

CABLES & TECNOLOGÍA



Boletín Técnico - Abril 2001

CONTENIDO

CABLES FLEXIBLES

Conductores Flexibles de Cobre 2

Aislamiento 8

Chaqueta 8

Tipos de Cables Flexibles 9

Conclusiones y Comentarios 15

Dirección y Coordinación:
Departamento de Mercadeo CENTELSA

Información y Especificaciones:
Gerencia Técnica CENTELSA

Diseño y Diagramación:




CABLES FLEXIBLES

Los cables Flexibles se denominan así por ser fácilmente maniobrables en espacios reducidos y poderse movilizar, enrollar y transportar con facilidad. Generalmente se usan para conectar equipos y aparatos móviles. Su característica de flexibilidad los faculta para soportar movimientos o vibraciones, las cuales se presentan en algunas aplicaciones específicas.

Los conductores Flexibles CENTELSA permiten que durante su instalación y operación sean maniobrables y conserven sus propiedades eléctricas y mecánicas, de tal forma que la conducción de energía eléctrica sea de una forma segura y confiable.

Básicamente, un cable flexible está compuesto por uno o varios conductores de cobre y materiales que componen el aislamiento o la chaqueta, que generalmente son plásticos.

La flexibilidad de un cable así conformado, es una característica que depende principalmente de la formación o cableado del conductor de cobre y en menor grado, del compuesto de aislamiento y chaqueta según el tipo de cable. 

Conductores Flexibles de Cobre

Para un calibre dado, la flexibilidad de un conductor de cobre desnudo depende de dos aspectos: el número o cantidad de hilos, alambres o filamentos que lo componen y el temple o dureza del cobre (duro, semiduro y suave).

Material

En la fabricación de cables Flexibles, **CENTELSA** utiliza alambrcn de cobre electrolítico, con las siguientes características:

Pureza mínima	99.9%
Alargamiento mínimo a rotura	30% (Temple suave)
Conductividad mínima	100% IACS ¹

Construcción

Para la construcción de un conductor de cobre se requieren dos procesos básicos: Primero, la TREFILACIÓN o reducción de diámetro del alambrcn hasta obtener los diámetros de los hilos o alambres, que componen los conductores o cuerdas flexibles, y luego un proceso de CABLEADO o reunido de los alambres o filamentos, de acuerdo con la clase de cableado requerida.

Formación del conductor o número de alambres

Los conductores de cobre pueden construirse de diversas formas, denominadas CLASES DE CABLEADO, que se caracterizan por el número de hilos o filamentos que componen el conductor desnudo o sin aislar, y se denomina cuerda. Para un mismo calibre se puede fabricar el conductor desnudo en diferentes clases de cableado, las cuales determinan en gran parte, la flexibilidad del mismo.

Cuando un conductor está construido por un solo alambre se dice que es sólido, porque no hay espacios de aire en la circunferencia que describe el conductor; en este caso la flexibilidad es la menor de las posibles y sólo depende del temple del cobre. Para otras clases de cableado y a medida que se aumenta el número de hilos o filamentos que componen el conductor, la flexibilidad aumenta.

Debe tenerse en cuenta que para un mismo calibre aunque se construya en diferentes clases de cableado, el área transversal y por consiguiente, el parámetro más importante que es la resistencia eléctrica, se mantienen iguales, en otras palabras, la flexibilidad no aumenta ni disminuye la capacidad de conducción de corriente de un cable.

Las clases de cableado para conductores de cobre están definidas según la norma NTC-ICONTEC 308 (ASTM B8), NTC-ICONTEC 1865 (ASTM B172), NTC-ICONTEC 1816 (ASTM B173)

¹ IACS: Internacional Annealed Copper Standard. Se define una conductividad de 100%, que corresponde a una resistividad del cobre de 1/58 ohm-mm²/m, la cual es comprobada en **CENTELSA**, mediante estrictas pruebas de laboratorio, para todo el alambrcn de cobre que se utiliza en los procesos de fabricación.

y NTC-ICONTEC 1817 (ASTM B174), entre otras; y está designada por medio de letras, siendo la más rígida o menos flexible la clase AA y a medida que aumenta la flexibilidad, se van utilizando letras posteriores del abecedario.

Otra clasificación de clases de cableado es de acuerdo con la norma IEC 228 (International Electrotechnical Commission) "Conductor of insulated cables", que define la clase 1 para conductores sólidos, clase 2 para conductores monopolares y multipolares, clase 5, conductores de cobre flexibles para cables monopolares y multipolares y clase 6, conductores de cobre extra-flexibles para cables monopolares y multipolares (no se consideran las clases 3 y 4). La clase más rígida o menos flexible es la clase 1 y a medida que aumenta la flexibilidad, se va utilizando la numeración descrita.

En la tabla 1, Clases de cableado y sus principales aplicaciones, se indica la utilización genérica de los conductores según cada clase de cableado, desde el "cableado" sólido que consta de un solo alambre, hasta el cableado clase M denominado como extra-flexible; pasando por la clase B, muy usada en cables de cobre aislados y por la clase K, utilizada para la fabricación de cables flexibles tipo ST-C ("Encauchetados"), SPT ("Duplex"), Soldador y Vehículo, entre otros.

En la tabla 2, Número de alambres o hilos según clase de cableado, se indica un resumen de las diferentes clases de cableado para los calibres desde 1000 kcmil hasta 26 AWG y el número de alambres que conforman cada conductor. Para un mismo calibre, a mayor número de hilos o filamentos, mayor flexibilidad.

Las clases AA, A, B, C y D corresponden a cables con formación concéntrica, es decir que todos los miembros que componen el cable (cada uno un alambre o filamento) están cableados en capas sucesivas alrededor de un hilo central.

Las clases G y H corresponden a cables con formación concéntrica y los miembros que componen el conductor son a su vez cables concéntricos de 7 ó 19 alambres.

Tabla 1 - Clases de cableado y sus principales aplicaciones

Clase	Aplicación
Sólido	Alambres de cobre aislados, conexiones de puesta a tierra y algunas líneas aéreas.
AA	Cable desnudo, generalmente para líneas aéreas.
A	Cable recubierto, tipo intemperie, o cables desnudos que requieren mayor flexibilidad que la de la clase AA.
B	Cable aislado con diversos materiales, termoplásticos o termoestables (PVC, PE, XLPE, EPR, etc.), o cables de la clase anterior que requieran mayor flexibilidad.
C y D	Cables aislados que requieren mayor flexibilidad que la clase B.
G	Cables portátiles con aislamiento de caucho para alimentación de aparatos o similares.
H	Cables y cordones con aislamiento de caucho que requieran mucha flexibilidad. Por ejemplo cables que tengan que enrollarse y desenrollarse continuamente y tengan que pasar por poleas.
I	Cables para aparatos especiales.
J	Cordones para artefactos eléctricos.
K	Cordones portátiles y para soldadores, esta clase es ampliamente usada para cables flexibles.
L	Cordones portátiles y para artefactos pequeños que requieran mayor flexibilidad que la clase K.
M	Cables para soldadoras (porta electrodos), para calentadores y lámparas.

Tabla 2 - Número de alambres o hilos según clase de cableado

Calibre AWG ó KCMIL	Cables Concéntricos					Cables con miembros Concéntricos				Cables Bunchados y con miembros Bunchados		
	AA	A	B	C	D	G	H	I	K	M		
1000	37	61	61	91	127	427	61x7	703	37x19	19x7xN	37x7xN	61x7xN
900												
800												
750												
700												
650												
600												
550	37	37	61	91	127	259	37x7	427	61x7	7x7xN	19x7xN	
500												
450	19											
400	19											
350												
300												
250	12											
4/0	7	7	19	37	61	133	19x7	259	37x7	19xN	7x7xN	19x7xN
3/0												
2/0												
1/0												
1		3										
2												
3												
4	3	7	19	37	61	49	7x7	133	19x7	7xN	19xN	7x7xN
5												
6												
7												
8												
9												
10											7	19
11												
12												
14												
16												
18												
20												
22	1	19	37	61	127	427	61x7	703	37x19	19x7xN	1xN	7xN
24												
26												
Normas de fabricación	NTC-ICONTEC 308, ASTM B8					NTC-ICONTEC 1816, ASTM B173				NTC-ICONTEC 1865 y 1817, ASTM B172 y B174		

Los conductores de clases I, K y M con formación indicada como 1xN, están conformados por N alambres (N depende del calibre de cada uno de los alambres) reunidos en un solo haz, lo que se conoce como "conductor bunchado". Las demás formaciones corresponden a cables de formación concéntrica y los miembros que componen el conductor son "bunchados" o reunidos en haz, con un número N de alambres.

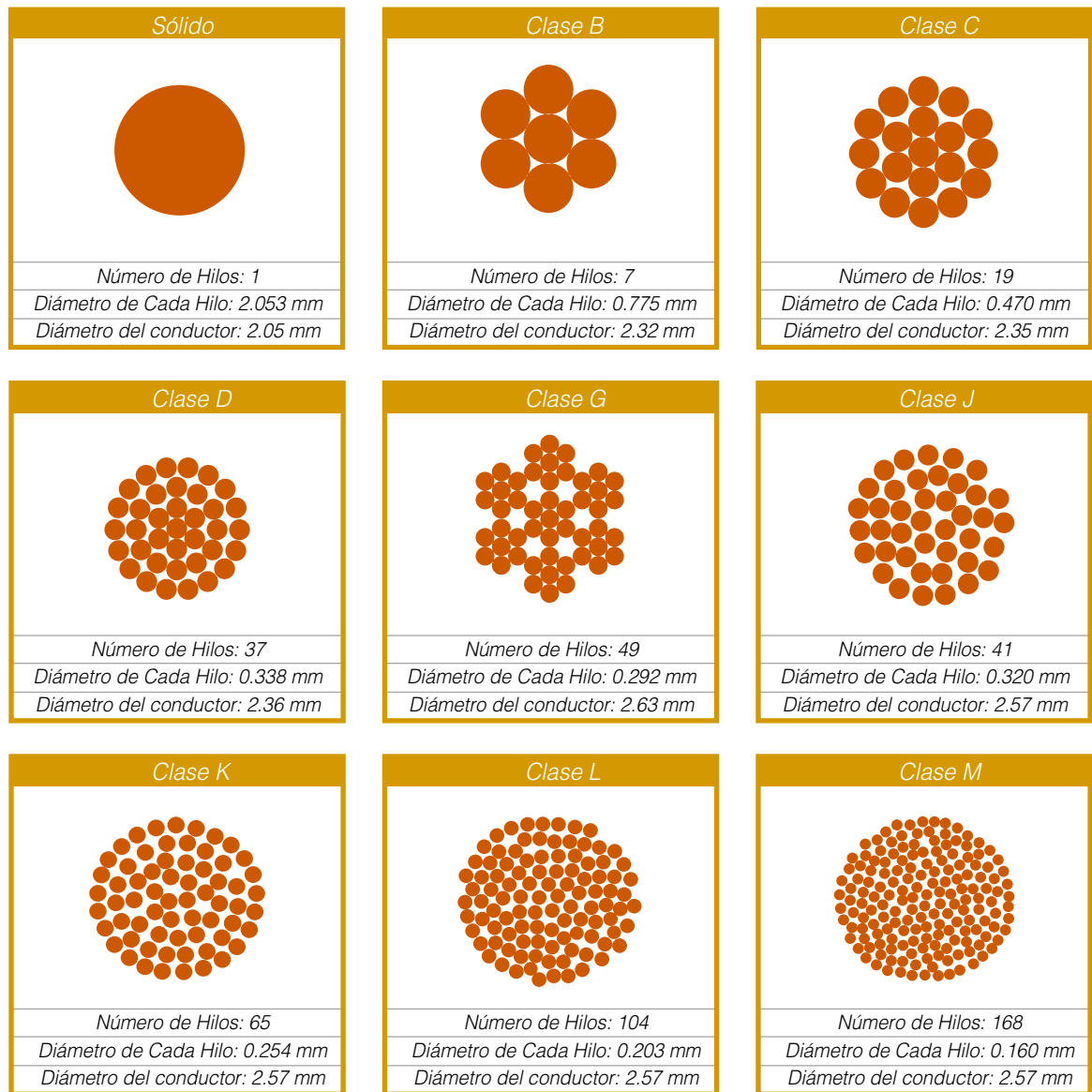
En la tabla 3, Cables de cobre flexibles clase K, se muestra en detalle cada una de las formaciones de los conductores cableados clase K, indicando el número de hilos y el diámetro de cada uno, y el diámetro total aproximado del cable. Los conductores clase K son los más comúnmente utilizados en la fabricación de cables Flexibles CENTELSA.

En la figura 1, Clases de cableado para un conductor No. 12 AWG, se muestran las diferentes configuraciones, desde la más rígida o conductor sólido de 2.05 mm, hasta la más flexible, clase M ó extra-flexible, con 168 hilos de 0.160 mm.

Tabla 3 - Cables de cobre flexibles clase K

Calibre AWG ó kcmil	Area mm ²	Número Total de Hilos	Formación	Diámetro del Hilo mm	Diámetro del Cable Aproximado mm
1000	506.7	10101	37 x 7 x 39	0.254	36.0
900	456.0	9065	37 x 7 x 35	0.254	33.6
800	405.4	7980	19 x 7 x 60	0.254	33.1
750	380.0	7581	19 x 7 x 57	0.254	32.4
700	354.7	6916	19 x 7 x 52	0.254	30.7
650	329.4	6517	19 x 7 x 49	0.254	29.6
600	304.0	5985	19 x 7 x 45	0.254	28.6
550	278.7	5453	19 x 7 x 41	0.254	26.8
500	253.4	5054	19 x 7 x 38	0.254	25.1
450	228.0	4522	19 x 7 x 34	0.254	23.7
400	202.7	3990	19 x 7 x 30	0.254	22.3
350	177.3	3458	19 x 7 x 26	0.254	20.5
300	152.0	2989	7 x 7 x 61	0.254	19.5
250	126.7	2499	7 x 7 x 51	0.254	17.3
4/0	107.2	2107	7 x 7 x 43	0.254	15.9
3/0	85.03	1666	7 x 7 x 34	0.254	13.5
2/0	67.43	1323	7 x 7 x 27	0.254	11.9
1/0	53.48	1064	19 x 56	0.254	11.5
1	42.41	836	19 x 44	0.254	10.1
2	33.63	665	19 x 35	0.254	8.59
3	26.67	532	19 x 28	0.254	7.72
4	21.15	420	7 x 60	0.254	6.91
5	16.77	336	7 x 48	0.254	5.97
6	13.30	266	7 x 38	0.254	5.33
7	10.55	210	7 x 30	0.254	4.55
8	8.366	168	7 x 24	0.254	3.99
9	6.634	133	7 x 19	0.254	3.81
10	5.261	104	1 x104	0.254	3.20
12	3.309	65	1 x 65	0.254	2.57
14	2.081	41	1 x 41	0.254	1.98
16	1.309	26	1 x 26	0.254	1.52
18	0.8230	16	1 x 16	0.254	1.22
20	0.5176	10	1 x 10	0.254	0.97
22	0.3255	7	1 x 7	0.254	0.76
Normas de fabricación	NTC-ICONTEC 1865, ASTM B172. Grupos de bunchados				
	NTC-ICONTEC 1817, ASTM B174. Individuales de bunchados				

Figura 1 - Clases de cableado para un conductor No. 12 AWG

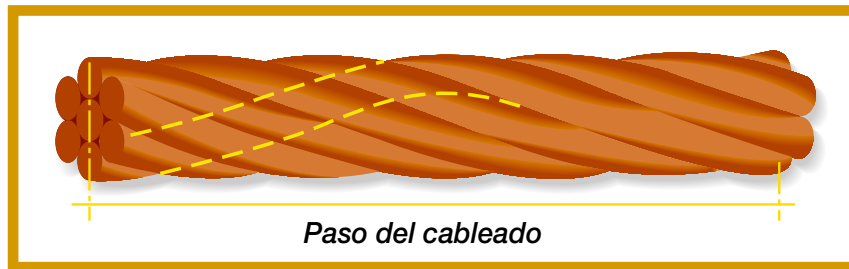


Es interesante notar que cada una de las clases de cableado indicadas en la figura 1 tienen esencialmente la misma área transversal, lo que equivale a decir que se trata del mismo calibre y por lo tanto tienen las mismas características de resistencia eléctrica (Ohm/km) y de capacidad de conducción de corriente (Amperios).

Longitud del Paso

Por otra parte, la longitud del paso del cableado (ver figura 2) interviene en la flexibilidad de la cuerda. Es la longitud en la cual un alambre que conforma un cable, da una vuelta completa alrededor del eje del conductor. Esta longitud de paso debe tener un valor apropiado, pues

Figura 2 - Longitud del paso



si se fabrica una cuerda con un paso muy corto, esta tiende a deformarse y a perder su redondez, mientras que un paso largo o los alambres dispuestos de forma paralela (no cableados) hace que la cuerda tienda a aplanarse y no pueda obtenerse una buena redondez ni flexibilidad adecuada. La relación entre la longitud del paso y el diámetro del conductor se denomina “relación de paso” que para las capas exteriores de los cables concéntricos, está en el rango de 8 a 16 y para los cables bunchados (con configuración 1xN) esta relación es del orden de 40.

Temple o dureza del cobre

Adicional a la flexibilidad que proporciona el número de hilos o filamentos, el temple o dureza del cobre también determina en gran medida la flexibilidad de una cuerda.

El alambroón de cobre usado es de temple suave, sin embargo durante la trefilación (reducción de diámetro por estiramiento en frío) ocurre un endurecimiento del material debido a los esfuerzos mecánicos inherentes al proceso; para recuperar el temple suave, **CENTELSA** aplica un posterior e inmediato tratamiento térmico en línea, el cual proporciona a la cuerda las debidas características de flexibilidad.

El temple de un alambre de cobre puede verificarse por medio de la prueba de alargamiento a la rotura, la cual consiste en aplicar una fuerza a los dos extremos de un alambre de 250 mm de longitud, hasta que el alambre llegue a rotura, se mide la longitud final y se define el porcentaje de alargamiento así:


$$\% \text{ Alargamiento} = [(250 \text{ mm} - \text{Longitud final en mm}) / 250 \text{ mm}] * 100$$

Para el caso de los alambres que componen un alambre o cable de cobre suave No 12 AWG se indican en la tabla 4 los valores de alargamiento de acuerdo con la norma ASTM B3:

Tabla 4 - Alargamiento de alambres para un conductor No. 12 AWG suave

Clase de Cableado	Hilos de la Cuerda	Diámetro del Hilo mm	Alargamiento Mínimo a Rotura %
Sólido	1	2.053	25
B	7	0.775	25
C	19	0.470	20
D	37	0.338	20
G	49	0.292	20
J	41	0.320	20
K	65	0.254	15
L	104	0.203	15
M	168	0.160	15

Los alambres de cobre duro presentan un alargamiento del orden de 2%, lo cual significa que el alambre no se “estira o se alarga” de la misma forma como lo hacen los alambres de cobre suave y por lo tanto no poseen la misma flexibilidad.

Una manera de hacer un chequeo rápido, aunque no concluyente, para saber si un alambre de cobre de un cable flexible clase K, es de temple suave, es realizando dobleces consecutivos de 180°, en uno y otro sentido en el mismo punto. Un alambre de cobre duro no soportaría más de 10 dobleces, mientras que un alambre de temple suave soporta generalmente, un mayor número de veces. 


Aislamiento

Como se ha visto, el conductor de cobre (alambre sólido o cuerda) principalmente, determina la flexibilidad del cable aislado. El aislamiento, aunque en menor grado, también incide en la flexibilidad de un cable.

Materiales de Aislamiento

El material con el que normalmente se fabrican los cables flexibles tipo SPT-1, SPT-2, SPT-3, SPT, SJT, ST, ST-C, TFF, TFFN, TWK, GPT y SGT, es el PVC, Policloruro de vinilo, el cual tiene unas muy buenas propiedades de flexibilidad, retardancia a la llama y resistencia a la abrasión.


Existe una gran variedad de compuestos de PVC según la temperatura de operación que puedan soportar (60, 75, 90 y 105 °C) o la dureza, Shore A² (rígido, duro, flexible). También se clasifica según características especiales como resistencia a la gasolina y aceites (Gas & Oil Resistant), resistencia a la luz solar (Sunlight Resistant SR), o PVC de baja emisión de humos (Low Smoke LS).

También se usan otros materiales como el Caucho Etileno Propileno (Ethylene Propylene Rubber EPR), Caucho Termoplástico (Thermoplastic Rubber TPR), y otros que proporcionan diversas características inherentes a cada tipo, entre ellas la flexibilidad. 

Chaqueta

En algunos cables de cobre flexibles se usa Nylon (poliamida) como recubrimiento del aislamiento y sobre el conjunto de conductores aislados se aplican chaquetas, generalmente de PVC.

El tipo de material y espesor de la chaqueta, y la cantidad y tipo de cables reunidos bajo una chaqueta común, tienen incidencia en la flexibilidad del cable completo. Por otra parte la chaqueta debe proporcionar una resistencia a la abrasión y a posibles daños ocasionados durante la instalación y/o manipulación en operación; por tal razón **CENTELSA** ha seleccionado un material termoplástico como el PVC con excelentes propiedades de resistencia a la abrasión y que al mismo tiempo ofrece una flexibilidad acorde con el uso que se dará al cable.

En la tabla 5, Características de los materiales de aislamiento y chaqueta, se indican las principales características y propiedades de los materiales usados por **CENTELSA** en los cables tipo SPT-1, SPT-2, SPT-3, SPT, SJT, ST, ST-C, TFF, TFFN, TWK GPT y SGT. Los valores típicos han sido obtenidos en los laboratorios de **CENTELSA** de acuerdo con las normas establecidas para tales pruebas. 

² Shore A: unidad de medida de dureza en plásticos.

Tabla 5 - Características de los materiales de aislamiento y chaqueta

		Aislamiento (PVC)		Chaqueta (PVC)	
		Requisito Mínimo	Valor Típico	Requisito Mínimo	Valor Típico
Densidad	g/cm ³	-	1.4	-	1.4
Dureza	Shore A	-	77	-	91
Tensión	Kg/mm ²	1.05	1.4	1.05	2.0
Elongación	%	100	400	100	300
Envejecimiento a 100°C 168 Horas					
Retención de elongación	%	65	75	65	75
Retención de tensión	%	65	105	65	105
Temperatura de Operación		60°C	60°C	60°C	60°C
Constante de Resistencia de Aislamiento	Mohm-km	152.4	>>152.4	N/A	N/A
Retardante a la llama		Si	Si	Si	Si

Tipos de Cables Flexibles

Los tipos de cables de cobre flexibles ofrecidos por **CENNELSA** se indican a continuación en la tabla 6, cables Flexibles CENNELSA, además, otras construcciones especiales que se fabrican bajo pedido.

Tabla 6 - Cables flexibles CENNELSA

Cordones Portátiles

Tipo	Aplicación	Características
SOLDADOR	Cordón de servicio extrapesado, flexible y resistente al maltrato, para equipos de soldadura eléctrica. Normas de fabricación: Conductor: ASTM B172 Cubierta: ICEA S-19-81	Conductor: Cobre cableado flexible clase K Separador: Cinta poliéster Cubierta: Caucho termoplástico ó PVC Instalación: Abierta en conexión directa Temperatura: 105°C para caucho termoplástico 75°C para PVC
SPT-1, SPT-2, SPT-3	Cordón paralelo de servicio liviano para conexión de aparatos. Normas de fabricación: NTC 2356, UL 62	Conductor: Cobre cableado extra-flexible clase M (SPT-1, SPT-2) y flexible clase K (SPT-3) Aislamiento: PVC Instalación: Abierta para conexión de aparatos Voltaje: 300V Temperatura: 60°C
SVT	Cordón de servicio liviano para alimentación de aparatos de uso doméstico; especial para aspiradoras. Normas de fabricación: NTC 2356, UL 62	Conductor: Cobre cableado extraflexible clase M Aislamiento: PVC Chaqueta: PVC Instalación: Abierta, en extensiones portátiles con terminales Voltaje: 300V Temperatura: 60°C

**Continúa Tabla 6 - Cables Flexibles CENTELSA
Cordones Portátiles**

Tipo	Aplicación	Características
SJT	Cordón de servicio pesado. Alimentación a equipos de uso industrial, comercial y doméstico. Normas de fabricación: NTC 2356, UL 62	Conductor: Cobre cableado flexible clase K Aislamiento: PVC Chaqueta: PVC Instalación: Abierta, en extensiones portátiles con terminales Voltaje: 300V Temperatura: 60°C
ST	Cordón de servicio extrapesado para equipos y herramientas portátiles; especial para talleres, escenarios y vitrinas. Normas de fabricación: NTC 2356, UL 62	Conductor: Cobre cableado flexible clase K Aislamiento: PVC Chaqueta: PVC Instalación: Abierta, en extensiones portátiles con terminales Voltaje: 600V Temperatura: 60°C
SPT	Cordón paralelo de servicio liviano para conexión de aparatos. Especificaciones CENTELSA	Conductor: Cobre cableado flexible clase K Aislamiento: PVC Instalación: Abierta para conexión de aparatos Voltaje: 300 ó 600V Temperatura: 60°C
ST-C	Cordón de servicio extrapesado para equipos y herramientas portátiles; especial para talleres, escenarios y vitrinas. Especificaciones CENTELSA	Conductor: Cobre cableado flexible clase K Aislamiento: PVC Chaqueta: PVC Instalación: Abierta, en extensiones portátiles con terminales Voltaje: 600V Temperatura: 60°C

Aplicaciones Especiales

Tipo	Aplicación	Características
TFF	Circuitos de control. Alambrado de derivaciones (no ramales) a aparatos empotrados o fijos y tableros de mando. Normas de fabricación: NTC 2356, UL 62	Conductor: Cobre cableado flexible clase K Aislamiento: PVC Instalación: Ductos, cárcamos, tuberías y canalizaciones o directamente conectado en tableros de mando. Voltaje: 600V Temperatura: 60°C Sitios secos
TFFN	Circuitos de control. Alambrado de derivaciones (no ramales) a aparatos empotrados o fijos y tableros de mando. Altas temperaturas de trabajo. Sitios abrasivos o contaminados con aceite, grasas, gasolina y otras sustancias químicas. Normas de fabricación: NTC 2356, UL 62	Conductor: Cobre cableado flexible clase K Aislamiento: PVC Chaqueta: Nylon Instalación: Ductos, cárcamos, Tuberías y canalizaciones o directamente conectado en tableros de mando. Voltaje: 600V Temperatura: 90°C Sitios secos ó húmedos

Continúa en la página siguiente

Continúa Aplicaciones Especiales

Tipo	Aplicación	Características
TWK	<i>Circuitos de control. Alambrado de derivaciones a aparatos empotrados o fijos y tableros de mando.</i> <i>Normas de fabricación:</i> NTC 1332, UL 83	<i>Conductor:</i> Cobre cableado flexible clase K <i>Aislamiento:</i> PVC <i>Instalación:</i> Cableado de tableros y equipos. En ductos, tuberías y bandejas <i>Voltaje:</i> 600V <i>Temperatura:</i> 60°C Sitios secos ó húmedos
SILICONADOS (SF)	<i>Aplicaciones de alta tempertura para cableado de motores, cableado interno de luminarias, balastos, secadores de ropa, estufas, neveras.</i> <i>Normas de fabricación:</i> NTC 2356, UL 62	<i>Conductor:</i> Cobre cableado flexible clase K <i>Aislamiento:</i> Silicona <i>Instalación:</i> Directamente sobre borneras. Abierta en conexión directa a equipos o aparatos. <i>Voltaje:</i> 600V <i>Temperatura:</i> 200°C

Vehículos

Tipo	Aplicación	Características
GPT	<i>Cableado general de baja tensión en vehículos automotores.</i> <i>Normas de fabricación:</i> NTC 1116, SAE J1128	<i>Conductor:</i> Cobre cableado flexible clase K <i>Aislamiento:</i> PVC <i>Instalación:</i> Arnese para vehículos <i>Voltaje:</i> 50V <i>Temperatura:</i> 75°C
SXL	<i>Cableado de baja tensión en vehículos, especial para el vano del motor. Donde se requieran conductores para servicio más pesado que los tipo GPT.</i> <i>Normas de fabricación:</i> NTC 1116, SAE J1128	<i>Conductor:</i> Cobre cableado flexible clase K <i>Aislamiento:</i> XLPE <i>Instalación:</i> Arnese para vehículos <i>Voltaje:</i> 50V <i>Temperatura:</i> 125°C
SGT	<i>Alambrado del sistema de arranque de motores de combustión interna; cable de batería.</i> <i>Normas de fabricación:</i> NTC 1955, SAE J1127	<i>Conductor:</i> Cobre cableado flexible clase K <i>Aislamiento:</i> PVC <i>Instalación:</i> Conexión del sistema de arranque del motor <i>Voltaje:</i> 50V <i>Temperatura:</i> 75°C

Cables Flexibles más comunes

Los cables flexibles de mayor uso son los cables tipo SPT ó "Duplex" y los cables ST-C ó "Encauchetados". A continuación se hace una descripción y análisis detallado de cada uno de ellos.

También son muy usados los cables TFF, TFFN, TWK y cable Soldador.



Cables SPT "Duplex"

Los cables SPT "Duplex" se usan como cordón de servicio liviano para conexión de aparatos.

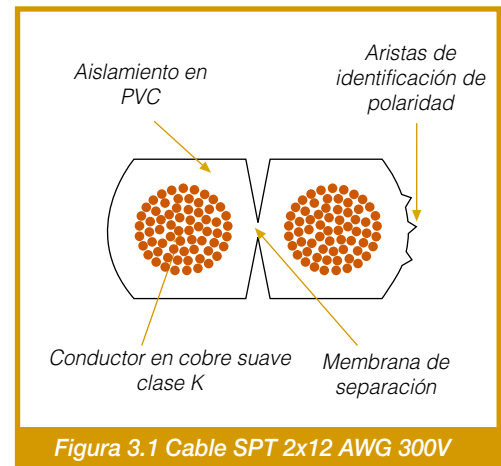
Los cables SPT con voltaje de operación de 300V, normalmente son utilizados en sistemas de 110V y en eventuales ocasiones, en sistemas de 220V.

Los cables SPT con voltaje de operación de 600V, normalmente son utilizados en sistemas de 110V, 220V, y/o 440V.

La temperatura de operación es de 60°C, en lugares secos.

Los cables SPT están contruidos con dos cuerdas de cobre flexible clase K, debidamente cableadas, configuradas en paralelo y aisladas con PVC.

En la figura 3.1 se muestra el corte transversal de un cable SPT 2x12 AWG. Las cuerdas que lo componen son de cobre flexible clase K, con 65 Hilos de 0.254mm, el aislamiento en PVC está provisto con aristas de polaridad para identificación de las fases, o fase y neutro; también cuenta con una membrana separadora para una fácil y adecuada separación al realizar las conexiones.



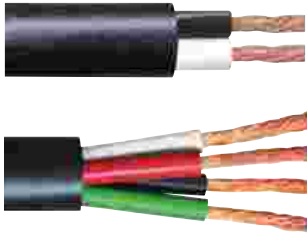
La tabla 7, Cables SPT "Duplex" relaciona los detalles de construcción y características eléctricas de los cables SPT.

Tabla 7 - Cables SPT "Duplex"

Calibre AWG	Número de Hilos	Diámetro de cada Hilo mm	Diámetro Total mm	Espesor del Aislamiento de PVC mm	Dimensiones Exteriores mm	Peso Total Aprox. kg/km	Resistencia Eléctrica D.C A 20°C Ohm/km	Capacidad de Corriente ¹ A
2x20	10	0.254	0.97	0.55	2.07 x 4.14	18.3	34.7	2
2x18	16	0.254	1.22	0.68	2.58 x 5.15	28.0	21.7	10
2x16	26	0.254	1.52	0.68	2.88 x 5.75	40.8	13.3	13
2x14	41	0.254	1.98	0.68	3.34 x 6.67	56.0	8.5	18
2x12	65	0.254	2.57	0.68	3.93 x 7.85	83.0	5.3	25

1. Según el NEC (National Electrical Code) 1999 y el Código Eléctrico Colombiano norma NTC-ICONTEC 2050 Sección 400. Temperatura ambiente de 30°C y 60°C en el conductor.

2. Los valores aquí presentados son aproximados y están sujetos a las tolerancias normales de fabricación.



Cables ST-C "Encauchetados"

Los cables ST-C "Encauchetados" se usan como cordón de servicio extrapesado para equipos y herramientas portátiles; en especial para talleres, escenarios y vitrinas.

El máximo voltaje de operación de los cables ST-C es de 600V. Normalmente son utilizados en sistemas de 110V, 220V, y/o 440V.

La temperatura de operación es de 60°C, y pueden ser utilizados en lugares secos³ o húmedos⁴ (definición según NEC y norma NTC-ICONTEC 2050, Código Eléctrico Colombiano).

Los cables ST-C están contruidos con cuerdas de cobre flexible clase K, aisladas con PVC, cableadas entre sí y con una chaqueta exterior de PVC, aplicada de tal manera que se logra una sección circular del cable terminado.

Para que los conductores ST-C CENTELSA se instalen adecuadamente, **CENTELSA** efectúa un proceso especial para que la chaqueta pueda ser retirada y separada fácilmente de los conductores de fase. Así se logra que cuando se requieran las conexiones y/o empalmes, estas se hagan apropiadamente.

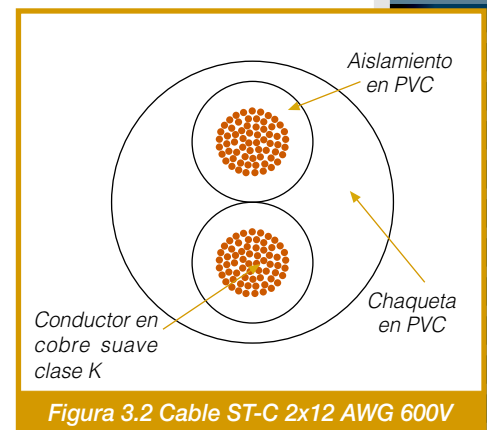
Para una correcta identificación de las fases, los conductores se identifican por medio de colores así:

Número de Fases	Color de Identificación
2	Negro – Blanco
3	Negro – Blanco – Verde
4	Negro – Blanco – Rojo – Verde

En las figuras 3.2, 3.3 y 3.4 se muestran cortes transversales de los cables ST-C 2x12, 3x12 y 4x12 AWG. Las cuerdas que lo componen son de cobre flexible clase K, con 65 Hilos de 0.254 mm, el aislamiento y la chaqueta son de PVC.

Un interrogante frecuente que tienen algunos usuarios de los conductores ST-C CENTELSA, es respecto a su utilización en contacto directo con el agua o sumergido.

Los cables de construcción normal ST-C CENTELSA son aptos para operación a 60°C en lugares secos o húmedos. Para los lugares mojados o para cables de bombas sumergibles que van a estar en contacto directo con el agua, deben utilizarse cables tipo especial denominados "cables para bombas sumergibles" que **CENTELSA** fabrica bajo pedido, con una construcción diferente a los cables ST-C CENTELSA.



³ Lugar Seco: Lugares no sometidos normalmente a la humedad o a mojarse. Un lugar clasificado como seco, puede estar sujeto temporalmente a la humedad o a mojarse, como en el caso de un edificio en construcción.

⁴ Lugar Húmedo: Instalaciones subterráneas o de baldosas de concreto o mampostería en contacto directo con la tierra, y lugares expuestos a saturación de agua u otros líquidos, como las zonas de lavado de vehículos y los lugares expuestos a la intemperie y no protegidos.

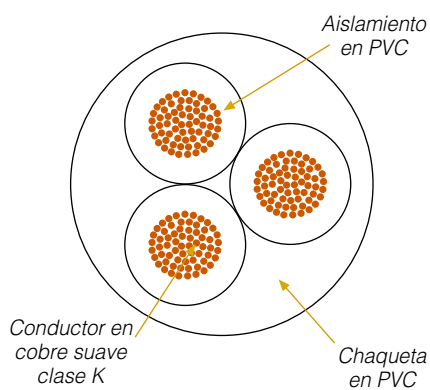


Figura 3.3 Cable ST-C 3x12 AWG 600V

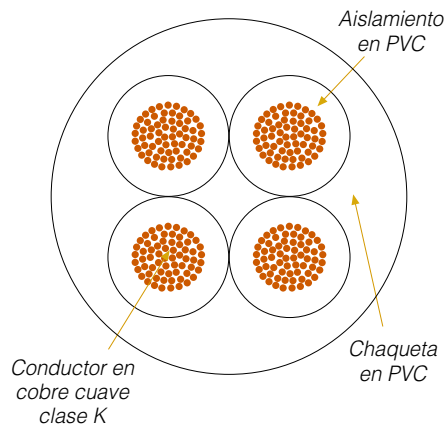


Figura 3.4 Cable ST-C 4x12 AWG 600V

Sin embargo, la experiencia adquirida indica que los cables ST-C CENTELSA pueden trabajar sumergidos, pero en forma estática (sin movimiento mecánico) en lugares mojados, siempre y cuando la chaqueta no haya sufrido ningún deterioro durante el proceso de instalación u operación, pero como es natural, la vida útil del cable se reduce debido a las condiciones de instalación. En este caso es recomendable hacer un monitoreo

o chequeo periódico de la resistencia de aislamiento de los conductores de fase, con el fin de detectar la necesidad de cambio del cable antes que ocurra alguna falla.

La tabla 8, Cables ST-C "Encauchetados" relaciona los detalles de construcción y características eléctricas de los cables ST-C.

Tabla 8 - Cables ST-C "Encauchetados"

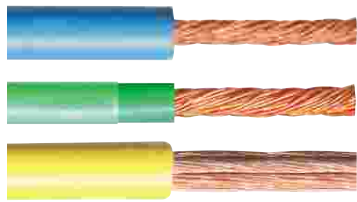
Calibre AWG	Número de Conductores	Número de Hilos del Conductor	Diámetro de cada Hilos mm	Diámetro Total mm	Espesor del Aislamiento de PVC mm	Diámetro de la Fase Aislada mm	Diámetro del Conjunto Cableado mm	Espesor de la Chaqueta de PVC mm	Diámetro sobre la Chaqueta mm	Peso Total Aprox. kg/km	Resistencia Eléctrica D.C A A 20°C Ohm/km	Capacidad de Corriente ¹	
												A ²	A ³
20	2	10	0.254	0.97	0.67	2.32	4.63	0.80	6.23	50	35.4	2	-
	3						4.99	0.80	6.59	59	35.4		
18	2	16	0.254	1.22	0.80	2.82	5.64	0.80	7.24	69	22.1	10	7
	3						6.08	0.80	7.68	83	22.1		
	4						6.81	0.80	8.41	102	22.1		
16	2	26	0.254	1.52	0.80	3.12	6.24	0.80	7.84	87	13.6	13	10
	3						6.72	0.80	8.32	106	13.6		
	4						7.53	0.80	9.13	132	13.6		
14	2	41	0.254	1.98	0.80	3.58	7.16	0.80	8.76	114	8.63	18	15
	3						7.72	0.80	9.32	141	8.63		
	4						8.64	0.80	10.24	177	8.63		
12	2	65	0.254	2.57	0.80	4.17	8.34	0.80	9.94	155	5.45	25	20
	3						8.99	0.80	10.59	194	5.45		
	4						10.07	1.19	12.45	265	5.45		
10	2	104	0.254	3.2	0.80	4.80	9.60	1.19	11.98	233	3.40	30	25
	3						10.34	1.19	12.72	292	3.40		
	4						11.59	1.58	14.76	392	3.40		
8	2	168	0.254	3.99	1.19	6.37	12.73	1.58	15.90	401	2.11	40	35
	3						13.72	1.58	16.89	500	2.11		
	4						15.37	2.09	19.56	670	2.11		
6	2	266	0.254	5.33	1.58	8.50	17.00	2.09	21.19	681	1.33	55	45
	3						18.32	2.09	22.50	843	1.33		
	4						20.52	2.09	24.71	1054	1.33		
4	2	420	0.254	6.91	1.58	10.08	20.16	2.49	25.13	984	0.843	70	60
	3						21.72	2.49	26.69	1224	0.843		
	4						24.33	2.49	29.31	1534	0.843		
2	2	665	0.254	8.59	1.58	11.76	23.52	2.49	28.49	1355	0.532	95	80
	3						25.34	2.49	30.31	1713	0.532		
	4						28.39	2.49	33.36	2164	0.532		

1. Según el NEC (National Electrical Code) 1999 y el Código Eléctrico Colombiano norma NTC-ICONTEC 2050 Sección 400. Temperatura ambiente de 30°C y 60°C en el conductor.

2. Dos conductores transportando corriente.

3. Tres conductores transportando corriente.

4. Los valores aquí presentados son aproximados y están sujetos a las tolerancias normales de fabricación.



Cables TFF, TFFN y TWK

Los cables TFF, TFFN y TWK son usados en circuitos de control, alambrados de derivaciones a aparatos eléctricos empotrados o fijos y en tableros de mando.

El máximo voltaje de operación de los cables TFF, TFFN y TWK es de 600V.

La temperatura de operación es de 60°C, para los cables TFF y TWK y de 90°C para los cables TFFN, en lugares secos o húmedos.

Los cables TFF y TWK están contruidos con una cuerda de cobre flexible clase K, aislada con PVC. Los cables TFFN tienen además del aislamiento en PVC, un recubrimiento o chaqueta de Poliamida (Nylon) sobre el aislamiento.




Cable Soldador

Los cables tipo Soldador se usan como cordón de servicio extrapesado, flexible y resistente al maltrato, para equipos de soldadura eléctrica.

Los cables tipo Soldador están contruidos con una cuerda de cobre flexible clase K, aislada con caucho termoplástico o con PVC.

El voltaje de operación de los cables tipo Soldador es de 600V.

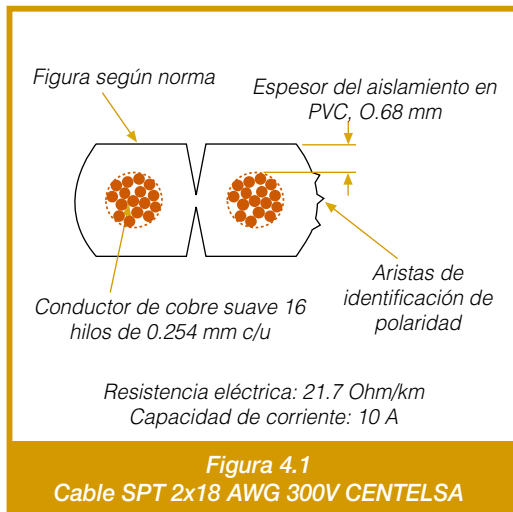
La temperatura de operación es de 105°C para aislamiento en caucho termoplástico y de 75°C para PVC. 

Conclusiones y Comentarios

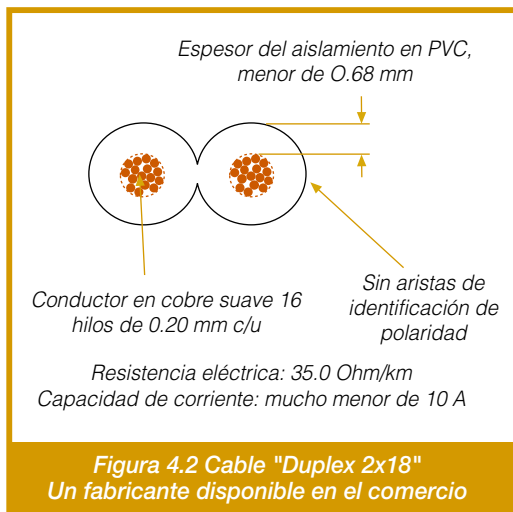
Los cables Flexibles fabricados por **CENTELSA** han sido ampliamente usados y gozan de una excelente aceptación debido a su óptimo desempeño en las aplicaciones para los cuales fueron diseñados.

Durante todo el proceso de fabricación, **CENTELSA** lleva a cabo un riguroso plan de Aseguramiento de la Calidad del Producto, desde la consecución de materias primas certificadas, revisión de las mismas en planta, control del proceso y control del producto, con sus respectivas pruebas de laboratorio. Lo que garantiza al usuario un producto final de óptima calidad.


Existe en el mercado gran variedad de cables "Duplex" y "Encauchetados", que no cumplen con especificaciones mínimas de construcción, como por ejemplo menor cantidad de hilos o alambres de cobre, alambres dispuestos en paralelo (no cableados), alambres de cobre con menor diámetro que el requerido, alambres de cobre duro (sin tratamiento térmico o recocido) y cables aislados con compuestos de PVC de baja calidad.



En la figura 4.1 se muestra el corte transversal de un cable SPT CENTELSA 2x18 AWG. Las cuerdas que lo componen son de cobre flexible clase K, con 16 Hilos de 0.254mm. El aislamiento en PVC de 0.68 mm de espesor, está provisto con aristas de polaridad para identificación de las fases, o fase y neutro; también está construido, como todos los cables SPT CENTELSA con una figura acorde a las especificaciones de la norma. Este cable tiene una resistencia eléctrica de 21.7 Ohm/km y una capacidad de corriente de 10 Amperios de acuerdo con el Código Eléctrico Colombiano.



Por otra parte y en contraste a la anterior, en la figura 4.2 se muestra el corte transversal de un cable "Duplex 2x18" de un fabricante disponible en el mercado. Las cuerdas que lo componen tienen 16 Hilos de 0.20mm, el aislamiento en PVC tiene menos de 0.68 mm de espesor, sin aristas de polaridad para identificación de las fases, y con una figura redonda. Este cable tiene una resistencia eléctrica de 35.0 Ohm/km y una capacidad de corriente muy inferior a 10 Amperios.

Todas estas características hacen que los conductores así contruidos, no cumplan con los requisitos mecánicos ni eléctricos de calidad, seguridad ó mínimo desempeño, poniendo en riesgo la integridad del instalador, de los usuarios y de sus bienes. 

**¿QUÉ HACE CON SUS
CARRETES Y BOBINAS
DESPUÉS DE USARLOS?**



Comuníquese con:
Recuperados y Servicios Industriales RSI
Tel.: 690 3635 / 690 0260 Cali

Carretes y Maderas C&M
Tel.: 665 8966 / 654 0137 Cali

Ellos sabrán qué hacer. Se encargan de la recompra y recuperación de carretes y bobinas.

TECNOLOGIA Y SOLUCIONES PARA EL PROGRESO



Planta y Oficina de Ventas
Calle 10 No. 38-43 Urb. Industrial Acopi, Yumbo, Colombia
Tel.: (572) 664 4556 / Fax: (572) 664 8258
<http://www.centelsa.com.co> / e-mail: sales@centelsa.com.co