

**Cables en aluminio:**  
Vuelven con gran fuerza en esta temporada



Para transmisión y distribución de energía



Para construcción

**Cables TSEC aluminio**  
Disminuya la inversión en sus proyectos

**ExZhellent BW**  
Cables libres de halógenos

**Cables cubiertos**  
Ecológicos, evitan la poda de árboles

**Tecnología E3X®**  
Más potencia. Menos inversión.



**Aluminio**

ES LA TENDENCIA

# Nuestra innovación *ha sido reconocida mundialmente*

Esta edición N°41 es muy especial para Procables, una compañía de General Cable, ya que queremos compartir un éxito mundial de nuestra organización.



Los Premios Edison, que en 2017 celebraron su trigésima versión, anunciaron que **General Cable** fue el ganador del *Gold Winner for Innovation* (Ganador ORO en Innovación) en la categoría de Energía y Sostenibilidad, con la Tecnología E3X®, en el evento celebrado el 20 de abril en la ciudad de Nueva York (EEUU).

E3X® es una tecnología innovadora que reduce las pérdidas de energía y aumenta la capacidad a través de un recubrimiento de disipación de calor que baja la temperatura de funcionamiento de los conductores de transmisión de energía eléctrica. Igualmente, genera importantes ahorros, pues disminuye el costo total con un retorno de la inversión de 2 años y garantiza la sostenibilidad de la red de energía eléctrica, por su alta confiabilidad y eficiencia.

Cada año, 10.000 participantes inscriben sus iniciativas en los *Edison Awards*, las cuales son evaluadas por más de 3.000 ejecutivos de renombre, ganadores anteriores de los premios, académicos y líderes en los campos de desarrollo de producto, diseño, ingeniería, ciencias y medicina. De allí se preseleccionan 350 iniciativas de las cuales se escogen a 100 finalistas.

Con este reconocimiento, **General Cable** se convierte en la primera compañía de cables en el mundo en ser nominada y premiada con este prestigioso galardón, en las tres décadas de existencia de los Premios Edison. Este hecho confirma su liderazgo en la innovación de soluciones para las necesidades de seguridad, eficiencia y efectividad de los clientes que transportan energía.

En Colombia la Tecnología E3X® está disponible bajo pedido especial debido a sus características.

## Contenido

**4** Los conductores de aluminio son la tendencia

**6** Procables le apuesta a las construcciones sostenibles

**8** Nota ambiental: ¿Sabe cómo reciclar cables?

### Boletín N° 41 - ©Procables 2017

Este boletín es una publicación trimestral de Procables, una compañía General Cable Procables S.A.S. - Calle 20 N° 68B-71 - Bogotá, D.C. - Colombia

#### BOGOTÁ, D.C.

(+571) 404 2666

Opción 2

(+571) 404 8444

#### ANTIOQUIA

(+574) 262 9725

(+57) 311 254 7278

(+57) 313 870 1677

#### EJE CAFETERO

(+57) 310 315 5701

#### COSTA ATLÁNTICA

(+57) 311 549 7307

(+57) 321 490 5565

#### BOYACÁ

(+57) 310 315 5718

#### SANTANDERES

(+57) 310 315 5702

#### HUILA Y META

(+57) 310 315 5718

#### COSTA PACÍFICA

(572) 485 3792

(+57) 310 307 5637

#### ARAUCA Y CASANARE

(+57) 310 315 5718

#### MINERÍA Y

#### PETRÓLEOS

(+57) 310 315 5699

#### INDUSTRIA

(+57) 310 315 5703

#### ENERGÍAS

#### RENOVABLES

(+57) 310 315 5703

#### ARAUCA Y CASANARE

(+571) 404 2666,

Opción 3

#### SERVICIO AL CLIENTE

(+571) 404 2666,

Opción 5

**NOTA:** si usted desea recibir esta publicación o si tiene alguna pregunta sobre los temas aquí presentados, por favor escribanos al correo electrónico: [mercadeo@generalcable.com.co](mailto:mercadeo@generalcable.com.co)

Visite nuestra página web y obtenga información detallada sobre nuestros productos: [www.procables.com.co](http://www.procables.com.co)

## Nuestra relación con General Cable

Procables es una fábrica de conductores eléctricos con más de 40 años en el mercado colombiano. En 2012 fue adquirida por la multinacional General Cable y desde entonces la planta de Procables se suma a las cuantiosas fábricas que General Cable tiene en el mundo. Cada una de esas plantas se especializa en determinada línea de productos para proveer a sus filiales. Esto hace que la organización tenga una integración más eficiente y trabaje como una sola compañía.

Es innegable la ventaja obtenida del extenso portafolio de productos que tiene General Cable y que ahora Procables ofrece para el mercado colombiano, adaptándose a las necesidades de todos los clientes, mediante su gran capacidad tecnológica, de producción, de logística y de servicio.

General Cable inicia la nueva era de cables  
para líneas aéreas de transmisión de energía

**TECNOLOGÍA E3X**<sup>™</sup>  
Una marca de General Cable

Llegamos al futuro

EL PRIMER CONDUCTOR DISIPADOR DE CALOR EN LA HISTORIA



Retorno de inversión  
en menos de 2 años\*



Aumento de hasta un 25%  
en la ampacidad\*



Ahorros de hasta 20%  
del costo del proyecto\*



Reducción de hasta un 25%  
en las pérdidas de las líneas\*



Reducción de hasta 30%  
en la temperatura de operación\*

Más Potencia. Menos Inversión.

EL ÚNICO CONDUCTOR ELÉCTRICO  
GANADOR DEL Gold Edison Award 2017



\*Dependiendo de las condiciones de operación



Para mayor información contacte a nuestro ejecutivo de ventas especializado  
al celular **310 315 5699** o escribanos a [mercadeo@generalcable.com.co](mailto:mercadeo@generalcable.com.co)

Para obtener mayor información  
acerca de nuestra Tecnología E3X,  
escanee este código QR  
con su celular o tableta  
conectada a internet

# Los conductores de aluminio *son la tendencia*

En los últimos años, los conductores de aluminio han venido ganando terreno frente a aquellos elaborados tradicionalmente en cobre. Esto se debe a que los fabricantes han optimizado las características de los cables de aluminio diseñándolos para soportar una mayor capacidad de corriente, para disminuir las pérdidas eléctricas y para generar grandes ahorros al momento de invertir en un sistema de electrificación.

**P**ara establecer una comparación entre los dos metales de mayor uso en la industria de conductores eléctricos, el cobre y el aluminio, es necesario analizar sus principales características, que son descritas en la tabla N° 1.

Con base en esa información se puede establecer un elemento fundamental de comparación y es la masa o peso necesario para transportar la misma corriente, lo cual quiere decir para un análisis simplificado, la misma resistencia DC, tal como se describe en la tabla N° 2.

Es claro que para transportar la misma corriente se requiere la mitad del peso de aluminio que de cobre.

En otras palabras, la conductividad por peso del aluminio es el doble que la del cobre.

Este análisis sencillo y complementado con el comparativo de los precios de metales, arroja una conclusión de impacto: "el aluminio es muy atractivo para la disminución de las inversiones en conductores eléctricos".



Metal	Pureza química	Metales aleantes	Densidad	Conductividad	Carga de rotura*	Elongación*
	%		g/cm <sup>3</sup>	% IACS	MPa	%
<b>Cobre suave</b>	99.9	-	8.89	100.0	215	25.0
<b>Cobre duro</b>	99.9	-	8.89	96.2	445	1.2
<b>Aluminio 1350 H19</b>	99.5	-	2.705	61.2	180	1.6
<b>Aluminio 1350 H0</b>	99.5	-	2.705	61.8	60 - 95	20.0
<b>Aleación aluminio AA8000</b>	~99.2	Fe, Cu	2.71	61.0	59 - 111	10.0
<b>Aleación aluminio 6201 T81</b>	~97.3	Si, Mg, Fe	2.69	52.5	330	3.0

\*Para un alambre de un diámetro de 2.6 mm

Fuentes: ASTM B233, B800, B398, B193, B230, B609

Tabla N° 1: Principales características de los metales más comunes con que se fabrican los cables eléctricos.

## CABLES EXCLUSIVOS CON ALUMINIO

Existen conductores eléctricos que dada la ventaja insuperable de la conductividad por peso del doble del aluminio sobre el cobre no son practicables ni siquiera desde el punto de vista técnico. Se trata de las aplicaciones con conductores aéreos, tanto en transmisión como en distribución.

### Los cables específicos son ACSR, ACAR, AAAC y ACSS

La tecnología ha avanzado y ahora se tienen alternativas HTLS (*High Temperature Low Sag* - Alta Temperatura Baja Flecha) muy aplicables tanto en repotenciación de líneas por su ventaja de ampliar la capacidad de corriente con las estructuras existentes como en instalación de nuevas líneas.

Adicionalmente **Procables**, una compañía de **General Cable**, ha desarrollado la Tecnología E3X®, innovación premiada este año con el "Gold Edison Awards 2017" en la categoría de Energía y Sostenibilidad. Esta tecnología permite que cualquier conductor de aluminio con recubrimiento en E3X®, incremente la capacidad de corriente hasta en un 25% y se disminuyan las pérdidas de energía, gracias a la mejor disipación de calor del cable y la menor absorción de calor del sol.

Por otra parte, los cables múltiple para distribución de energía eléctrica son fabricados exclusivamente en aluminio por las mismas ventajas de conductividad por peso mencionadas anteriormente.

## CABLES QUE PUEDEN SER EN COBRE O EN ALUMINIO

Dentro de las aplicaciones en las cuales se puede establecer un comparativo entre aluminio y cobre están las Acometidas, que conectan la red de distribución secundaria de baja tensión a los contadores de los usuarios.

**El diseño exclusivo de las acometidas TSEC de Procables dificulta el fraude de energía por su construcción especial con cubrimiento eléctrico del 100%**

### Acometidas TSEC

En este tipo de aplicaciones (instalaciones de las empresas de energía) es donde el aluminio adquiere una ventaja adicional sobre el cobre, pues el costo de salvamento del aluminio comparado con el del cobre es muy bajo y por lo tanto no es atractivo retirarlo de su sitio de instalación y destinarlo para fundirlo. Además, el diseño exclusivo de **Procables** dificulta el fraude de energía por su construcción especial con cubrimiento eléctrico del 100%.

### Cables para la industria y la construcción

En el campo de la construcción de edificaciones y en instalaciones industriales, el aluminio ha venido incursionando vertiginosamente y hoy día casi que se tiene una oferta alterna en aluminio para los conductores que tradicionalmente solo se utilizaban en cobre.

Estas alternativas están disponibles en cables THHN/THWN-2 en cobre y en cables THHW en aluminio, los cuales contienen aislamientos de PVC (Cloruro de Polivinilo) y en cables ExZhellent BW con aislamiento de cero contenido de halógenos, estos últimos para instalaciones de áreas de alta concentración de personas.

Solamente en las instalaciones residenciales en circuitos ramales, que también podrían tener oferta en aluminio, no es recomendable la alternativa con aluminio debido a la dificultad de estandarización de conectores y equipos de uso final. Para estas aplicaciones es recomendable mantener la solución en cobre.

Metal	Diámetro	Área	Resistencia DC	Masa lineal	Comparación de masa
	mm	mm <sup>2</sup>	Ωm/km	kg/km	%
<b>Cobre Suave</b>	2.60	5.31	3.25	47.20	100.0
<b>Aluminio 1350 H19</b>	3.32	8.68	3.25	23.47	49.7
<b>Aluminio 1350 HO</b>	3.31	8.59	3.25	23.24	49.2
<b>Aleación de aluminio AA8000</b>	3.33	8.70	3.25	23.59	50.0

Tabla N° 2: Masa o peso del metal requerido para el transporte de energía.



## COMPARACIÓN TÉCNICA DE CONDUCTORES CON COBRE Y ALUMINIO EN BAJA TENSIÓN

Los parámetros de mayor relevancia en una instalación de Baja Tensión son:

- Capacidad de corriente.
- Regulación o caída de tensión.
- Capacidad de corto circuito.
- Tensión de halado y radio de curvatura.
- Llenado de ductos.

Es importante tener en cuenta que para hacer una comparación se deben tener capacidades de conducción de corriente iguales, tal como se indica en la siguiente tabla:

Cobre (Calibre AWG/kcmil)	Aluminio (Calibre AWG/kcmil)
6	4
4	2
2	1/0
1/0	3/0
2/0	4/0
3/0	250
4/0	350
250	400
350	500
500	750

Al comparar entre calibres equivalentes, para cada uno de los parámetros clave de desempeño se obtendrán los resultados descritos a continuación:

### CORRIENTE

Para la comparación se ha tomado como base la misma capacidad de conducción de corriente.

### REGULACIÓN

La regulación o caída de tensión se puede catalogar como equivalente para aluminio y cobre.

### CORTO CIRCUITO

La capacidad de corto circuito se puede catalogar como equivalente para aluminio y cobre.

### TENSIÓN DE HALADO

Los conductores de aluminio aceptan una tensión de halado ligeramente superior.

### RADIO DE CURVATURA

El radio de curvatura es ligeramente mayor para el aluminio por tener un calibre mayor.

### LLENADO DE DUCTOS

Se requiere ductos de un diámetro mayor en la mitad de los casos analizados. En el resto, el diámetro permanece igual.

### PESO

El peso total (metal más aislamiento) de los conductores de aluminio es aproximadamente un 30% menor que el de los conductores de cobre.

## LAS VENTAJAS AMBIENTALES DEL ALUMINIO

El aluminio está presente en la naturaleza en forma de bauxita y es uno de los elementos más abundantes en la Tierra mientras que el cobre está en estado natural y sus existencias son menores en comparación con el aluminio; su clasificación es la 25(\*) en abundancia, lo cual quiere decir que las futuras generaciones tendrán disponible el aluminio en lugar del cobre.

## CABLES Y ALAMBRES DE ALUMINIO COMO CONDUCTOR DE GUARDA

Los conductores o alambres de aluminio son ampliamente usados como conductores de guarda en edificaciones para proteger las mismas de descargas atmosféricas.

## CONSIDERACIÓN PARA INSTALACIÓN SUBTERRÁNEA

Cuando el aluminio se instale en forma subterránea, es indispensable que durante el proceso, el aislamiento no sufra deterioro, debido a que en este tipo de instalación la entrada de humedad puede causar oxidación severa del conductor.

## DÓNDE NO UTILIZAR ALUMINIO

El aluminio como conductor desnudo no debe utilizarse como electrodo de puesta a tierra ni como conductor de tierra desnudo, debido a las indicaciones del RETIE. 

(\*) Fuente: <http://ocw.usal.es/enseñanzas-tecnicas/materiales-ii/contenidos/METALES%202.pdf>

## TENDENCIAS

En la medida que ya se han venido optimizando las consideraciones que tenía el aluminio, como por ejemplo el comportamiento termodinámico en conexiones, la ductilidad, la maleabilidad y su soldabilidad entre otros, no solamente la industria de la energía eléctrica lo va a seguir utilizando con mayor intensidad, sino también sectores como el automotor y el aeronáutico van a tener una mayor aplicación de conductores con aluminio. Los sectores de aeronáutica y automotriz ya los están utilizando ampliamente.



# Procables le apuesta a las construcciones sostenibles

Modelo de BIOCONSTRUCCIÓN, exhibido en la Feria ExpoSolar 2017 (Medellín)



**Procables**, en su constante interés por estar a tono con las exigencias de las tecnologías de punta, como es el caso de las energías renovables y como lo hemos reseñado ampliamente en anteriores publicaciones, ha desarrollado los cables ExZhellent SOLAR, diseñados para soportar las exigentes condiciones de operación de los sistemas fotovoltaicos.

Con esta nueva línea de conductores eléctricos, **Procables** está contribuyendo al desarrollo de construcciones sostenibles a las cuales también les está apostando Colombia.

Por ello, **Procables**, una compañía **General Cable**, ha participado en dos ambiciosos proyectos realizados recientemente en el país, orientados al logro de construcciones versátiles, modernas, basadas en el uso de energías limpias.

El primer proyecto fue la BIOCONSTRUCCIÓN, una vivienda sostenible alimentada 100% con energía solar, la cual fue presentada durante la Feria Exposolar 2017 en la ciudad de Medellín, el pasado mes de mayo.

El segundo proyecto fue el DOMO SOSTENIBLE, una estructura innovadora que fue la principal atracción en Corferias durante la XIV Expoconstrucción y Expodiseño 2017, celebrada también el pasado mes de mayo en la ciudad de Bogotá.



**Procables** suministró para estas dos obras los conductores ExZhellent SOLAR ZZ-F (PV1-F) 1.8 kV DC-0.6/1 Kv AC para sistemas de energía fotovoltaica, así como otro tipo de cables.



Modelo DOMO SOSTENIBLE, exhibido en Expoconstrucción y Expodiseño 2017 (Bogotá)

¡NUESTRO COMPROMISO AMBIENTAL TAMBIÉN PUEDE SER EL SUYO!

# ¿Sabe cómo reciclar cables?

Cómo todo lo elaborado por el hombre los cables nos brindan servicios y comodidades, pero también generan impactos ambientales. A diario millones de toneladas de cables resultan en los rellenos sanitarios contribuyendo a la contaminación del Planeta.

La tecnología ha tomado un papel importante para el ser humano convirtiéndose en el centro de millones de vidas que se comunican y toman decisiones a través de dispositivos electrónicos. ¿Alguna vez ha pensado en la cantidad de cables que soportan dichos niveles de comunicación? ¿O en la cantidad de cables necesarios para suministrar la energía consumida por la humanidad?

## ¿De qué está compuesto un cable?

Los cables están compuestos principalmente por metales (aluminio y cobre) y por plásticos como PVC y Polietileno, entre otros. Tanto los metales como los plásticos son materiales que fácilmente se pueden reutilizar.

Por una parte, los metales se pueden triturar o fundir para ser reintroducidos al ciclo productivo. De igual ma-

## Los que reciclan



Para darle un uso adecuado a aquellos cables que ya cumplieron con su vida útil, puede comunicarse con las siguientes empresas:

- **Orinoco E-scrap S.A.S.**  
Teléfono: (1) 744 9365
- **Mejoramiento Global S.A.S.**  
Teléfono: (1) 541 8774

nera el PVC y Polietileno, se pueden recuperar para producir nuevamente plásticos utilizados como materias primas para una gran variedad de productos.

Alrededor del mundo se han establecido empresas como Eldan Recycling, Titech, Stokkermill y Tricare, especializadas en el reciclaje de cables y que han demostrado el máximo aprovechamiento del material recuperado.

En Colombia no nos hemos quedado atrás; actualmente empresas como Orinoco E-scrap S.A.S., Belmont Trading Colombia y Mejoramiento Global S.A.S., entre otras, son especialistas en el tratamiento de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) y en realizar un aprovechamiento del cable, dándole una segunda vida útil a su material.

## Fuentes y fotografías del artículo:

[http://sociedad.elpais.com/sociedad/2012/03/18/actualidad/1332076225\\_495637.html](http://sociedad.elpais.com/sociedad/2012/03/18/actualidad/1332076225_495637.html)  
<http://www.stokkermill.com/es/aplicaciones/cables-electricos-radiadores/>

<http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-14942916>  
<http://www.recicladocables.com/index.html>

## UN CONSEJO DE SEGURIDAD



**Procables, una compañía General Cable, se preocupa por la seguridad de los técnicos electricistas de Colombia, por eso les recomendamos:**

“ En los casos de accidentes de origen eléctrico con o sin interrupción del servicio de energía eléctrica, que tengan como consecuencia la muerte, lesiones graves de personas o afectación grave de inmuebles por incendio o explosión, la persona que tenga conocimiento del hecho debe comunicarlo en el menor tiempo posible a la autoridad competente o a la empresa prestadora del servicio. ”

Tener estadísticas confiables de los accidentes de origen eléctrico ayuda al Ministerio de Minas y Energía y a las empresas prestadoras del servicio eléctrico a identificar y abordar de manera más adecuada los riesgos de origen eléctrico, lo cual conduce a realizar mejores prácticas de trabajo y a mejorar el RETIE.

Fuente: Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), artículo 9.5