

# CABLOFIL®

El ingenio en su nivel óptimo, como garantía de un sistema portacables de alto desempeño y máxima flexibilidad



Hace más de 40 años, Cablofil introdujo en el mercado europeo el sistema de bandeja portacables tipo canastillo, como respuesta a inquietudes diarias de instaladores, contratistas y mandantes; al día de hoy cuenta con más de 215 millones de metros instalados alrededor del mundo. En América Latina la historia es más reciente, la innovadora solución llegó al nuevo mundo un decenio atrás trayendo consigo la experiencia para el desarrollo y ejecución de tendidos de cables de manera óptima y eficiente.

## Beneficios de las bandejas portacables tipo canastillo

Para comprender los beneficios de las bandejas tipo canastillo es imperativo revisar previamente las dificultades expresadas por los instaladores durante el ejercicio de sus labores con sistemas de canalización de tipo industrial y terciario. Se citan a continuación, junto con un contenido técnico explicativo:

**Sobrepeso:** Se presenta en construcciones donde el peso máximo calculado por metro cuadrado para obra civil se ve superado como consecuencia del aporte excesivo en kilogramos del mecanismo de canalización; el caso típico son los tendidos eléctricos bajo sala en el sector industria que sobrepasan los cálculos realizados para la resistencia del suelo; trayendo sobrecostos no solamente en el transporte del material, sino también en el aumento de la base estructural; situación que se magnifica en terrenos elevados (ej. cordillera) donde el acceso a obra es más obstaculizado y la mano de obra más compleja.

**Elevación de temperatura:** Uno de los efectos más perjudiciales en el uso de conductores eléctricos es el calentamiento, produciendo en el corto y mediano plazo deformaciones, pérdidas en la rigidez dieléctrica y en la elasticidad del aislamiento, llevando a la degradación de los materiales, que disminuyen la eficiencia de la red e incluso producir fallas por cortocircuito.

Este fenómeno es causado por el llamado efecto Joule, el cual establece que si por un conductor circula corriente eléctrica, parte de la energía cinética de los electrones se transforma en calor.

La energía calórica medida en Joules [J] se expresa mediante la ecuación

$$Q_c = I^2 \cdot R \cdot t$$

Donde,

$I^2$ : es el cuadrado de la intensidad corriente eléctrica [ $A^2$ ].

R: la resistencia que opone el conductor al paso de la corriente [ $\Omega$ ].

t: el tiempo de circulación [s].

A su vez, R está expresada en función de la resistividad  $\rho$ ,

$$R = \rho \frac{L}{S}$$

Donde,

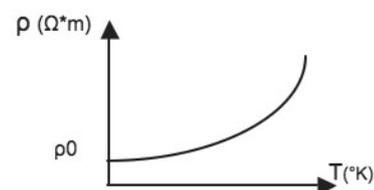
L: es la longitud del conductor [m].

S: el área transversal [ $mm^2$ ]

$\rho$ : la resistividad [ $\Omega \cdot m$ ] describe el comportamiento de un material ante el paso de corriente, un valor alto indica que se trata de un mal conductor, mientras que en un valor bajo indica que es un buen conductor.

El comportamiento de la resistividad en un material conductor varía con el cambio de temperatura tal como se aprecia en la Gráfica 1.

Gráfica 1. Variación de la resistividad vrs. aumento en temperatura



Al aumentar la temperatura (T), el valor de la resistividad ( $\rho$ ) también aumenta bajando el nivel de rendimiento eléctrico del conductor y afectando sus propiedades mecánicas.

Para contrarrestar el efecto, el instalador debe cambiar los conductores por unos con mayor sección transversal o adicionar un sistema de enfriamiento, entre los cuales existen los que son nocivos para la capa de ozono como los CFCs (actualmente prohibidos), otros más evolucionados como los HFCs que respetan el ozono, pero aportan al nivel de calentamiento global; por lo tanto conllevan importantes sobrecostos e impacto medioambiental.

**Cantidad de conductores de llenado:** Existen sistemas de canalización, particularmente los tubulares que pueden albergar muy pocos conductores en su interior, la suma de estos ocupa áreas muy grandes en la obra civil haciendo que el sistema sea inconveniente en costos de materiales, ahorro de espacio y eficiencia energética.

La Tabla N°8.7 de la Norma chilena de Instalaciones de Consumo en Baja Tensión NCH Elec. 4/2003 determina que para secciones nominales de 120 mm<sup>2</sup> no es viable usar conductores monopolares en tuberías, clasificadas en Grupo 1.

**Dificultad para sobrepasar obstáculos:** La falta de flexibilidad de algunos sistemas de canalización obligan al proyecto a considerar una gran cantidad de piezas con funciones limitadas, hecho que complejiza el diseño de los trayectos, su ubicación y por ende su instalación; haciendo que los tiempos y costos de la mano de obra aumenten ostensiblemente, situación que se agrava cuando se trata de una red en altura (instalación en techo o pared alta).

Sucede también con frecuencia que al proyectar un tendido eléctrico, los planos arquitectónicos no incluyen todos los recorridos ni detalles de tuberías, vigas, ductos, etc. o bien los cambios estructurales no son informados con anticipación al instalador eléctrico quien en el desarrollo de su labor encuentra que las piezas adquiridas no son funcionales con la realidad de la obra civil, por lo tanto se presentan sobrantes o faltantes en el material, con piezas que incluso no se pueden usar posteriormente porque son fabricadas a medida, ocasionando niveles altos de desperdicio y por tanto sobrecostos que afectan la utilidad del proyecto y conllevan mayores tiempos de entrega por reprocesos e incluso por falta de disponibilidad de piezas muy específicas.

**Deterioro ante un incendio:** Se presenta de manera particular en canalizaciones plásticas que ante la presencia del fuego, aunque tengan propiedades de extingüibilidad o retardante a la llama, tienden a consumirse a muy altas temperaturas, el material va desapareciendo a medida que las llamas se propagan, por tanto no tienen la capacidad de contener los conductores por largo tiempo. Se observa en instalaciones a techo o muro que han sufrido este tipo de

accidentes, los conductores caen al suelo ocasionando situaciones inseguras; las consecuencias son de mayor consideración cuando el plástico no cumple con estas características de desempeño y se convierte en combustible que propaga con más fuerza el incendio.

**Baja resistencia mecánica:** Existen diferentes variables que debilitan las canalizaciones ante el peso de los conductores, entre ellas, la excesiva rigidez de la geometría en fabricaciones metálicas, láminas y accesorios que no han sido probados en niveles de carga real, ocasionan grietas y quiebres, afectando incluso el aislamiento de los conductores.

La exposición directa y continua a rayos UV, al ambiente salino o a agentes químicos, trae como consecuencia daños evidentes en algunas canalizaciones plásticas que se estropean con fisuras, fracturas y acelerado envejecimiento.

El deterioro de los materiales acorta la vida útil de la red eléctrica y hace más complejas las labores de mantenimiento

**Corrosión:** Se advierten 2 tipos de corrosión en canalizaciones metálicas, la atmosférica y la galvánica. La primera de ellas -principalmente en ambientes agresivos- se produce por la reacción química entre el hierro del acero y el oxígeno del aire o el agua que trae la aparición de óxido.

La corrosión galvánica-por una inadecuada selección del material- por su lado resulta de un fenómeno electroquímico que se presenta por la diferencia de potencial entre dos metales diferentes, o entre un metal y las impurezas que contiene, cuando se conectan eléctricamente.

Estos fenómenos se hacen evidentes cuando no se tienen presentes las condiciones adversas del medio ambiente como salinidad o la presencia de sustancias químicas en el aire que desgastan el metal o el plástico; por errores al momento de seleccionar la tornillería, bornes de puesta a tierra e ignorar la compatibilidad electroquímica que debe haber entre metales.

La corrosión es bien conocida por su poder destructivo en los metales que van perdiendo sus propiedades conductivas, a al extremo de la aislación; en el proceso calientan el material y lo erosionan.

#### **Fallas en la continuidad eléctrica y puesta a tierra:**

La continuidad eléctrica es condición fundamental para la seguridad de las personas y los bienes, contribuyendo también a una correcta compatibilidad electromagnética (CEM). La red de puesta a tierra está constituida por el conjunto de partes metálicas de una edificación conectadas entre ellas: vigas, canalizaciones, armazones metálicos de los aparatos y demás elementos en los cuales se debe garantizar la equipotencialidad de la red. La incorrecta selección de accesorios de puesta a tierra, o de conexionado de partes metálicas; el deterioro acelerado de partes y piezas afectan la continuidad de la red convirtiéndola en un potencial peligro de electrocución para el personal en contacto con la red, disminuyendo a su vez el nivel de rendimiento CEM.

# Valores Cablofil - Legrand

## ■ MÁS LIVIANA

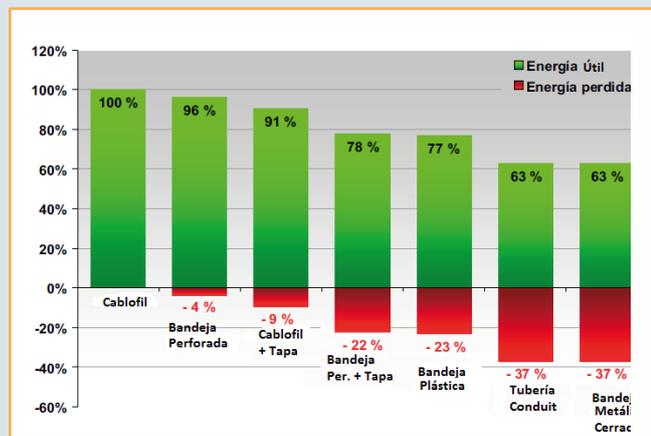
El uso de la bandeja tipo canastillo hace que la instalación sea más liviana; un caso práctico para ejemplificar corresponde a un proyecto donde la sala eléctrica de una planta minera que en un inicio fue proyectada con 4 niveles de escalerilla bajo sala, al rehacer los cálculos con Cablofil se registró una disminución de peso superior al 10% sobre el total de la construcción y un 50% en referencias de canalización.

## ■ DISMINUCIÓN DEL EFECTO JOULE

La estructura abierta al 90% de Cablofil es la más cercana a la de un cable al aire libre, haciendo el sistema más eficiente.

La Gráfica 2 muestra la diferencia de pérdidas por efecto Joule en distintas configuraciones realizado por el laboratorio LCIE, donde se evidencias pérdidas de hasta el 37% con otras tecnologías.

Gráfica 2. Diferencia de pérdidas por efecto Joule



## ■ RESISTENCIA AL FUEGO

La norma DIN 4102-1 especifica que el sistema completo de sistemas portables, accesorios y cables se debe haber probado en un horno a una temperatura de hasta 1.000 °C

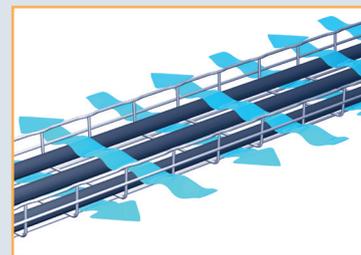
El objetivo de la prueba consiste en validar el correcto funcionamiento del sistema eléctrico y garantizar que los datos vitales resisten el tiempo necesario para organizar el rescate en caso de incendio.

Toda la gama de productos Cablofil ha superado con éxito las pruebas. Las configuraciones usadas son soluciones con 2 alcances (1.250 mm y 1.500 mm) y con una carga máxima admisible que oscila entre 2 kg/m y 20 kg/m. El incremento de la temperatura se efectúa siguiendo la curva de temperatura (ETK) que define la norma DIN.

## ■ CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN

De acuerdo con la Tabla N°8.7 del NCH Elec. 4/2003, la Intensidad de Corriente admisible para conductores en una misma sección transversal varía de acuerdo con el tipo de canalización, existen 3 Grupos Cablofil está descrito en el Grupo 3, entre ellos, el de mayor corriente admisible y el único aceptado para conducir secciones nominales superiores a 300 mm<sup>2</sup>.

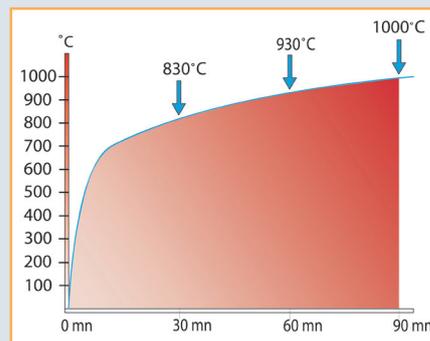
Imagen 1. Conductores monopolares tendidos libremente



## ■ VERSATILIDAD

Gracias a la estructura tipo malla de alto desempeño, Cablofil permite ejecutar en obra cambios de nivel, dirección, curvas, ángulos simples, y complejos a través de cortes específicos con el complemento de uniones sencillas, el sistema es capaz de superar obstáculos no previstos.

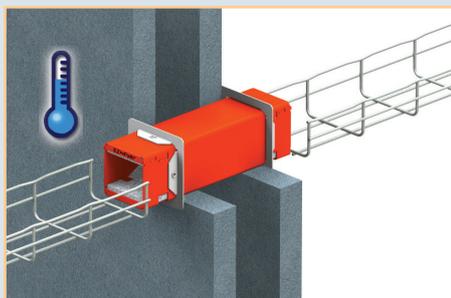
Imagen 2. Instalación Cablofil, trabajo en altura



Gráfica 3. Pruebas de resistencia al fuego

Como complemento de gama se recomienda el módulo cortafuego EZ-Path que contiene una espuma intumescente preinstalada que reacciona de forma espontánea a partir de los 177°C o con el contacto directo con la llama; se adapta a los cables obstruyendo completamente el pasamuros, limitando el caudal de fuga y minimizando los humos fríos que libera la ignición del fuego.

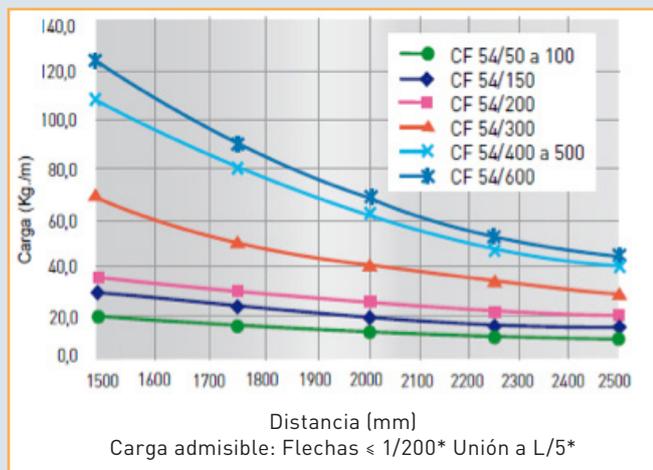
Imagen 3. Módulo cortafuego EZ-Path



### ■ SOPORTE MECÁNICO

Las bandeja portacables es sometida a pruebas mecánicas según los requerimientos de la norma IEC 61537 que impone una flecha de 1/100 de la separación entre soportes, Cablofil es más exigente, la reduce al 1/200 dando una mayor garantía de seguridad y estética.

Gráfica 4. Tabla de cargas Cablofil



En caso de sobrecarga física importante, la estructura de la bandeja se deforma en hamaca para dar mayor soporte, manteniendo las características de robustez y la ubicación de las uniones electrosoldadas.

Imagen 4. Efecto hamaca ante el sobrepeso



### ■ PROTECCIÓN CONTRA LA CORROSIÓN

La correcta elección del metal y su tratamiento superficial son garantía de un sistema libre de óxido; Cablofil apoyado en la normativa internacional asegura la compatibilidad de los tratamientos de superficie con aceros revestidos.

En ambientes "clásicos" se recomienda el uso de aceros revestidos de zinc. La protección galvánica de los aceros es un procedimiento de sacrificio; el zinc, al contacto con el agente oxidante, se transforma en hidroxycarbonato de zinc (blanco) y así protege el acero. En este sentido Cablofil-Legrand recomienda 2 tipos de tratamientos: el electrozincado después de la fabricación y galvanizado en caliente después de la fabricación.

El primero, de acuerdo con la norma EN 12 329 indica que las bandejas tipo canastillo, fabricadas a partir de varillas de acero en bruto, se decapan y posteriormente son sometidas a un baño electrolítico de zinc, el paso de una corriente eléctrica provoca entonces el depósito del zinc sobre el acero; ver uso recomendado en Gráfica 5. El segundo, en conformidad con la norma EN ISO1461, propone que las bandejas tipo canastillo o sus accesorios fabricados a partir de láminas o de rejillas de acero en bruto, después del proceso de desengrasado y decapado, son sumergidos en un baño de zinc fundido; de este modo, todas las piezas quedan recubiertas de una importante capa de zinc; ver uso recomendado en Gráfica 5.

En ambientes "agresivos" se hace imperativo el uso de aceros inoxidables, en este caso no se necesita actuar sobre el revestimiento, sino sobre el tipo de acero. Cablofil ha seleccionado 2 aceros inoxidables, el 304L y el 316L, debido a su excelente resistencia a la corrosión, obtenida en gran medida gracias a su bajo contenido en carbono ("L": Low carbon").

# Valores Cablofil - Legrand

Acero inoxidable 304L: conforme con norma EN 10088-2-AISI 304L-X2CrNi18.09, presenta una alta resistencia a la corrosión en presencia de agua dulce, ambientes naturales y productos alimenticios (excepto la mostaza y el vino blanco), ver uso recomendado en Gráfica 5.

Acero inoxidable 316L: de acuerdo con norma EN 10088-2-AISI 316L-X2CrNiMo17.12.2, la presencia de molibdeno en su composición hace que sea insensible a la corrosión intergranular y que su rendimiento sea excelente en la industria química, la alimentaria, la industria de nitratos explosivos, talleres de decoración, laboratorios de fotografía y ambientes halógenos (flúor y cloro), ver uso recomendado en Gráfica 5.

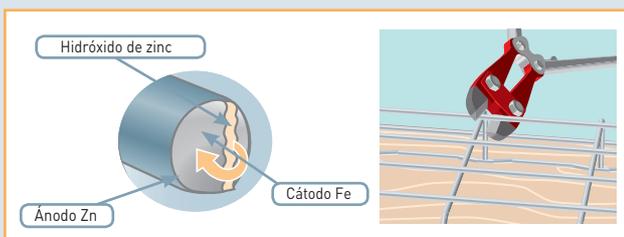
Gráfica 5. Revestimiento o tipo de acero recomendado y posible de acuerdo con el tipo de ambiente de uso

<input type="radio"/> Recomendado <input checked="" type="radio"/> Posible	EZ	GC	304L	316L
Instalación interior, ambiente normal	<input type="radio"/>			
Instalación exterior, ambiente urbano	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>		
Industria química, ambiente explosivos nitrados, fotografía, decoración	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
Ambiente marino, agresivo, sulfuroso (poca concentración)	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
Ambiente ácido y alcalino		<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Industria alimentaria			<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ambiente halógenos (túnel)			<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>

## ■ GARANTÍA DE CONTINUIDAD EN INSTALACIÓN

El hecho de cortar las varillas de la bandeja con una herramienta de corte indicada no deteriora la protección del revestimiento: las cuchillas de la herramienta de corte indicada arrastran consigo la capa de zinc sobre la zona cortada y se crea entonces un acoplamiento galvánico protector.

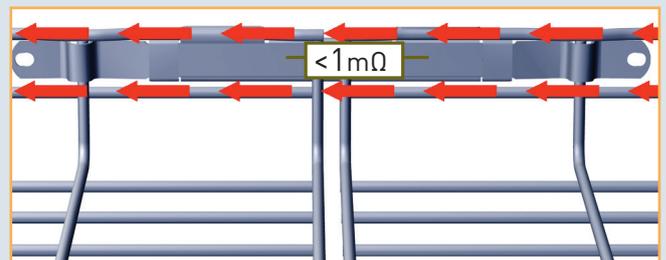
Imagen 5: Protección continua



## ■ CONTINUIDAD ELÉCTRICA Y PUESTA A TIERRA

La norma IEC 61537 exige a la unión una resistencia máxima de 50mΩ. El ensayo consiste en hacer pasar una corriente eléctrica en el sistema (bandeja portaconductores + unión) y medir la resistencia de la unión. El resultado de las pruebas en Cablofil determinan una resistencia promedio de 0,82mΩ, es decir, de 50 a 80 veces mejor que la exigencia de la normativa. Todas las uniones han sido probadas y homologadas.

Imagen 6. Continuidad eléctrica



Para maximizar las ventajas de seguridad y de CEM, los sistemas portables metálicos deben estar conectados a la tierra de la instalación cada 15 metros, para una longitud inferior se deben conectar los a tierra en cada extremidad; en efecto, para evacuar convenientemente las corrientes eventuales de defecto y de ruido, se tiene que cerrar el circuito eléctrico realizado por el sistema portables.

El conductor de protección es un medio sencillo y eficaz para conectar el sistema portables a la red de tierra. Cablofil propone una gama de accesorios apropiados de acuerdo con la sección del conductor de protección de fácil y segura conexión.

Cablofil reúne las mejores características de desempeño en el tendido de conductores en la red eléctrica dando solución a las principales dificultades que debe enfrentar el instalador en el ejercicio de su labor y superando las exigencias de norma, aportando en el ahorro de tiempo y costos por inventarios, mano de obra, transporte, etc; apoyando a la factibilidad de los proyectos y asegurando la permanencia de las redes en el tiempo.

## ■ VALORES ADICIONALES

Legrand, como compañía pone a disposición de los usuarios de Cablofil los siguientes beneficios:

- Presencia nacional
- Catálogos y guías técnicas
- Software de diseño y cubicación
- Certificación
- Cursos de capacitación
- Apoyo para proyectos
- Amplia red de distribución
- Servicio pre-venta y post-venta