CABLES SUBTERRÁNEOS DE ALTA TENSIÓN	GSCH010 Rev. 00 19/11/2018

### **8.3.2 Ensayo de tensión**

Requisitos: No se producirá ninguna ruptura en el aislamiento.

Método de ensayo: IEC 60840 cláusula 9.3

Tensión del ensayo:  $2.5 U_0$

Duración: 30 min

### **8.3.3 Ensayo eléctrico en la cubierta exterior del cable**

Requisitos: Sin ruptura.

Método de ensayo: IEC 60229 cláusula 3

Tensión del ensayo: 25 kV CC

Duración: 1 min

### **8.3.4 Medición de la resistencia eléctrica del conductor y de la pantalla metálica**

Requisitos:  $\leq$  valor nominal

Método de ensayo: IEC 60840 cláusula 10.5

### **8.3.5 Medición de la capacitancia**

Requisitos:  $\leq 1,08$  del valor nominal declarado

Método de ensayo: IEC 60840 cláusula 10.10

## **8.4 Listado de ensayos de muestreo**

### **8.4.1 Inspección del cable**

Requisitos: Conformidad con las características constructivas, por ej.: marcado, colores, cantidad de hilos conductores, aplicación de aislamiento y cubierta exterior, etc.

Método de ensayo: comprobación mediante inspección visual

### **8.4.2 Medición del grosor del aislamiento y de la cubierta exterior de los cables**

Requisitos:

Aislante: Cláusula 5.3.

Cubierta exterior: Cláusula 5.9

Método de ensayo: IEC 60811-201, IEC 60811-202

### **8.4.3 Medición del grosor de la cubierta metálica**

Requisitos: valor nominal declarado.

Método de ensayo: IEC 608410 cláusula 10.7.2

### **8.4.4 Medición de los diámetros**

Requisitos: valor nominal declarado del conductor, sobre aislamiento y diámetro total.

Método de ensayo: IEC 60811-203

### **8.4.5 Ensayo de alargamiento en caliente para aislación de XLPE**

Tratamiento:

	ESTÁNDAR GLOBAL	Página 21 de 35
	CABLES SUBTERRÁNEOS DE ALTA TENSIÓN	GSCH010 Rev. 00 19/11/2018

Temperatura de aire: 200 °C ± 3 K

Tiempo bajo carga: 15 min

Tensión mecánica: 0,2 MPa

Requisitos:

Alargamiento máximo bajo carga: 175%

Máximo alargamiento permanente después del enfriado: 15%

Método de ensayo: IEC 60811-507

#### **8.4.6 Ensayo de tensión de choque de los rayos**

Para cables con  $U_0=127$  kV o con tensión nominal del conductor eléctrico > 8,0 kV/mm

Frecuencia: un ensayo para los contratos con una longitud de cable entre 4 km y 20 km y dos ensayos para los contratos con longitudes de cable más largas.

Requisitos: No se producirá ninguna ruptura en el aislamiento

Método de ensayo: IEC 62067 cláusula 10.12

Valor de la tensión de impulsos de iluminación:

250 kV para cables con  $U_{max} = 52$  kV.

350 kV para cables con  $U_{max} = 72,5$  kV.

650 kV para cables con  $U_{max} = 145$  kV.

750 kV para cables con  $U_{max} = 170$  kV.

1.050 kV para cables con  $U_{max} = 245$  kV.

#### **8.4.7 Ensayo de penetración de agua**

Frecuencia: un ensayo para los contratos con una longitud de cable entre 4 km y 20 km y dos ensayos para los contratos con longitudes de cable más largas.

Requisitos y métodos de ensayo:

IEC 62067 Anexo E para cables con  $U_0=127$  kV

IEC 60840 Anexo E para cables con  $U_0=127$  kV

#### **8.4.8 Ensayos en componentes de cables con cinta o lámina metálica aplicada longitudinalmente, adherida a la cubierta exterior**

Ensayos incluidos:

Inspección visual

Fuerza de adherencia de la lámina metálica

Resistencia al despegue de la lámina de metal superpuesta

Requisitos y métodos de ensayo: IEC 60840 Anexo F

#### **8.4.9 Medición del grosor del conductor y de las pantallas de aislamiento**

Requisitos:

Pantalla del conductor: Cláusula 5.2.

Pantalla de aislamiento: Cláusula 5.4

Método de ensayo: IEC 60811-202

	ESTÁNDAR GLOBAL	Página 22 de 35
	CABLES SUBTERRÁNEOS DE ALTA TENSIÓN	GSCH010 Rev. 00 19/11/2018

#### 8.4.10 Propiedades mecánicas del aislamiento de XLPE

Requisitos:

Resistencia mínima a la tracción: 12,5 MPa

Alargamiento mínimo a la ruptura: 200%

Método de ensayo: IEC 60811-501

#### 8.4.11 Propiedades mecánicas de la cubierta

Requisitos:

Resistencia mínima a la tracción: 12,5 MPa

Alargamiento mínimo a la ruptura: 300%

Método de ensayo: IEC 60811-501

#### 8.4.12 Resistencia a la abrasión de los marcados de los cables

Requisitos:

El marcado será legible después de 500 ciclos del Método 2 con una fuerza aplicada de 15 N

Método de ensayo: IEC 60794-1-21 sub-cláusula 4.4

### 8.5 Listado de ensayos de tipo eléctrico

#### 8.5.1 Ensayo de flexión

Se realizará la siguiente secuencia:

a) Ensayo de flexión en el cable

Método de ensayo: IEC 60840 sub-cláusula 12.4.3

b) Instalación de accesorios

Para los ensayos de tipo eléctrico en cables, los accesorios pueden ser sólo las terminaciones del ensayo.

c) Ensayo de descarga parcial a temperatura ambiente

Requisitos: No hay descarga detectable que exceda la sensibilidad de 5 pC o superior a 1.5 U<sub>0</sub>

Método de ensayo: IEC 62067 sub-cláusula 12.4.4

#### 8.5.2 Medición de Tan δ

Requisitos:  $\tan \delta \leq 10 \cdot 10^{-4}$

Método de ensayo: IEC 60840 cláusula 12.4.5

#### 8.5.3 Ensayo de tensión del ciclo de calentamiento

Requisitos:

Método de ensayo:

IEC 62067 cláusula 12.4.6 para cables con U<sub>0</sub>=127 kV

IEC 60840 cláusula 12.4.6 para cables con U<sub>0</sub>=127 kV

#### 8.5.4 Ensayo de descarga parcial a temperatura ambiente y alta temperatura

Este ensayo se realizará después del ciclo final del ensayo en 8.5.3 o, alternativamente, después del ensayo en 8.5.5

	ESTÁNDAR GLOBAL	Página 23 de 35
	CABLES SUBTERRÁNEOS DE ALTA Tensión	GSCH010 Rev. 00 19/11/2018

Requisitos: No hay descarga detectable que exceda la sensibilidad de 5 pC o superior a 1.5  $U_0$

Método de ensayo: IEC 60840 cláusula 12.4.4

#### **8.5.5 Ensayo de tensión de choque de los rayos seguido de ensayo de tensión frecuencia de potencia**

Requisitos: No se producirá ninguna ruptura en el aislamiento o flashover

Método de ensayo:

IEC 62067 cláusula 12.4.7.2 para cables con  $U_0=127$  kV

IEC 60840 cláusula 12.4.7 para cables con  $U_0=127$  kV

Valor de la tensión de impulsos de iluminación:

250 kV para cables con  $U_{max} = 52$  kV.

350 kV para cables con  $U_{max} = 72,5$  kV.

650 kV para cables con  $U_{max} = 145$  kV.

750 kV para cables con  $U_{max} = 170$  kV.

1.050 kV para cables con  $U_{max} = 245$  kV.

Valor de tensión de frecuencia de potencia:

65 kV para cables con  $U_{max} = 52$  kV.

90 kV para cables con  $U_{max} = 72,5$  kV.

190 kV para cables con  $U_{max} = 145$  kV.

218 kV para cables con  $U_{max} = 170$  kV.

254 kV para cables con  $U_{max} = 245$  kV.

#### **8.5.6 Ensayo de descarga parcial a temperatura ambiente y alta temperatura**

Si no se realizó anteriormente después del ciclo final del ensayo en 8.5.3

Requisitos: No hay descarga detectable que exceda la sensibilidad de 5 pC o superior a 1.5  $U_0$

Método de ensayo: IEC 60840 cláusula 12.4.4

#### **8.5.7 Inspección del cable**

Requisitos: Sin signos de deterioro

Método de ensayo: IEC 60840 cláusula 12.4.8

#### **8.5.8 Resistividad de las pantallas semiconductoras de cables**

Este ensayo se realizará en una muestra separada

Requisitos: La resistividad, antes y después del envejecimiento, no superará los valores de 5.2 y 5.4.

Método de ensayo: IEC 60840 cláusula 12.4.9

### **8.6 Listado de ensayos de tipo no eléctrico**

#### **8.6.1 Verificación de la construcción del cable**

Requisitos: Conformidad con los valores declarados

Método de ensayo: IEC 60840 cláusula 12.5.1

	ESTÁNDAR GLOBAL	Página 24 de 35
	CABLES SUBTERRÁNEOS DE ALTA TENSIÓN	GSCH010 Rev. 00 19/11/2018

### 8.6.2 Propiedades mecánicas del aislamiento antes y después del envejecimiento

Requisitos:

Sin envejecimiento:

Resistencia mínima a la tracción: 12,5 N/mm<sup>2</sup>

Alargamiento mínimo a la ruptura: 200%

Después del envejecimiento en horno de aire a 135 °C ± 3K durante 168 h:

Variación máxima de resistencia a la tracción: ±25%

Variación máxima de alargamiento a la ruptura: ±25%

Método de ensayo: IEC 60840 cláusula 12.5.2

Muestreo, acondicionamiento y ensayos mecánicos: IEC 60811-501.

Tratamiento de envejecimiento: IEC 60811-401.

### 8.6.3 Propiedades mecánicas de la cubierta exterior antes y después del envejecimiento

Requisitos:

Sin envejecimiento:

Resistencia mínima a la tracción: 12,5 N/mm<sup>2</sup>

Alargamiento mínimo a la ruptura: 300%

Después del envejecimiento en horno de aire a 110 °C ± 2K durante 240 h:

Alargamiento mínimo a la ruptura: 300%

Método de ensayo: IEC 60840 cláusula 12.5.3

Muestreo, acondicionamiento y ensayos mecánicos: IEC 60811-501.

Tratamiento de envejecimiento: IEC 60811-401.

### 8.6.4 Ensayos de envejecimiento en piezas de cable completo para verificar la compatibilidad de los materiales

Tratamiento:

Temperatura de horno de aire: 100 °C ± 2 K

Duración: 7 X 24 horas

Requisitos: IEC 60840 cláusula 12.5.4.5

Método de ensayo: IEC 60840 cláusula 12.5.4

Muestreo, acondicionamiento y ensayos mecánicos: IEC 60811-501.

Tratamiento de envejecimiento: IEC 60811-401.

### 8.6.5 Ensayo de presión a alta temperatura en la cubierta exterior

Requisitos: IEC 60811-508

Método de ensayo: IEC 60811-508 con ensayo de temperatura a 110 °C ± 2K

### 8.6.6 Ensayo de alargamiento en caliente para aislación de XLPE

Tratamiento:

Temperatura de aire: 200 °C ± 3 K

Tiempo bajo carga: 15 min



	ESTÁNDAR GLOBAL	Página 25 de 35
	CABLES SUBTERRÁNEOS DE ALTA TENSIÓN	GSCH010 Rev. 00 19/11/2018

Tensión mecánica: 0,2 MPa

Requisitos:

Alargamiento máximo bajo carga: 175%

Máximo alargamiento permanente después del enfriado: 15%

Método de ensayo: IEC 60811-507

#### **8.6.7 Medición del contenido negro de carbono en las cubiertas exteriores de PE negro**

Debe excluirse la capa semiconductora extruida.

Requisitos:  $2,5 \pm 0,5$  %.

Método de ensayo: IEC 60811-605

#### **8.6.8 Ensayo en condiciones de incendio**

Requisitos: Ignífugo

Método de ensayo: IEC 60332-1-2

#### **8.6.9 Penetración de agua**

Requisitos y métodos de ensayo:

IEC 62067 Anexo E para cables con  $U_0=127$  kV

IEC 60840 Anexo E para cables con  $U_0=127$  kV

#### **8.6.10 Ensayos en componentes de cables con cinta o lámina metálica aplicada longitudinalmente, adherida a la cubierta exterior**

Ensayos incluidos:

Inspección visual

Fuerza de adherencia de la lámina metálica

Resistencia al despegue de la lámina de metal superpuesta

Requisitos y métodos de ensayo: IEC 60840 cláusula 12.5.15

#### **8.6.11 Ensayo de contracción para aislación de XLPE**

Requisitos:

Distancia L entre marcas: 200 mm

Temperatura:  $130\text{ °C} \pm 3\text{ K}$

Duración: 6 h.

Contracción máxima admisible 4,5%

Método de ensayo: IEC 60811-502

#### **8.6.12 Ensayo de contracción para cubiertas exteriores de PE**

Requisitos:

Temperatura de ensayo:  $80\text{ °C} \pm 2\text{ K}$

Duración: 5 h.

Número de ciclos de calentamiento: 5

Contracción máxima admisible: 3%

Método de ensayo: IEC 60811-503

	ESTÁNDAR GLOBAL	Página 26 de 35
	CABLES SUBTERRÁNEOS DE ALTA TENSIÓN	GSCH010 Rev. 00 19/11/2018

### 8.6.13 Contenido de ácido halógeno en la cubierta exterior

Requisitos: < 5 mg./g.

Método de ensayo: IEC 60754-1

## 8.7 Listado de ensayos de precalificación

### 8.7.1 Ensayo de tensión del ciclo de calentamiento

Requisitos: No se presentarán rupturas.

Tensión del ensayo:  $1,7 U_0$

Ciclos:  $\geq 180$

Método de ensayo:

IEC 62067 cláusula 13.2.4 para cables con  $U_0=127$  kV

IEC 60840 cláusula 13.2.4 para cables con  $U_0=127$  kV

### 8.7.2 Ensayo de tensión de choque de los rayos

Requisitos: soportar 10 impulsos de tensión positivos y 10 negativos sin fallos

Tensión del ensayo:

250 kV para cables con  $U_{max} = 52$  kV.

350 kV para cables con  $U_{max} = 72,5$  kV.

650 kV para cables con  $U_{max} = 145$  kV.

750 kV para cables con  $U_{max} = 170$  kV.

1.050 kV para cables con  $U_{max} = 245$  kV.

Método de ensayo:

IEC 62067 cláusula 13.2.5 para cables con  $U_0=127$  kV

IEC 60840 cláusula 13.2.5 para cables con  $U_0=127$  kV

### 8.7.3 Inspección del sistema de cables después de completar los ensayos anteriores

Requisitos: Sin signos de deterioro

Método de ensayo: IEC 60840 cláusula 13.2.6

## 8.8 Listado de ensayos de desarrollo

### 8.8.1 Ensayo de choque

Requisitos: IEC TR 61901 cláusula 4.1.1

Cables Tipo I: sin grietas ni separación de la lámina de aluminio de las cubiertas protectoras laminadas ni daños perjudiciales a otras partes del cable

Altura: 1 m.

Peso: 5 kg.

	ESTÁNDAR GLOBAL	Página 27 de 35
	CABLES SUBTERRÁNEOS DE ALTA TENSIÓN	GSCH010 Rev. 00 19/11/2018

Radio: 2 mm.

Cantidad de impactos por ubicación: 1.

Cantidad de ubicaciones: 5.

Cables Tipo II: No debe haber ninguna perforación en los puntos de impacto y la pantalla semiconductora no debe deformarse más de 1 mm y no debe mostrar deformación con ángulo agudo hacia el aislamiento en el punto de impacto.

Altura: 0,27 m.

Peso: 27 kg.

Radio: 1 mm.

Cantidad de impactos por ubicación: 4.

Cantidad de ubicaciones: 2

Método de ensayo: IEC TR 61901 cláusula 4.1.1

#### **8.8.2 Ensayo de carga lateral**

Este ensayo se realizará si el coeficiente entre la fuerza de tracción máxima y el radio de flexión mínimo durante la instalación es superior al indicado a continuación:

Para cables Tipo I: 1.000 daN/m.

Para cables Tipo II: 2.500 daN/m.

Requisitos: IEC TR 61901 cláusula 4.1.3

La inspección visual debe indicar que no existen grietas ni separación de las cubiertas protectoras ni daños perjudiciales a otras partes del cable.

Método de ensayo: IEC TR 61901 cláusula 4.1.3

#### **8.8.3 Envejecimiento a largo plazo de las uniones adhesivas de los componentes del recubrimiento laminado**

Requisitos: IEC TR 61901 cláusula 4.1.4

Método de ensayo: IEC TR 61901 cláusula 4.1.4

#### **8.8.4 Propiedades mecánicas de la soldadura**

Sólo para cables Tipo II.

Requisitos: IEC TR 61901 cláusula 4.1.5

Método de ensayo: IEC TR 61901 cláusula 4.1.5

#### **8.8.5 Ensayo de cortocircuito**

El ensayo de cortocircuito se realizará en los sistemas de cables, incluyendo el cable, la conexión a accesorios, los accesorios, la conexión a tierra y los cables de conexión a tierra.

	ESTÁNDAR GLOBAL	Página 28 de 35
	CABLES SUBTERRÁNEOS DE ALTA Tensión	GSCH010 Rev. 00 19/11/2018

Requisitos: IEC TR 61901 cláusula 4.1.5

Método de ensayo: IEC TR 61901 cláusula 4.1.5

	ESTÁNDAR GLOBAL	Página 29 de 35
	CABLES SUBTERRÁNEOS DE ALTA TENSIÓN	GSCH010 Rev. 00 19/11/2018

## 9 LISTADO TÉCNICO DE VERIFICACIÓN

En el siguiente cuadro se indica la información técnica mínima que los proveedores deberán proporcionar.

Ítem	Descripción	Unidad	Requerimiento	Ofrecimiento
<b>1</b>	<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>			
1.1	Proveedor	-	Info	
1.2	Fábrica	-	Info	
1.3	Ubicación de la fábrica	-	Info	
<b>2</b>	<b>CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES</b>			
2.1	Empresa de Distribución y País	-		
2.2	Código de País	-		
2.3	Código tipo del EG			
2.4	Tensión nominal $U_0/U$ ( $U_{max}$ )	[kV]		
2.5	Tipo I o Tipo II	-		
2.6	Designación	-		
<b>3</b>	<b>CONDUCTOR</b>			
3.1	Material	-		
3.2	Sección transversal nominal	[mm <sup>2</sup> ]		
3.3	Tipo de trenzado	-		
3.4	Diámetro mínimo del conductor	[mm]		
3.5	Diámetro máximo del conductor	[mm]		
3.6	Cantidad de alambres del conductor	-		
3.7	Diámetro nominal de los alambres	[mm]		
3.8	Resistencia CC del conductor a 20 °C	[Ω/ km]		
3.9	Medidas de estanqueidad	-		
3.10	Medidas adoptadas para reducir el efecto sobre la superficie	-		
<b>4</b>	<b>PANTALLA DEL CONDUCTOR</b>			
4.1	Material			
4.2	Espesor nominal	[mm]		
4.3	Espesor mínimo	[mm]		
4.4	Resistividad de volumen	[Ω · m]		
4.5	Tensión eléctrica nominal calculada	[kV/mm ]		
<b>5</b>	<b> AISLAMIENTO</b>			
5.1	Material	-		
5.2	Espesor nominal	[mm]		
5.3	Espesor mínimo	[mm]		
5.4	Diámetro nominal interno	[mm]		

	ESTÁNDAR GLOBAL	Página 30 de 35
	CABLES SUBTERRÁNEOS DE ALTA TENSIÓN	GSCH010 Rev. 00 19/11/2018

Ítem	Descripción	Unidad	Requerimiento	Ofrecimiento
5.5	Diámetro nominal externo	[mm]		
5.6	Color	-		
5.7	Aditivos especiales	-		
<b>6</b>	<b>PANTALLA DE AISLAMIENTO</b>			
6.1	Material			
6.2	Espesor nominal	[mm]		
6.3	Espesor mínimo	[mm]		
6.4	Resistividad de volumen	[ $\Omega \cdot m$ ]		
6.5	Tensión eléctrica nominal calculada	[kV/mm]		
<b>7</b>	<b>PROCESO DE FABRICACIÓN EL SISTEMA DE AISLAMIENTO</b>			
7.1	Tipo de extrusión			
7.2	Tipo de línea de extrusión			
7.3	Identificación de la línea de extrusión			
7.4	Medios de curación			
7.5	Medios de enfriamiento			
<b>8</b>	<b>CINTA EXPANSIVA DE ESTANQUEIDAD LONGITUDINAL</b>			
8.1	Material			
8.2	Espesor nominal	[mm]		
8.3	Ancho nominal	[mm]		
8.4	Superposición	[%]		
<b>9</b>	<b>PANTALLA DE TIERRA (cables Tipo I)</b>			
9.1	Material de los alambres / cintas			
9.2	Cantidad de alambres			
9.3	Diámetro nominal de los alambres	[mm]		
9.4	Paso de hélice	[mm]		
9.5	Cantidad de cintas			
9.6	Espesor y ancho de la cinta	[mm]		
9.7	Sección transversal nominal	[mm <sup>2</sup> ]		
9.8	Diámetro externo	[mm]		
9.9	Resistencia CC a 20 °C	[ $\Omega$ / km]		
9.10	Material semiconductor de la cinta expansiva			
9.11	Espesor del semiconductor de la cinta expansiva	[mm]		
9.12	Ancho del semiconductor de la cinta expansiva	[mm]		
9.13	Espesor nominal de la lámina de aluminio adherida a la cubierta exterior	[mm]		
<b>10</b>	<b>PANTALLA DE TIERRA (Cables Tipo II)</b>			
10.1	Material			
10.2	Proceso de fabricación			

	ESTÁNDAR GLOBAL	Página 31 de 35
	CABLES SUBTERRÁNEOS DE ALTA TENSIÓN	GSCH010 Rev. 00 19/11/2018

Ítem	Descripción	Unidad	Requerimiento	Ofrecimiento
10.3	Espesor nominal	[mm]		
10.4	Espesor mínimo	[mm]		
10.5	Sección transversal nominal	[mm <sup>2</sup> ]		
10.6	Diámetro externo	[mm]		
10.7	Resistencia máxima CC a 20 °C	[Ω/ km]		
<b>11</b>	<b>CUBIERTA EXTERIOR</b>			
11.1	Material de la cubierta			
11.2	Espesor nominal			
11.3	Espesor mínimo			
11.4	Color			
11.5	Designación del material			
11.6	Grosor de la superficie semiconductora extruida	[mm]		
11.7	Recubrimiento de grafito aplicado			
11.8	Marcado			
<b>12</b>	<b>CARACTERÍSTICAS ADICIONALES</b>			
12.1	Diámetro nominal total del cable	[mm]		
12.2	Radio mínimo de curvatura durante la colocación	[mm]		
12.3	Radio mínimo de curvatura no traccionado	[mm]		
12.4	Fuerza de tracción máxima admisible	[daN]		
12.5	Peso total	[kg/m]		
12.6	Retardante al fuego (IEC 60332-1-2)			
12.7	Clase de reacción al fuego (EN 50575 si se aplica)			

	ESTÁNDAR GLOBAL	Página 32 de 35
	CABLES SUBTERRÁNEOS DE ALTA TENSIÓN	GSCH010 Rev. 00 19/11/2018

## SECCIÓN GRUPO SAESA

### CONDICIONES DE SUMINISTRO

#### MARCADO

El cable debe tener al menos la siguiente información sobre el módulo con la siguiente inscripción:

Nombre del distribuidor:  
 Nivel de tensión: xx kV  
 Tipo de cable: Tipo I o Tipo II  
 Sección del conductor (mm<sup>2</sup>):  
 Material del conductor (Cu / Al):  
 Nombre del fabricante:  
 Año de producción:  
 Número de orden de compra:

La impresión se hará cada 0,5 metros y con tamaño de letra no inferior a 10 mm.



	ESTÁNDAR GLOBAL	Página 33 de 35
	CABLES SUBTERRÁNEOS DE ALTA TENSIÓN	GSCH010 Rev. 00 19/11/2018

ANEXO C – Valores estimados de la ampacidad en estado estacionario para un solo circuito enterrado directamente.

Código tipo del EG	Tensión Nominal	Conductor	Adhesión sólida		Adhesión de punto único	
			50 Hz (A)	60 Hz (A)	50 Hz (A)	60 Hz (A)
GSCH010/001	220 kV	2500* Al	830	764	1126	1091
GSCH010/002	220 kV	2000 Al	791	733	1047	1020
GSCH010/003	220 kV	1600 Al	742	692	948	928
GSCH010/004	220 kV	1000 Al	642	608	728	704
GSCH010/005	220 kV	800 Al	589	562	656	639
GSCH010/006	150 kV	1600 Al	772	716	947	923
GSCH010/007	150 kV	1000 Al	658	622	729	706
GSCH010/008	150 kV	630 Al	545	524	584	573
GSCH010/009	132 kV	1200 Al	700	658	826	810
GSCH010/010	132 kV	800 Al	601	572	657	641
GSCH010/011	132 kV	630 Al	544	523	584	573
GSCH010/012	69 kV	1000 Al	680	645	737	717
GSCH010/013	69 kV	630 Al	556	537	588	579
GSCH010/014	45 kV	800 Al	640	620	666	655
GSCH010/015	45 kV	400* Al	445	438	455	452
GSCH010/016	150 kV	1600 Al	812	757	957	934
GSCH010/017	150 kV	1000 Al	679	645	735	713
GSCH010/018	150 kV	630 Al	557	538	586	577
GSCH010/019	132 kV	1200 Al	659	620	811	797
GSCH010/020	132 kV	1200 Al	712	670	826	811
GSCH010/021	132 kV	630 Al	549	529	584	573
GSCH010/022	69 kV	2000 Al	758	702	1029	1002
GSCH010/023	69 kV	1000 Al	672	636	732	711
GSCH010/024	69 kV	800 Al	569	542	640	622
GSCH010/025	45 kV	400* Al	442	435	453	451
GSCH010/026	132 kV	630 Cu	644	608	715	691
GSCH010/027	69 kV	1200 Cu	734	679	992	965
GSCH010/028	69 kV	630 Cu	607	573	697	671
GSCH010/029	69 kV	2000 Cu	825	752	1218	1165
GSCH010/030	220 kV	1200 Cu	759	705	1006	980
GSCH010/031	220 kV	2000 Cu	857	783	1234	1183
GSCH010/032	138 kV	1200 Cu	794	730	1008	976
GSCH010/033	138 kV	1600 Cu	857	779	1143	1096
GSCH010/034	138 kV	2000 Cu	904	814	1246	1184
GSCH010/035	138 kV	400* Al	429	419	450	445
GSCH010/036	138 kV	800 Al	597	569	652	635
GSCH010/037	138 kV	1000 Al	653	617	724	700
GSCH010/038	138 kV	1600 Al	762	707	943	919
GSCH010/039	138 kV	2000 Al	817	751	1044	1011

	ESTÁNDAR GLOBAL	Página 34 de 35
	CABLES SUBTERRÁNEOS DE ALTA TENSIÓN	GSCH010 Rev. 00 19/11/2018

Rev.00 19/11/2018		LISTADO COMÚN												
Código tipo del EG	Grupo Saesa	Código de País	Tensión Nominal Uo/U(Umax) [kV]	Sección transversal [mm²]	Material del conductor	Espesor de aislamiento nominal [mm]	Espesor de aislamiento mínimo [mm]	Estanqueidad longitudinal (Sí/No)	Tipo de cable	Material de la pantalla de tierra	Sección transversal de la pantalla [mm²]	Espesor mínimo de la cinta de aluminio [mm]	Espesor nominal de la cubierta (mm)	Espesor mínimo de la cubierta [mm]
GSCH010/001	Saesa		127/220(245)	Según proyecto	Según proyecto	21	18,9	Sí	Según proyecto	Según proyecto	Según proyecto	Según proyecto	4,5	3,73
GSCH010/002	Saesa		127/220(245)	Según proyecto	Según proyecto	21	18,9	Sí	Según proyecto	Según proyecto	Según proyecto	Según proyecto	4,5	3,73
GSCH010/003	Saesa		127/220(245)	Según proyecto	Según proyecto	21	18,9	Sí	Según proyecto	Según proyecto	Según proyecto	Según proyecto	4,5	3,73
GSCH010/004	Saesa		127/220(245)	Según proyecto	Según proyecto	21	18,9	Sí	Según proyecto	Según proyecto	Según proyecto	Según proyecto	4,5	3,73
GSCH010/009	Saesa		76/132(145)	Según proyecto	Según proyecto	16	14,4	Sí	Según proyecto	Según proyecto	Según proyecto	Según proyecto	4	3,3
GSCH010/011	Saesa		76/132(145)	Según proyecto	Según proyecto	16	14,4	Sí	Según proyecto	Según proyecto	Según proyecto	Según proyecto	3,5	2,88
GSCH010/020	Saesa		76/132(145)	Según proyecto	Según proyecto	16	14,4	Sí	Según proyecto	Según proyecto	Según proyecto	Según proyecto	4	3,3
GSCH010/021	Saesa		76/132(145)	Según proyecto	Según proyecto	16	14,4	Sí	Según proyecto	Según proyecto	Según proyecto	Según proyecto	3,5	2,88

\* Para cualquier código en el que "Tipo de cable" sea "Tipo I" el material de los alambres es de cobre, pero también es factible utilizar de alambres de aluminio. En ese caso, las secciones de la pantalla de tierra son las que se indican en la Tabla 7 como "Sección Al equivalente".

