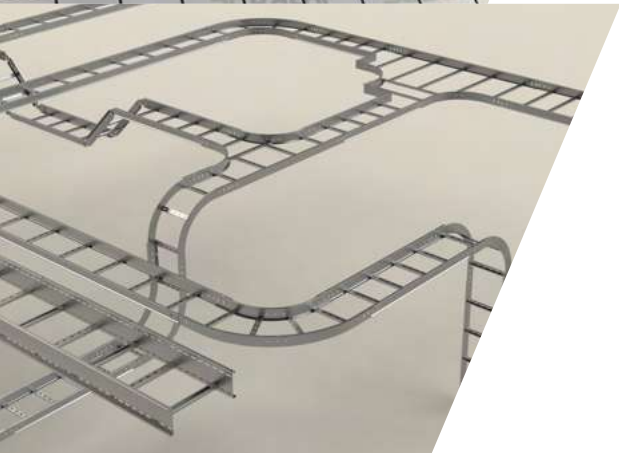


GUÍA TÉCNICA GT02



3E Basor
CABLE TRAY SPECIALIST

En el diseño de una instalación eléctrica con todas sus líneas de conducción de cables se deben considerar diferentes aspectos como la corrosión, la resistencia mecánica del conjunto, la seguridad frente al fuego, las perturbaciones electromagnéticas o el precio.

BASOR ELECTRIC ha elaborado la presente Guía Técnica con el objetivo de facilitar el proceso de selección y diseño, y ofrecer la máxima información posible sobre todos estos aspectos, manteniendo así la línea de trabajo que ha convertido a BASOR en una empresa líder en el sector.

GUÍA TÉCNICA GT02

ÍNDICE

SECCIÓN 0	Criterios Principales de Selección	pág. 3
SECCIÓN 1	Los Sistemas de Conducción de Cables	pág. 5
SECCIÓN 2	Seguridad ante el Fuego	pág. 6
SECCIÓN 3	Resistencia Mecánica	pág. 12
SECCIÓN 4	Continuidad Eléctrica	pág. 18
	<i>ANEXO: Aplicación del Reglamento Electrotécnico de baja tensión REBT</i>	pág. 20
SECCIÓN 5	Compatibilidad Electromagnética	pág. 23
SECCIÓN 6	Temperatura de servicio: Contracciones y dilataciones térmicas	pág. 27
SECCIÓN 7	Ventilación y Grado de Estanqueidad	pág. 28
SECCIÓN 8	Corrosión, Materiales y Recubrimientos	pág. 29
Apéndices	Dimensionado: Cálculo de cargas y Selección de Bandejas Resistencia frente a Productos Químicos	

SECCIÓN 0

CRITERIOS PRINCIPALES DE SELECCIÓN

CRITERIOS PRINCIPALES DE SELECCIÓN DE SISTEMAS DE CONDUCCIÓN DE CABLES

Para el diseño y selección de conducciones de cable, según las especificaciones del proyecto o las condiciones que deban cumplirse en el lugar de instalación, inicialmente nos encontramos con distintos aspectos que pueden condicionar nuestra elección.

- 1 Tipos de Sistemas de Conducción de Cables: Bandejas, Escaleras, Canales; Tubos.
- 2 Resistencia al fuego y Propagación de Incendios: Combustibilidad, Integridad en incendio.
- 3 Resistencia mecánica: Carga de Trabajo, Distancia entre soportes, Protección ante impactos.
- 4 Continuidad eléctrica: Aislante, Conductor, Red equipotencial.
- 5 Compatibilidad electromagnética (CEM): Cableados de datos, Perturbaciones.
- 6 Condiciones de Temperaturas: Condiciones de trabajo en altas o bajas temperaturas.
- 7 Ventilación de cables: Tipos de cableados, Ventilación natural.
- 8 Protección frente a la Corrosión: Materiales y vida útil, Tipo de Ambientes, Productos Químicos...

Las siguientes secciones de esta guía técnica describirán estos criterios de selección.

SISTEMAS DE CABLEADO							
		BANDEJAS PORTACABLES de chapa de Acero	BANDEJAS PORTACABLES de hilo de Acero	ESCALERAS PORTACABLES de Acero o Aluminio	CANALES PORTACABLES de Acero o Aluminio	BANDEJAS PORTACABLES de PVC	ESCALERAS PORTACABLES de PRFV
							
CARACTERÍSTICAS	RESISTENCIA AL FUEGO	NO COMBUSTIBLE	NO COMBUSTIBLE	NO COMBUSTIBLE	NO COMBUSTIBLE	NO INFLAMABLE No propaga el incendio	NO INFLAMABLE No propaga el incendio
	RESISTENCIA MECÁNICA	CARGA BAJA-MEDIA ALTA	CARGAS BAJA A MEDIA	CARGAS MUY ALTAS	CARGA BAJA-MEDIA ALTA	CARGA BAJA-MEDIA	CARGAS ALTA
	CONTINUIDAD ELÉCTRICA	CONDUCTOR EQUIPOTENCIAL	CONDUCTOR EQUIPOTENCIAL	CONDUCTOR EQUIPOTENCIAL	CONDUCTOR EQUIPOTENCIAL	AISLANTE DIELECTRICO	AISLANTE DIELECTRICO
	PERTURBACIONES ELECTROMAGNÉTICAS (CEM)	ALTA PROTECCIÓN	PROTECCIÓN SEGÚN MONTAJE	PROTECCIÓN MODERADA	TOTAL APANTALLAMIENTO	SIN PROTECCIÓN	SIN PROTECCIÓN
	CONDICIONES DE TEMPERATURA	-50°C a 150°C	-50°C a 150°C	-50°C a 150°C	-45°C a 120°C	-20°C a 60°C	-50°C a 150°C
	VENTILACIÓN DE CABLES	MEDIA DISIPACIÓN DE CALOR	EXCELENTE DISIPACIÓN DE CALOR	EXCELENTE DISIPACIÓN DE CALOR	SIN VENTILACIÓN	MEDIA DISIPACIÓN DE CALOR	EXCELENTE DISIPACIÓN DE CALOR
	PROTECCIÓN FRENTE A LA CORROSIÓN	SELECCIONAR SEGÚN MATERIALES Y ACABADOS (TABLA 2)					EXCELENTE COMPORTAMIENTO

SELECCIÓN SEGÚN LAS CONDICIONES AMBIENTALES

Los Sistemas de Cableado se adaptan a los requerimientos ambientales mediante distintas soluciones, con materiales y acabados adaptados a cada tipo de ambiente.



A partir de la experiencia y el conocimiento adquirido internacionalmente acerca de la corrosión, la norma ISO 9223 “Corrosividad de atmósferas” define en función de humedad y la presencia de contaminantes, distintas clases de ambientes C1 a C5 según el grado de corrosividad hacia los metales. La misma clasificación se utiliza en la ISO 9224 y en la ISO 14713-1 “Recubrimientos de cinc. Protección frente a la corrosión” (ver Sección 8).

En función de éstas normativas y de la experiencia de uso, la siguiente tabla muestra las recomendaciones para la selección de Sistemas de Conducción de Cables.

AMBIENTE Clasificación según ISO 9223		TIPOS DE ACABADOS													
		EZ	GS	EZ1000	GSP	GAC	GAC70	ZAM3K	GAC85	ZnNi	AL	i304	i316	PVC	PRFV
Interiores de edificios con atmósferas limpias, sin variación de humedad.	C1														
Interiores con baja humedad y contaminación. Exteriores con un nivel bajo de contaminación: áreas rurales.	C2														
Interiores con humedad o contaminación moderada. Exteriores urbanos e industriales, contaminación moderada, áreas costeras con baja salinidad.	C3														
Interiores con alta contaminación. Áreas exteriores industriales contaminadas y áreas costeras con salinidad moderada.	C4														
Espacios interiores con alta frecuencia de condensación. Áreas industriales de contaminación muy elevada.	C5 - I														
Zonas costeras con elevada salinidad. Espacios con condensación casi permanente y presencia de cloruros.	C5 - M														

RECOMENDADO

POSIBLE

CALIDAD EXCESIVA

Los principales materiales y acabados disponibles son:

- GS

Acero Galvanizado antes de fabricación en continuo y por el procedimiento Sendzimir
- GC

Acero Galvanizado en Caliente después de la fabricación
- PVCm1

Polímero Termoplástico de PVC
- GSP

Acero recubierto con resina poliéster, con resistencia en Niebla Salina >1000h
- EZ1000

Acero Electrocincado mejorado, con pasivado de alta capa y sellado, con resistencia en Niebla Salina >1000h
- AL

Aluminio (Aleaciones 1050, 5754, 6063, etc.)
- PRFV

Poliéster reforzado con Fibra de Vidrio
- ZAM3K

Acero Pre-Galvanizado en continuo con aleación Zn-Al-Mg de Alta Resistencia, con resistencia en Niebla Salina >3000 h
- i304

Acero Inoxidable AISI 304
- i316

Acero Inoxidable AISI 316
- EZ

Acero Electrocincado
- ZnNi

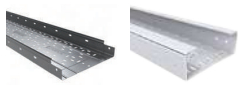
Acero electrocincado zinc-níquel de alta resistencia a la corrosión

SECCIÓN 1

TIPOS DE SISTEMAS DE CONDUCCIÓN DE CABLES

La función de soportar el cableado eléctrico de forma segura a lo largo de un recorrido, la realizan los sistemas de conducción de cables, que son los elementos estructurales de la instalación eléctrica, en cumplimiento de la norma UNE-EN IEC 61537.

BANDEJAS PORTACABLES



METÁLICAS O PLÁSTICAS

- Utilizado en instalaciones industriales, en interiores o entornos exteriores
- Capacidad de carga: baja, media y alta
- Tipos de cables: comunicación y distribución de potencia
- Ventilación de cables media

VENTAJAS DE BANDEJAS METÁLICAS

- Buen comportamiento frente a perturbaciones electromagnéticas externas
- Facilidad de embridamiento del cableado
- Excelente comportamiento al fuego, con mantenimiento de funciones en caso de incendio

VENTAJAS DE BANDEJAS AISLANTES

- Seguridad eléctrica sin necesidad de puesta a tierra
- Facilidad de embridamiento del cableado
- Excelente resistencia a la corrosión, especialmente frente a productos químicos y ambientes salinos

BANDEJAS PORTACABLES



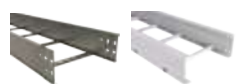
DE HILO DE ACERO

- Utilizado en instalaciones industriales o terciarias, en interiores o entornos exteriores
- Capacidad de carga: de baja a media
- Tipos de cables: comunicación y distribución de potencia

VENTAJAS DE BANDEJAS DE HILO DE ACERO

- Excelente ventilación y visibilidad del cable
- Rápido y fácil de instalar (accesorios en obra)
- Recomendado para ambientes polvorientos/biológicos por la facilidad de limpieza

ESCALERAS PORTACABLES



ACERO, ALUMINIO, PRFV.

- Utilizado en instalaciones industriales, en interiores o entornos exteriores
- Capacidad de carga: alta a extremadamente alta
- Tipos de cables: de alta potencia

VENTAJAS DE BANDEJAS DE ESCALERA

- Alta capacidad de cableado
- Posibilidad de fijación firme de cables mediante abrazaderas
- Para todo tipo de instalación y actividades que requieren largos vanos y grandes cargas
- Excelente ventilación y visibilidad del cable
- Aptas para cables que requieren grandes radios de curvado

CANALES PORTACABLES



METÁLICAS O PLÁSTICAS

- Utilizado en instalaciones industriales, en interiores o entornos exteriores
- Capacidad de carga: media a alta
- Distintas aplicaciones de canales metálicas o plásticas
- Tipos de cables: alimentación de maquinaria o de comunicación, incluida la fibra óptica
- Sistema completo con tapa. Máxima protección del cableado contra riesgo mecánico, polvo, líquidos u otros elementos

VENTAJAS DE CANALES METÁLICAS

- Protección mecánica reforzada
- Protección óptima frente a cualquier perturbación electromagnética externa
- Posible instalación en el suelo con cubierta antideslizante

VENTAJAS DE CANALES AISLANTES

- Seguridad eléctrica sin necesidad de puesta a tierra
- Excelente resistencia a la corrosión, especialmente frente a productos químicos
- No amplifica posibles perturbaciones electromagnéticas internas

SECCIÓN 2 SEGURIDAD ANTE EL FUEGO

2.1 FACTORES DE RIESGO

Basor Electric, sensible a la necesidad de minimizar las consecuencias de un incendio, ha sometido sus Sistemas de Conducción de Cables a rigurosos ensayos de resistencia y reacción al fuego para asegurar el comportamiento de sus productos.

La seguridad ante el fuego está caracterizada por el comportamiento de los materiales frente a los distintos aspectos relacionados con:

La aparición de un fuego: La contribución al inicio del fuego tras un arco eléctrico o sobrecarga de cables.

La contribución al fuego: Por las características de los materiales, y su posible combustión.

Su propagación: El comportamiento tras la aparición de la llama, y su evolución hasta la extinción.

Las condiciones de seguridad de las personas: por la emisión de humos y sustancias tóxicas.

La resistencia durante el incendio: para garantizar el funcionamiento de los equipos de emergencia.



Destacamos en la siguiente tabla los principales factores de riesgo frente al fuego:

		CARACTERÍSTICAS	NORMATIVAS	CLASIFICACIONES
SEGURIDAD ANTE EL FUEGO	INICIO DEL FUEGO	Inicio por arco eléctrico	(Todavía no contemplado)	Aislantes: Sin riesgo
		Inicio por calentamiento	UNE-EN 60695-2-11	No produce ignición
	PROPAGACIÓN AL FUEGO	Comportamiento ante la llama	Normas de producto IEC; Ensayos normalizados UNE-EN 60695-11-2	No propagador de la llama
	CONTRIBUCIÓN AL FUEGO	Comportamiento del material	Normas de producto IEC; UNE 23727; UNE 201010 UL 94; NF_P92_507	Incombustible: M0 Difícilmente inflamable: M1 Combustible: M2; M3
	EMISIÓN DE HUMOS	La cantidad, opacidad y toxicidad de los humos	UNE-EN 13501-1 UL 568	Sin emisión de humos Baja/media emisión
	RESISTENCIA AL FUEGO	Mantenimiento de funciones durante un incendio	DIN 4102; STN 92 0205; CSN 73 0895 (Todavía no contemplado en Normas IEC)	Resistencia (minutos) E30; E60; E90

2.2 REACCIÓN ANTE EL FUEGO

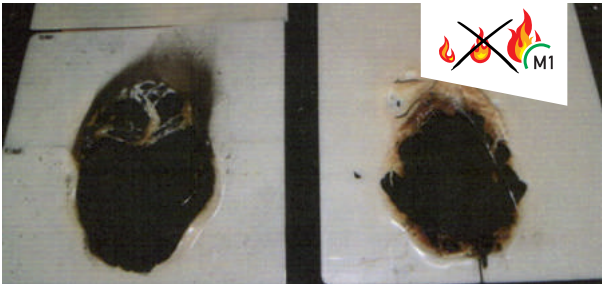
La primera diferenciación significativa, por su contribución al fuego, es la existente entre los materiales incombustibles y los materiales combustibles. Es decir, la diferencia fundamental en cuanto al comportamiento al fuego, es que hay materiales que no se pueden quemar y materiales que con mayor o menor velocidad y de diferentes formas, sí que pueden sufrir combustión. Dentro de estos dos tipos de materiales, los únicos capaces de ofrecer un mantenimiento de las funciones a lo largo del tiempo en presencia de fuego son los materiales incombustibles. Dentro del rango de los materiales combustibles aparece otra diferenciación marcada por la propagación o no propagación de la llama. Un material combustible no propagador de la llama es aquel que cuando se inflama evita la propagación del fuego, es decir, no sigue ardiendo cuando la fuente de ignición se retira.





ENSAYO SEGÚN DIN 4102-12
MATERIAL INCOMBUSTIBLE. INSTALACIÓN E90 CON MANTENIMIENTO DE FUNCIONES DURANTE 90 MINUTOS.





ENSAYO M1 SEGÚN UNE 201010
MATERIAL COMBUSTIBLE. NO PROPAGADOR DE LA LLAMA Y M1 SEGÚN UNE 201010.

El mercado ha tendido a incrementar cada vez más las restricciones de los materiales no propagadores de la llama, por lo que ha sido necesario emplear normas específicas, de las cuales las más conocidas son la UNE 201010 de reacción al fuego de accesorios eléctricos (anteriormente se utilizaba la UNE 23727 de materiales de construcción) o la UL94 sobre inflamabilidad de materiales plásticos. Las principales clasificaciones de estas normas son las siguientes:

UNE 201010	M0	Material incombustible.	UL94	V0	Inflamación ≤10 segundos, sin formación de gotas o con gotas no inflamadas.
	M1	Inflamación ≤2 segundos, o gotas no inflamadas.		V1	Inflamación ≤30 segundos, sin formación de gotas o con gotas no inflamadas.
	M2	(2 opciones)		V2	Inflamación ≤30 segundos, con formación de gotas inflamadas.
		-Inflamación ≤2 segundos con gotas inflamadas.		HB 5VB 5VA	
	M3	-Inflamación ≤5 segundos sin gotas inflamadas.			
	M4				



Todos los materiales de las bandejas BASOR son M0 Incombustibles o M1 No propagador de la Llama según la Norma UNE 201010

Resumen de la clasificación de Sistemas de Conducción de Cables frente al fuego:

		CARACTERÍSTICAS	CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO
TIPO DE MATERIAL	INCOMBUSTIBLE	Sistema con mantenimiento de funciones	E90	Mantiene funciones 90'	
		Resistencia al fuego según DIN 4102-12	E60	Mantiene funciones 60'	
			E30	Mantiene funciones 30'	
		NO GARANTIZA mantenimiento de funciones	M0	Material incombustible	
		Clasificación de materiales según UNE 201010			
	COMBUSTIBLE	Norma de producto	NO PROPAGADOR DE LA LLAMA	No sigue ardiendo cuando la fuente de ignición se retira	
		Bandejas UNE-EN 61537, Canales UNE-EN 50085, Tubos UNE-EN 61386			
		Reacción al fuego	M1	Clasificaciones según tiempo de inflamación, presencia de gotas y sus características	
		Reacción al fuego de los accesorios eléctricos según UNE 201010	M2		
			M3		
			M4		
		Inflamabilidad de materiales plásticos	V0	Clasificaciones según tiempo de inflamación, presencia de gotas y sus características	
		Inflamabilidad de materiales plásticos según UL94	V1		
			V2		

Dependiendo del tiempo que es necesario mantener la funcionalidad de la instalación, seleccionaremos el sistema de conducción de cables idóneo para cada caso. La funcionalidad de estas instalaciones cobrará más fuerza en **locales de pública concurrencia**. En este tipo de locales se necesita más tiempo para su evacuación debido a la gran acumulación de personas.

2.3 RESISTENCIA AL FUEGO

Ante un incendio es necesario mantener la funcionalidad de ciertas instalaciones eléctricas, como los extractores de humo, la iluminación de emergencia, las alarmas de incendio, ó instalaciones de presión para la extinción.



Todas las bandejas de Basor Electric se fabrican bajo la Norma UNE-EN IEC 61537 “Sistemas de bandejas y de bandejas de escalera para la conducción de cables”, pero en esta norma hasta el momento no se ha desarrollado la resistencia al fuego de las bandejas.

Ante esta falta de normativa Europea o internacional aplicable, se usan diferentes normas locales como la alemana, la checa y la eslovaca que estudian el comportamiento frente al fuego de los sistemas de cables eléctricos necesario para mantener la integridad del circuito.

DIN 4102-12

“Fire behaviour of building materials and elements. Fire resistance of electric cables systems required to maintain circuit integrity”

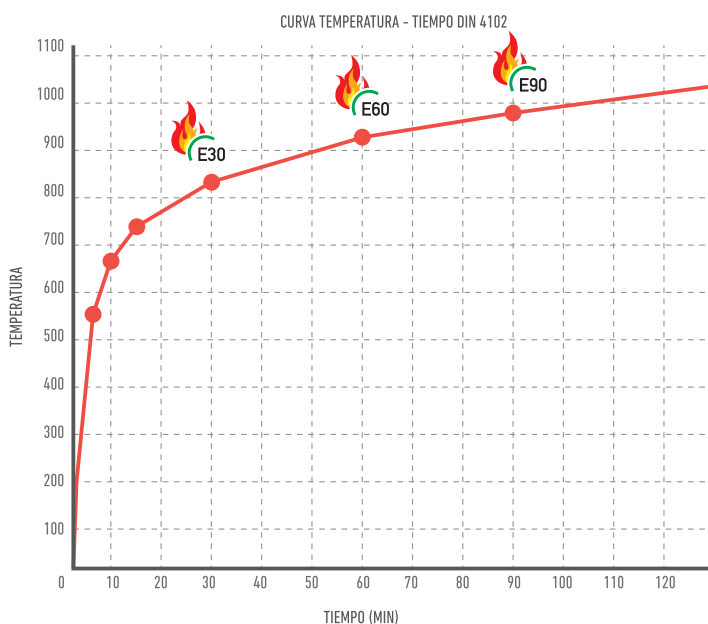
CSN 730895

“Firesafety engineering - Maintaining the functionality of cable lines under fire conditions - requirements, testing, classification Px-R, R-PHX and application of test results”

STN 920205

“Firebehaviour of construction products and building constructions. Circuit integrity maintenance of cable system. Requirements, testing, classification and application of test results”

Estas normas definen las condiciones del ensayo para verificar que el sistema, formado por bandejas, soportes, accesorios y cables resistentes al fuego, mantiene la alimentación eléctrica durante un tiempo determinado en el interior de un horno en el que se simula el incendio siguiendo una curva temperatura-tiempo definida.



Basor Electric ha ensayado diferentes soluciones bajo estas Normas para determinar el comportamiento y funcionalidad de sus productos. Estas normas estudian la respuesta del sistema formado por el conjunto de cables resistentes al fuego en servicio, con los soportes y las bandejas en el interior de un horno en el que se simula el incendio siguiendo una curva temperatura-tiempo definida.

Con el paso de los minutos las bandejas se van deformando sin dejar de soportar los cables; y así, aunque la cubierta de los cables se va deteriorando, el conjunto mantiene el servicio eléctrico sin llegar al cortocircuito o a la interrupción de la señal. En función del tiempo, en minutos, que es capaz de mantener la instalación en servicio, el sistema se clasifica como E30, E60 o E90 según la norma DIN. La selección de la instalación (E30, E60 o E90) dependerá del tiempo necesario para organizar la evacuación y los servicios de emergencia en cada caso.

*Las instalaciones clasificadas como Resistentes al Fuego han sido ensayadas en laboratorios externos acreditados, lo que permite asegurar el cumplimiento de todos los requisitos exigidos en la Normativa en cuestión.

**Además, montajes seleccionados han sido posteriormente evaluados y certificados por las entidades nacionales correspondientes, quedando así certificados para su uso en distintos países.

DIN 4102-12		
CLASIFICACIÓN	TIEMPO DE ENSAYO (min)	TEMPERATURA ALCANZADA (°C)
E30	30	822
E60	60	925
E90	90	986

CSN 730895		
CLASIFICACIÓN	TIEMPO DE ENSAYO (min)	TEMPERATURA ALCANZADA (°C)
P15-R	15	738
P30-R	30	822
P45-R	45	902
P60-R	60	925
P90-R	90	986
P120-R	120	1049

STN 920205		
CLASIFICACIÓN	TIEMPO DE ENSAYO (min)	TEMPERATURA ALCANZADA (°C)
PS15	15	738
PS30	30	822
PS45	45	902
PS60	60	925
PS90	90	986
PS120	120	1049



Para más información sobre los SISTEMAS RESISTENTES AL FUEGO de BASOR ELECTRIC, consulte la publicación específica.

2.4 LAS BANDEJAS DE PLÁSTICO FRENTE AL FUEGO

Las diferentes series de Sistemas de Conducción de Cables de materiales plásticos de BASOR ELÉCTRIC, cumplen con los requisitos normativos de las distintas familias de bandejas de canales o tubos, con las siguientes especificaciones:

basorplast



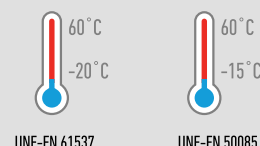
- NO propagador de la llama según UNE-EN IEC 61537; UNE-EN 50085 ó UNE-EN IEC 61386.
- Clasificación de reacción al fuego M1, material autoextinguible (inflamación <2seg.), según UNE 201010, (clasificación V0 según UL94).



- No contribuyen a la aparición del fuego al evitar la aparición de focos de ignición debidos a cortocircuitos, arcos eléctricos entre los cables sometidos a tensión y la bandeja debidos a defectos en las conexiones, o por un posible sobrecalentamiento producido sobrecargas o fugas por fallo de aislamiento de los conductores.
- Cumple con el ensayo de Hilo Incandescente a 650°C sin inflamación según UNE EN 60695-11-2.



- Los materiales utilizados en las series BASORPLAST, soportan temperaturas mínimas de instalación de hasta -20°C, y las características resistentes están ensayadas en condiciones ambientales de hasta 60°C.



No obstante, los materiales combustibles siguen presentado una limitación: Cuando se requiere la conducción de cables que deban permanecer en servicio ante una situación de fuego, las bandejas plásticas no son capaces de mantener las funciones para las que ha sido diseñada la instalación durante el tiempo requerido para mantener activos los equipos de emergencia para la evacuación de las personas en la instalación afectada.

SECCIÓN 3
RESISTENCIA MECÁNICA

La principal función de los Sistemas de Conducción de Cables es ser un soporte eficaz y resistente que facilite la instalación. Las características mecánicas de todos los productos y accesorios son sometidos a pruebas según las requerimientos de la normas internacionales UNE-EN IEC 61537 y NEMA VE.

3.1 CARGA DE TRABAJO ADMISIBLE (CTA)

La carga de trabajo admisible (CTA) es la carga máxima que puede aplicarse en el uso normal sin que haya peligro. Por tanto, la carga de trabajo siempre debe ser inferior a la CTA.

A nivel internacional no existe ninguna clasificación del sistema de canalización según su carga de trabajo admisible (CTA), aunque países como EEUU, Canadá o México poseen clasificaciones para definir los sistemas de canalización por categorías según la CTA.

		DISTANCIA ENTRE SOPORTES m. (ft)						
		1,5 (5)	1,8 (6)	2,4 (8)	3 (10)	3,7 (12)	4,9 (16)	6,1 (20)
CTA kg/m (lb/ft)	18 (12)	5AA	6AA					
	37 (25)	5BB / 5AA	6BB	8AA	10AA / A	12AA		20AA
	67 (45)							D
	74 (50)	5A	6A	8A	10A	12A	16A	20A
	97 (65)				C			
	112 (75)		6B	8B		12B	16B	20B
	149 (100)		6C	8C		12C	16C	20C
	179 (120)				D			
	299 (200)				E			

DESIGNACIONES NMX

DESIGNACIONES NEMA

DESIGNACIONES NEMA Y MX

DESIGNACIONES CSA

En las canalizaciones, la CTA es la máxima carga distribuida que soportará la canalización para una flecha y distancia entre vanos determinadas, respetando los márgenes de seguridad establecidos para no llegar a colapso. BASOR determina la CTA de sus productos mediante ensayos en su laboratorio, según las Normas UNE-EN IEC 61537 y NEMA VE1.

En los soportes y elementos de sujeción, la CTA dependerá del tipo de instalación, y por tanto para cada producto se definirán diferentes tipos de soluciones, con sus cargas de trabajo admisibles. Para todas aquellas situaciones que no estén definidas como estándares, el departamento técnico de BASOR estudiará cada uno de los casos.

Para determinar el sistema de conducción de cables adecuado, se debe contemplar siempre el coste LINEAL total de la instalación (canalización, soportes, sistemas de fijación, etc.), puesto que el coste LINEAL de los soportes y elementos de fijación, depende fundamentalmente de la distancia entre vanos.

3.2 ENSAYOS DE CARGA DE TRABAJO ADMISIBLE (CTA)

a) PRUEBAS DE CARGA SEGÚN IEC 61537

Para la obtención de la carga de trabajo admisible (CTA) de las bandejas instaladas en horizontal, se utilizan los métodos de ensayo descritos en la norma IEC 61537.

La CTA declarada en la bandeja se obtiene con un margen mínimo de seguridad de 1.7 hasta colapso.

La flecha máxima en la mitad de cada vano para la CTA no debe ser superior a $1/100$ del vano.

La flecha transversal de cada vano con no debe ser superior a $1/20$ de la anchura de la muestra.

Se distinguen tres tipos principales de ensayo según esta norma, realizados generalmente con varios vanos.

Los principales son :

Ensayo de TIPO I Cuando no se da ninguna indicación sobre las limitaciones de los vanos de los extremos, ni sobre la posición de las uniones en todas las instalaciones. En este caso las uniones se pueden colocar en cualquier lugar de la instalación.

Ensayo de TIPO II Cuando el fabricante indica que en ninguna instalación deben existir uniones en los vanos de los extremos, pero no limita su posición en el resto de la instalación.

Ensayo de TIPO III Cuando la longitud normalizada de la bandeja es igual a la longitud del vano o a un múltiplo de ésta, y el fabricante indica cuál debe ser la posición de la unión respecto al soporte en todas las instalaciones.



BASOR adopta el ensayo TIPO II, que considera adecuado al sistema de instalación por los siguientes motivos:

- El ensayo Tipo II permite al instalador que haya uniones en cualquier punto entre soportes, excepto en los vanos primero y último.
- Es la práctica habitual de montaje el no disponer uniones en el primer vano. Fácilmente se pueden evitar también en el último vano añadiendo un soporte adicional o reduciendo la longitud del penúltimo tramo de bandeja.

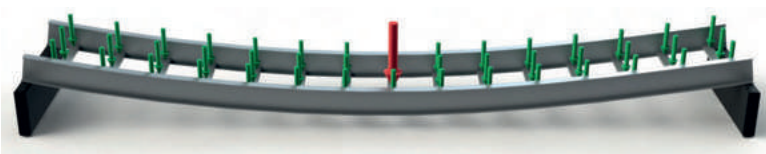


Determinación CTA en múltiples vanos (IEC 61537)



b) PRUEBAS DE CARGA SEGÚN NEMA VE1 / ANCE NMX-J-517 (normativa aplicable en USA y Canadá)

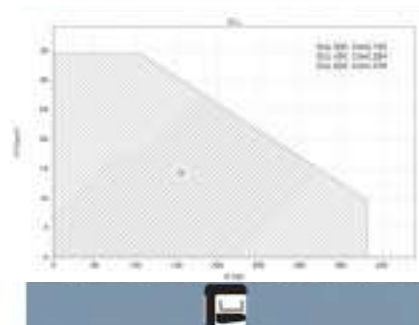
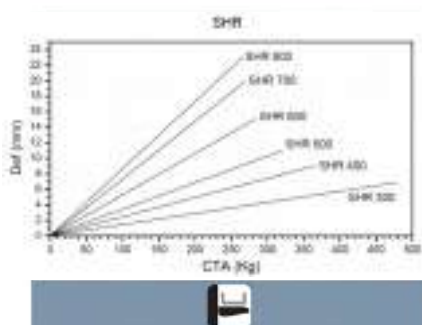
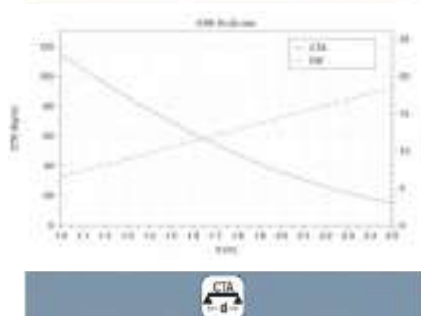
La configuración de este ensayo es de un solo tramo de bandeja, apoyado en sus dos extremos. El test consiste en incrementos de carga distribuida hasta el colapso, estableciendo la CTA admisible con un margen de seguridad de 1,5. Adicionalmente se contempla el ensayo de la carga admisible por travesaño en las bandejas de escalera, mediante aplicación de carga puntual aplicada en el centro del mismo travesaño.



Determinación CTA en viga simple (NEMA VE1)



Realizados los ensayos con diferentes modelos, y a diferentes distancias entre soportes, BASOR genera la documentación necesaria.



3.3 DIMENSIONADO DE LAS BANDEJAS DE CABLES

DETERMINACIÓN DE LA CARGA DE TRABAJO (CT)

Los sistemas de canalizaciones deben tener una resistencia mecánica adecuada.

Para seleccionar el sistema de canalización adecuado, se debe conocer la carga de trabajo (CT), que dependerá de la carga de los conductores que sustenta y de las cargas adicionales de diseño que se consideren.

$$CT = Q_{\text{cable}} + Q_{\text{concentrada}} + Q_{\text{nieve}} + Q_{\text{viento}} + \dots$$

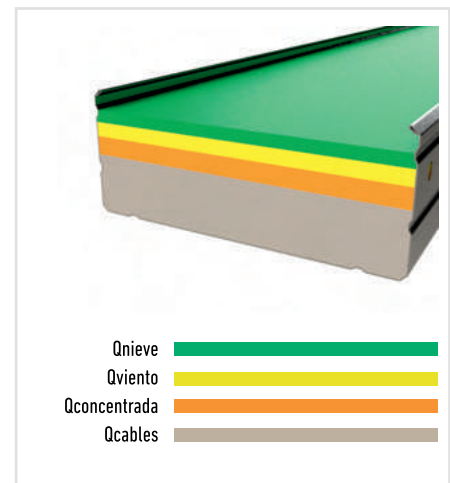
Ejemplo:

Carga de conductores: 32 kg/m

Cargas adicionales: 16 kg/m

Carga de trabajo (CT): 48kg/m

En una instalación se pueden considerar diferentes tipos de cargas. Será el proyectista el que, en función de las condiciones (ubicación, ambiente, etc.) determinará cuáles son de aplicación en cada caso concreto.



PARA EL CÁLCULO DE CARGAS Y EL DIMENSIONADO DE LA CANALIZACIÓN,
CONSULTAR EL APÉNDICE.

LONGITUD DEL VANO

La carga de trabajo admisible (CTA) de una canalización es una característica que depende de la longitud del vano. A medida que la longitud del vano aumenta, la carga de trabajo admisible disminuye.

La elección de la longitud del vano adecuada es una decisión que dependerá de las condiciones de la instalación y del coste del sistema de conducción de cables (bandeja+ soporte).

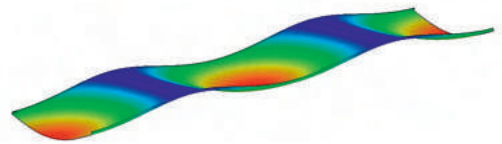


EN MUCHAS OCASIONES SE CONSIDERA QUE LOS SISTEMAS DE CONDUCCIÓN DE CABLES DE MENOR CTA SON MÁS ECONÓMICOS Y ESTO EN MUCHOS CASOS NO ES CIERTO, DEBIDO A QUE REQUIEREN INSTALAR MÁS SOPORTES, Y POR TANTO EL TIEMPO DE INSTALACIÓN AUMENTA CONSIDERABLEMENTE.

FLECHA

La flecha es la deformación que se genera en la canalización por la carga de trabajo que soporta.

Según la UNE-EN IEC 61537, para la CTA, la flecha longitudinal en la mitad del vano no debe ser superior $d/100$ de la longitud del vano y la flecha transversal no debe ser superior a $B/20$ del ancho de la canalización. La norma NEMA VE1 no contempla actualmente la flecha.



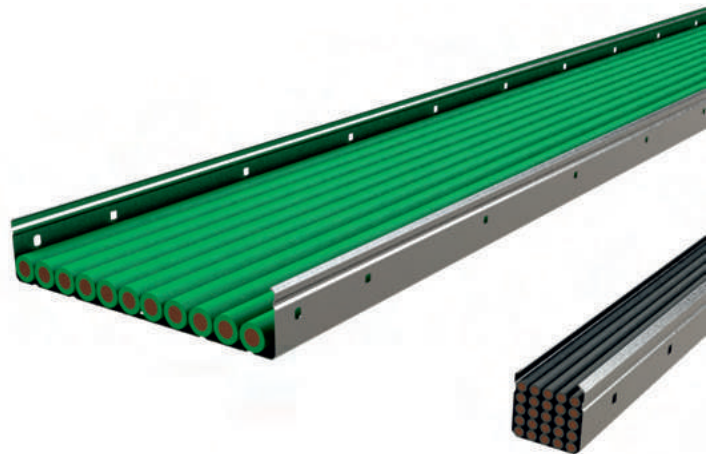
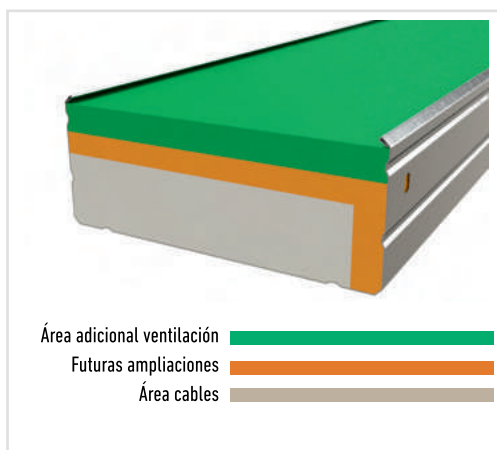
ÁREA MÍNIMA DE LA BANDEJA (A_{min})

Otro factor que nos dimensionará la instalación, además de los vistos hasta el momento, es el área mínima que necesita la instalación.

ÁREA DE LLENADO DE CABLES

Para determinar el área total de llenado de los cables, se debe contemplar la sección útil de cada uno de los cables que están conducidos en la bandeja y simplemente sumarlos.

Para considerar los huecos que necesariamente quedan entre los cables se considerará la sección útil de un cable como el cuadrado de su diámetro.



COEFICIENTE DE RESERVA PARA FUTURAS AMPLIACIONES (R.F.A)

Una de las muchas características de las bandejas es su capacidad y facilidad de ampliación. Por ello, es importante considerar un porcentaje de capacidad para futuras ampliaciones. De esta manera, el Área mínima necesaria para una instalación común se calculará mediante el sumatorio de las secciones útiles de los cables y la posterior aplicación del R.F.A.

**BASOR
RECOMIENDA
DEJAR UN 40%
PARA FUTURAS
AMPLIACIONES**

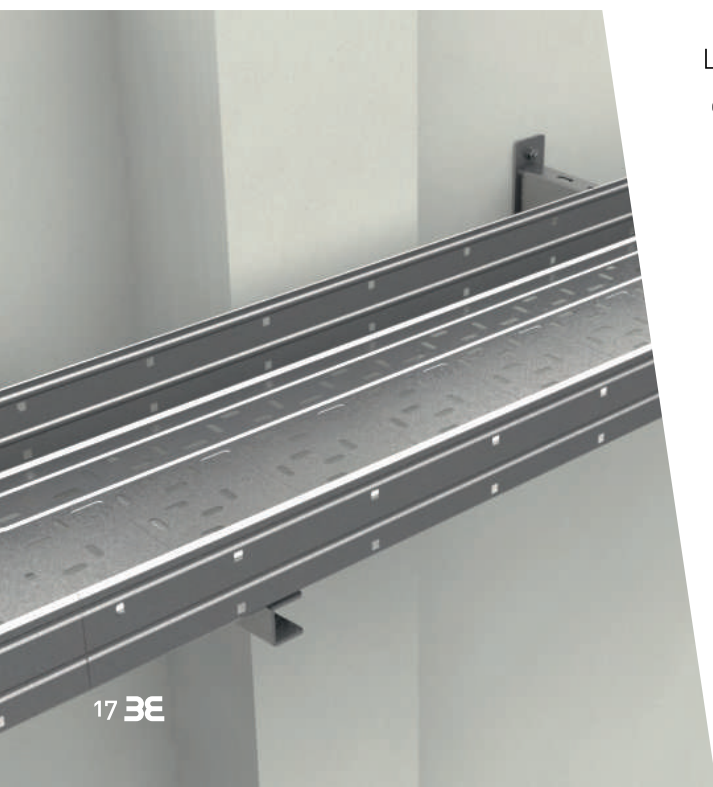
ÁREA ADICIONAL PARA VENTILACIÓN

Según la instalación, el proyectista puede decidir añadir al área calculada un coeficiente más de seguridad para asegurar la buena ventilación del cableado.

LIMITACIONES DE ESPACIO

Uno de los factores que pueden limitar la capacidad de selección son las limitaciones de espacio, tanto del ancho libre disponible para instalar la canalización, como la altura libre de que disponemos. BASOR recomienda dejar siempre libre entre 150 y 300 mm entre bandejas para poder acceder correctamente a la canalización.

La distancia dependerá de la facilidad de acceso a la canalización y la necesidad de manipulado. En ningún caso se debe colocar la instalación eléctrica debajo de una instalación de líquido, vapor o gas.



SECCIÓN 4 CONTINUIDAD ELÉCTRICA

Los sistemas de conducción de cables se diferencian en dos grupos dependiendo de su capacidad de conducir la corriente eléctrica, en Sistemas con Continuidad Eléctrica o Sistemas sin Continuidad Eléctrica.

En los sistemas de bandejas de cables con continuidad eléctrica, tendremos que asegurar que la conexión equipotencial se mantiene en todo el recorrido.



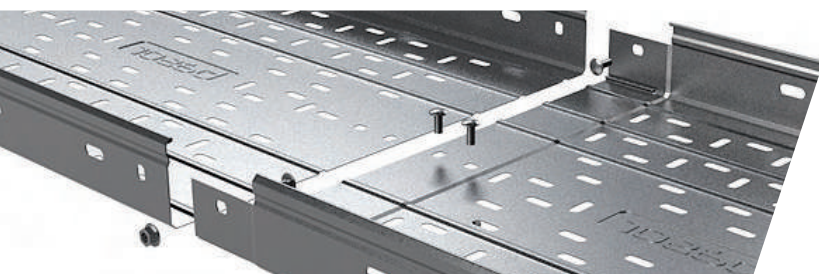
En los sistemas de bandejas o sistemas de bandejas sin continuidad eléctrica, tendremos que asegurarnos de que la resistencia superficial del material sea lo suficientemente alta como para evitar el peligro en caso de fuga.



4.1 SISTEMAS DE BANDEJAS CON CONTINUIDAD ELÉCTRICA

La norma UNE-EN IEC 61537 "Conducción de cables. Sistemas de bandejas y bandejas de escalera" especifica los requisitos que se deben cumplir para declarar un sistema de bandejas como sistema "con continuidad eléctrica".

Estos requisitos son:



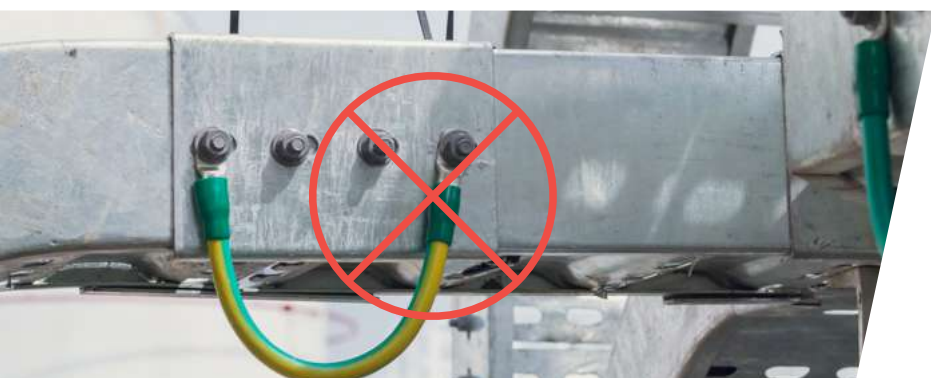
Impedancia en la unión entre piezas menor de 50 mΩ



Impedancia en el tramo recto menor de 5 mΩ/m

La norma NEMA VE1 también establece la comprobación de la continuidad eléctrica y las pruebas a superar, estableciendo el requisito de: Impedancia de la unión menor de 0,33 mΩ

Las bandejas portacables metálicas de BASOR ELECTRIC cumplen con su norma de producto y han alcanzado en los ensayos pertinentes valores inferiores a los definidos por la citada norma.



El cumplimiento de la norma asegura que el sistema posee continuidad eléctrica, y por tanto, no es necesario el uso de conexiones adicionales entre las piezas para asegurar una conexión equipotencial entre ellas cuando se instalan según el fabricante y con los accesorios adecuados.

4.2 SISTEMAS DE BANDEJAS AISLANTES

La norma UNE-EN IEC 61537 "Conducción de cables. Sistemas de bandejas y bandejas de escalera" especifica los requisitos que se deben cumplir para declarar un sistema de bandejas como sistema "aislante".

Estos requisitos son:

- Resistividad superficial $\geq 100 \text{ M}\Omega$. Comprobada mediante el ensayo de resistividad superficial, con la aplicación de una tensión de 500V CC durante 1 minuto y medida de la resistencia.

Las principales ventajas de las bandejas y canales aislantes son:

Protección contra contactos indirectos: los sistemas de bandejas aislantes son seguros ante contactos indirectos sin necesidad de realizar conexiones a la red de tierra.

Evitan corrientes de fuga: al evitar las corrientes de fuga se evitan posibles puntos calientes y arcos eléctricos.



Según la norma americana UL 568 "Nonmetallic Cable Tray Systems", las Conducciones de Cables aislantes deberán resistir el ensayo ASTM D 149 con la aplicación de una tensión de 5000V CC durante un minuto sin sufrir perforación, excepto las bandejas diseñadas expresamente para disipar la electricidad estática.

ANEXO

APLICACIÓN DEL REGLAMENTO ELECTRÓNICO DE BAJA TENSIÓN REBT

LAS BANDEJAS PORTACABLES EN EL REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO DE BAJA TENSIÓN REBT

La seguridad de una instalación eléctrica debe asegurarse siendo el marco adecuado para la supervisión de la misma en España el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT).

El Reglamento REBT, en su ITC-BT 18 “INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA” indica que la puesta a tierra se establece principalmente con objeto de limitar la tensión que, respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y **eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.**

Así mismo, en la ITC-BT-01 “TERMINOLOGÍA” se explica detalladamente el concepto de masa, del que se indica explícitamente que “son masas las partes metálicas accesibles de los materiales eléctricos, excepto los de Clase II...”.

Y en la misma ITC-BT-01 se desarrolla el concepto “MATERIAL DE CLASE II” detallando que se trata de un “material en el

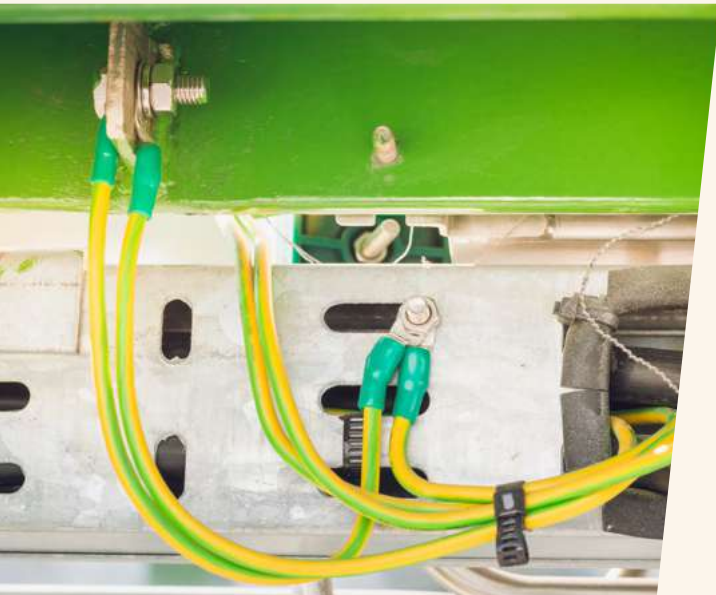
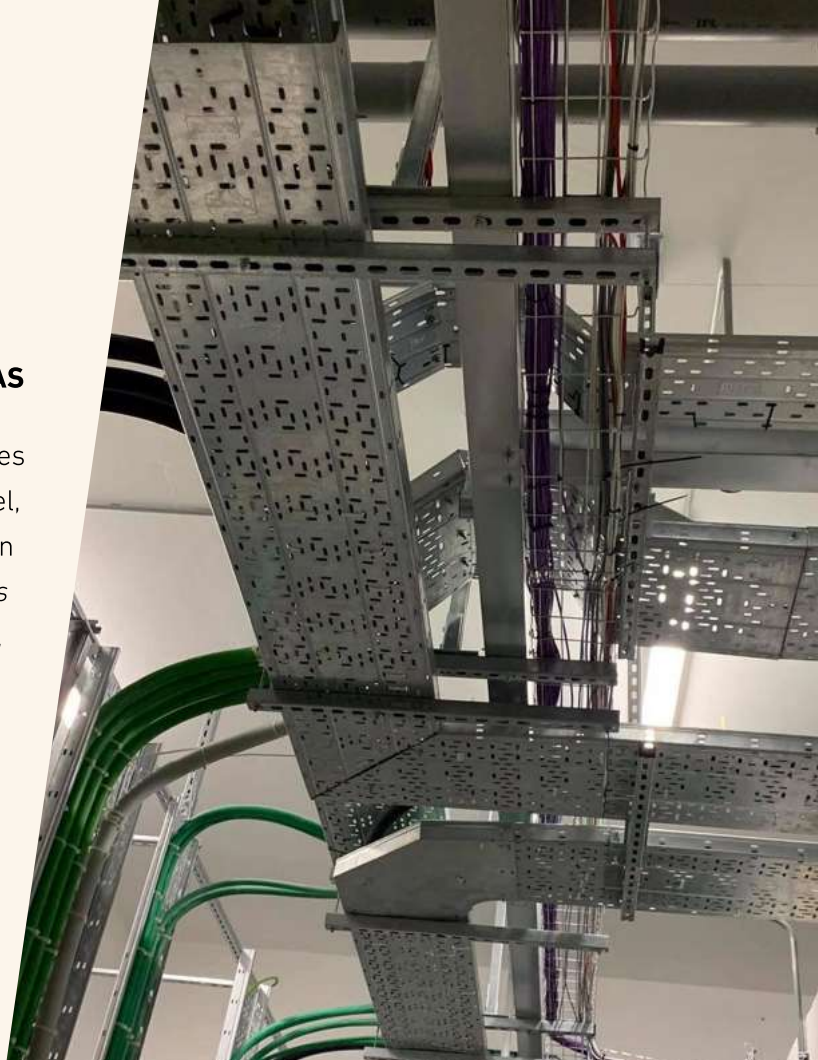
cual la protección contra el choque eléctrico no se basa únicamente en el aislamiento principal, sino que comporta medidas de seguridad complementarias, tales como el doble aislamiento o aislamiento reforzado... Este material debe estar alimentado por cables con doble aislamiento o con aislamiento reforzado”.



CANALIZACIONES CON BANDEJAS METÁLICAS

La instalación con bandejas portacables metálicas está contemplada en la ITC-BT-20 del, apartado 2.2.9, donde se dice: Sólo se utilizarán conductores aislados con cubierta (*incluidos cables armados o con aislamiento mineral*), unipolares o multipolares según norma UNE 20.460-5-52. (*sustituida por la UNE-HD 60364-5-52*).

Por tanto, puesto que **las bandejas se instalan exclusivamente con cables con cubierta que poseen doble aislamiento** y son considerados como Clase II, LAS BANDEJAS METÁLICAS NO SE CONSIDERAN MASA.



¿CÓMO DEBO CONECTAR A TIERRA LAS BANDEJAS EN MI INSTALACIÓN?

Aunque las bandejas que por su instalación se consideren material de clase II no son masas, como elemento metálico accesible, para asegurar la seguridad, habrá que comprobar si es suficiente una conexión o son necesarias varias conexiones mediante conector(es) de equipotencialidad, realizando el cálculo de las resistencias totales y calculando que no se alcancen tensiones de contacto superiores a las permitidas.

En la ITC-BT-24 “Instalaciones interiores o receptoras. Protección contra los contactos directos e indirectos.”, en la parte correspondiente a la **protección contra los contactos indirectos**, se indica que el objetivo de la protección por corte automático de la alimentación es impedir que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo. En corriente alterna la tensión de contacto máxima es 50V, pero en el caso de locales húmedos es de 24V.

CONCLUSIONES

Por todo lo anterior **no se requiere un conductor de protección a lo largo de su recorrido**. Pero como son elementos metálicos accesibles y para asegurar que la tensión de contacto es inferior a los valores marcados en el REBT, sí pueden necesitar estar conectadas a un conductor equipotencial y éste conectado al conductor de protección.

Para evitar el efecto del par galvánico en la conexión del cable a la bandeja, BASOR aconseja el uso de las bornas de tierra con arandelas bimetálicas.

Con ellas conseguimos que el contacto entre los dos metales esté en el interior de la arandela sin la presencia del electrolito, ambiente húmedo, que acelera la aparición de la oxidación y al mismo tiempo aumentamos la superficie de contacto disminuyendo también el efecto de la corrosión galvánica.



En conclusión, las bandejas metálicas con recubrimiento metálico de BASOR ELECTRIC tienen continuidad eléctrica que asegura una conexión equipotencial entre ellas y no requieren de un conductor de protección a lo largo de su recorrido.

Pero como son elementos metálicos accesibles y para cumplir con el REBT y no superar la tensión de contacto, BASOR aconseja unir la línea de bandejas a la red de tierras con un conector de equipotencialidad como mínimo en un punto de la instalación y cada 100m si la longitud de la línea es mayor.

SECCIÓN 5 COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA

La compatibilidad electromagnética se recoge en la Directiva CEM 2014/30/CE.

Es la capacidad de una instalación, un dispositivo o un sistema para funcionar en su entorno electromagnético de manera satisfactoria, y sin producir por sí misma perturbaciones electromagnéticas que puedan causar graves problemas en el funcionamiento de otros dispositivos o sistemas en su entorno.



TIENE ESPECIAL IMPORTANCIA CUANDO EXISTEN **CABLEADOS DE COMUNICACIONES**, QUE PUEDEN ESTAR AFECTADOS POR PERTURBACIONES DE SU ENTORNO O PRODUCIDAS POR OTROS **CABLEADOS DE POTENCIA** CERCANOS.

RELACIÓN CON LA RED DE TIERRA Y LAS MASAS

- La red de tierra está conectada a toma de tierra eléctrica, donde su función es garantizar la protección de las personas.
- La unión equipotencial de las masas tiene un papel en la lucha contra las perturbaciones electromagnéticas y un papel funcional en la transmisión de información.

Para lograr un sistema ideal de puesta a tierra y masas, se recomienda la separación de estas dos redes. En la práctica, como estas dos redes están estrechamente conectadas, se necesita lograr una unión equipotencial casi total, asegurando en todo el contorno las conexiones. Esto compensa el problema de alta impedancia de los conductores de tierra, debida a la gran longitud y la topología en estrella.

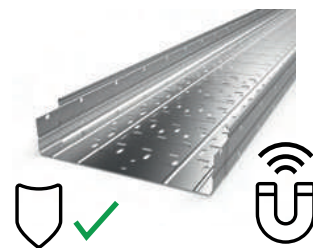
5.1 COMPORTAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE CONDUCCIÓN DE CABLES

Según la norma UNE-EN IEC 61537, los sistemas de conducción de cables (SCC) son elementos pasivos, en su uso normal, con respecto a las influencias electromagnéticas, a la emisión y la inmunidad.

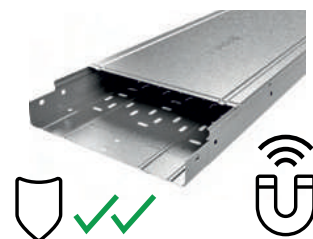
Los SCC no metálicos, como los de PVC, son transparentes a los efectos electromagnéticos, por lo que no los pueden atenuar, pero tampoco amplifican posibles perturbaciones electromagnéticas internas.



Si un SCC metálico presenta una buena continuidad eléctrica y está conectado a una conexión equipotencial de masa, disminuye el acoplamiento de la perturbación sobre los cables, al eliminar la corriente inducida, mejorando la Compatibilidad Electromagnética (CEM).



Si además el SCC continuo eléctricamente, está formado por una bandeja y su tapa, la protección contra las perturbaciones mejora de forma sustancial.



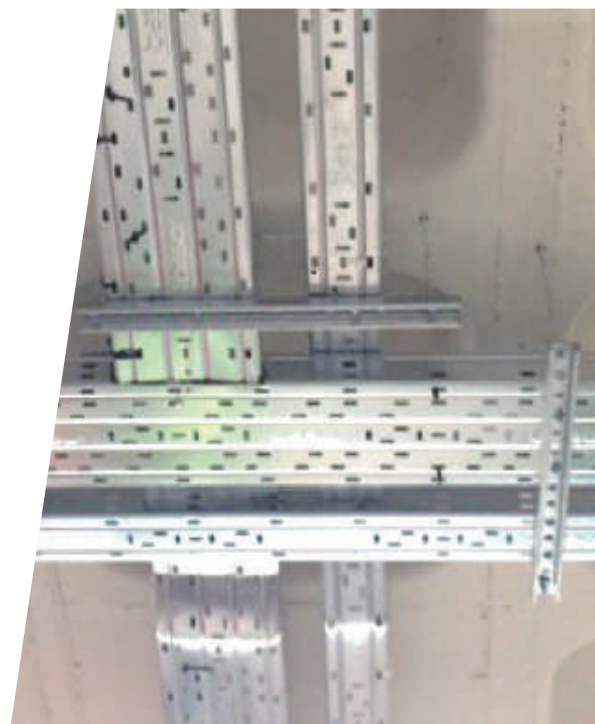
Los SCC, no continuos eléctricamente no protegen ante los campos electromagnéticos. En este caso la única solución para mejorar la compatibilidad electromagnética es aumentar la distancia entre los SCC.

5.2 RECOMENDACIONES PARA UNA CORRECTA COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA

En prácticamente todos los edificios existen cableados de comunicaciones. Para garantizar la fiabilidad de su utilización es primordial la calidad del cableado y de los sistemas de canalización que los soportan. La normativa europea sobre instalaciones eléctricas HD 60354-4-444 regula la protección contra las perturbaciones electromagnéticas.

La actual normativa sobre cableado de telecomunicaciones EN 50174-2 indica que el sistema de conducción de cables puede contribuir a reducir las interferencias electromagnéticas:

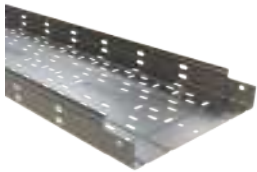
- A través de un apantallado en los circuitos contenidos en el sistema de gestión de cable.
- Mejorando la convivencia entre circuitos contenidos en el sistema de conducción de cables, mediante una separación efectiva de los **cableados de datos** y los de **potencia**.
- Reduciendo las perturbaciones entre los distintos circuitos contenidos en el sistema de conducción de cables, producidas por las corrientes en los cables que circulan por ellos.



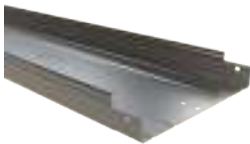
EFFECTOS DE APANTALLAMIENTO ELECTROMAGNÉTICO DE LAS BANDEJAS



LIMITADA



BUENA



MEJOR



EXCELENTE

- Distintos tipos de canalización tienen diferente comportamiento, según el grado de apantallamiento que proporcionan.
- Las esquinas interiores proporcionan el mayor aislamiento.
- Para un área de sección transversal interna determinada, las paredes laterales altas proporcionan una mayor capacidad útil.

El sombreado indica el rendimiento del apantallado

El sombreado indica el rendimiento del apantallado

No recomendado

No recomendado

Recomendado

Recomendado

Disposición de los cables en las bandejas portacables metálicas (Norma HD 60364-4-444)

CONSIDERACIONES DE INSTALACIÓN

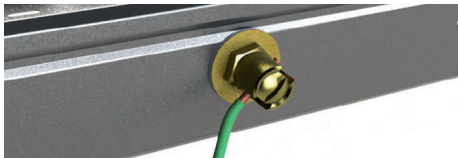
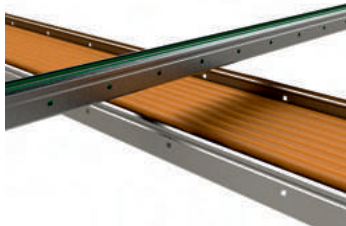
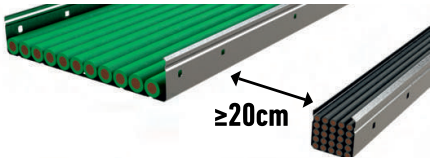
SEPARAR LOS CIRCUITOS DE POTENCIA Y DE DATOS A UNA DISTANCIA SUPERIOR A 20 CM

↓

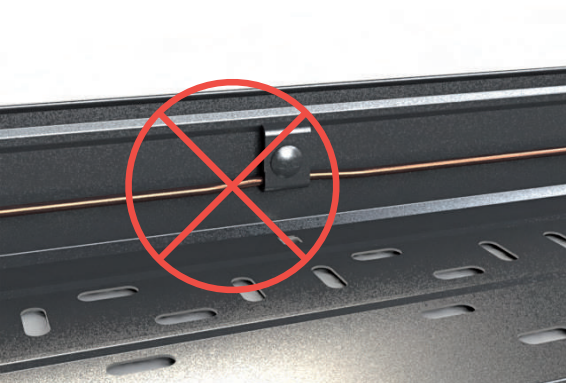
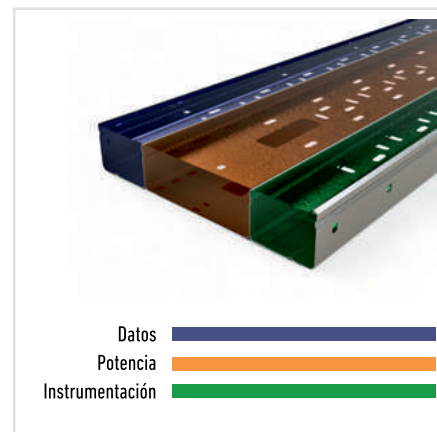
LOS CRUCES ENTRE CIRCUITOS DEBEN SER A 90°

↓

CONECTAR EL SCC A LA RED EQUIPOTENCIAL DE MASA CADA 100 METROS



En situaciones en que esté limitado el espacio, se pueden instalar circuitos distintos en un mismo SCC divididos por un separador metálico. Con una correcta instalación que garantice la continuidad eléctrica, NO es necesario incluir un cable de cobre a lo largo de toda la bandeja.



MONTAJE DE LA CANALIZACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE ACCESORIOS

Es importante, para garantizar el correcto aislamiento, que se mantenga en todo el recorrido la conexión equipotencial en todo el contorno de las canalizaciones, de forma que facilite la eliminación de corrientes de alta frecuencia.

Ejemplos de mantenimiento de la continuidad de los componentes metálicos del sistema para proporcionar la protección a la compatibilidad electromagnética.



(Figura 44.RZ4 Norma HD 60364-4-444)

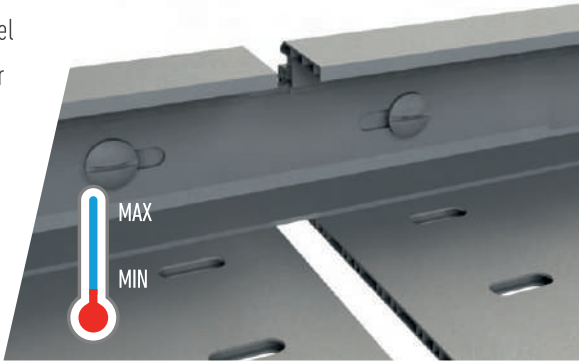
SECCIÓN 6

TEMPERATURA DE SERVICIO:
CONTRACCIONES Y DILATACIONES TÉRMICAS

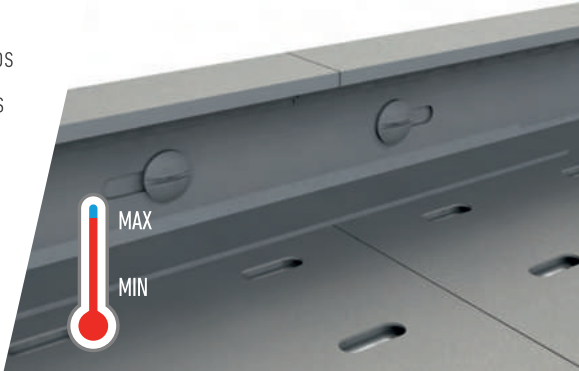
Las temperaturas de servicio son el rango de temperaturas del sistema de conducción de cables en su almacenamiento, instalación y uso, sin que el sistema sufra una disminución de sus características técnicas.

En todos los sistemas de conducción de cables, deberemos indicar la temperatura máxima y mínima de servicio. Si el rango de temperaturas es amplio, deberemos contemplar el efecto de contracción y dilatación de los materiales.

Este efecto estira o contrae el material en función del coeficiente de dilatación del material. Para poder medir el efecto de dilatación y compresión, se debe comparar el material a dos temperaturas distintas, y por ello es importante que en el diseño de los sistemas de canalizaciones de cables se contemple el rango de temperaturas de servicio en las que va a ser empleado. A simple vista, el efecto de contracción/dilatación no es perceptible, aunque en longitudes grandes de bandejas el efecto se acentúa.



Nuestros sistemas de unión utilizan agujeros longitudinales para absorber los movimientos debidos a la dilatación térmica. BASOR aconseja separar los tramos rectos dejando espacio para que las uniones actúen como juntas de dilatación y permitir estos movimientos. La longitud del tramo de bandejas, la diferencia de temperatura de servicio y el material determinaran la longitud máxima de tramo recto para instalar la unión como junta de dilatación.



En instalaciones de bandejas de PVC con cambios elevados de temperatura, BASOR recomienda que se separen los tramos de bandeja entre 5 y 10mm entre sí, dependiendo del aumento de temperatura esperado, debido al alto coeficiente de dilatación lineal del material.

DISTANCIA (METROS) ENTRE JUNTAS DE DILATACIÓN*				
DIFERENCIA DE TEMPERATURA (°C)	ACERO (m)	ACERO INOXIDABLE (m)	ALUMINIO (m)	PVC (m)
20	38	31	22	7,1
30	25	21	14	4,8
40	19	15	11	3,6

*Para una dilatación máxima de 10mm.

SECCIÓN 7

VENTILACIÓN Y GRADO DE ESTANQUEIDAD

La elección de las bandejas con mayor ventilación mejorará sustancialmente la temperatura de trabajo de los conductores para la misma intensidad. En cambio, las canalizaciones ciegas (no perforadas) ofrecen un mayor nivel de protección frente a los agentes externos.



Dependiendo del tipo de instalación, se intentará conseguir menores temperaturas de trabajo en los conductores para mejorar el rendimiento de la instalación, o simplemente se buscará una mayor protección a la penetración de cualquier agente externo dentro de la canalización.

El Código IP se utiliza para indicar el grado de estanqueidad de la pieza al agua o al polvo, así como la protección contra la entrada de objetos, y por tanto contra el posible contacto de las personas con las partes interiores.

Descripción del Código IPXX según la norma UNE-EN 60529

La primera cifra característica indica la protección CONTRA EL INGRESO DE OBJETOS extraños sólidos:

- 0) No protegidos
- 1) ≥ 50 mm de diámetro
- 2) $\geq 12,5$ mm de diámetro
- 3) $\geq 2,5$ mm de diámetro
- 4) ≥ 1 mm de diámetro
- 5) Protegido contra el polvo
- 6) Totalmente protegido contra el polvo

La segunda cifra característica indica la Protección CONTRA LA PENETRACIÓN DE AGUA con efectos perjudiciales:

- 0) No protegidos
- 1) Protegido contra las caídas verticales de gotas de agua
- 2) Protegido contra las caídas de agua con inclinación máx. de 15°
- 3) Protegido contra el agua en forma de lluvia
- 4) Protegido contra las proyecciones de agua
- 5) Protegido contra los chorros de agua
- 6) Protegido contra los chorros fuertes de agua
- 7) Inmersión temporal
- 8) Inmersión continua

SECCIÓN 8 MATERIALES: CORROSIÓN, DEGRADACIÓN Y VIDA ÚTIL

Como hemos introducido en la Sección 1 “Selección de los sistemas de Conducción de Cables”, dependiendo de las propiedades mecánicas, eléctricas, de resistencia a la corrosión, etc., se debe utilizar un material u otro junto con un acabado apto para las condiciones ambientales a las que está sometida la instalación.

La corrosión se define como el deterioro de un material por su entorno, a consecuencia de una reacción electroquímica (oxidación). Es un proceso natural y espontáneo.

La velocidad a la que tiene lugar dependerá de diversos factores: la temperatura, la humedad, la presencia de sustancias corrosivas, la salinidad del fluido en contacto con el metal y las propiedades de los metales en cuestión.

Otros materiales no metálicos, como los termoplásticos, también sufren degradación, aunque por procesos diferentes.



8.1 CORROSIÓN Y VIDA ÚTIL



En general se entiende por VIDA ÚTIL la duración estimada que un objeto puede tener, cumpliendo correctamente con la función para la cual ha sido fabricado.

En el caso de las bandejas portacables, será por tanto el tiempo durante el cual la bandeja podrá soportar adecuadamente los cables. La corrosión es un factor determinante en la vida útil de las bandejas, porque puede llegar a comprometer su resistencia mecánica.

Una elección del sistema de resistencia a la corrosión que no tenga en cuenta la vida útil del producto puede tener repercusiones muy importantes como, por ejemplo, unos elevados costes de mantenimiento permanentes.

La VIDA ÚTIL de servicio de las piezas metálicas, se verá afectada por los fenómenos de corrosión, en función de las condiciones del ambiente u otros fenómenos.

Los principales tipos de corrosión que podemos diferenciar son:



SISTEMAS DE PROTECCIÓN DEL ACERO FRENTE A LA CORROSIÓN

Básicamente hay dos maneras de evitar la corrosión del acero:

PROTEGER EL ACERO BASE

GALVANIZADO EN CALIENTE
(ANTES O DESPUÉS DE LA FABRICACIÓN DE LA PIEZA)

RECUBRIMIENTOS ELECTROLÍTOS

PINTURAS

CAMBIAR LA PROPIA ESTRUCTURA QUÍMICA DEL ACERO

ACEROS INOXIDABLES

8.2 CORROSIÓN ATMOSFÉRICA

La corrosión atmosférica es la ocasionada cuando el metal está expuesto a líquidos, sólidos o gases transportados en la atmósfera. La humedad, la sal, los gases corrosivos y la suciedad son los principales factores. Este tipo de corrosión se produce al aire libre, en lugares con poca ventilación y en ambientes marinos.

El electrolito está constituido normalmente por una película de humedad extremadamente delgada y no visible a simple vista, o bien por una película acuosa, cuando el metal es mojado debido a la lluvia o al rocío. Se ha demostrado que la humedad relativa ejerce un papel decisivo en la corrosión atmosférica.



En algunas clasificaciones se estudia la corrosión salina de forma independiente, puesto que la superficie metálica está expuesta a diferentes concentraciones salinas, formando en ocasiones una pila galvánica en donde la superficie expuesta a la menor concentración salina se comporta como el ánodo.

Para elementos metálicos con protección mediante recubrimientos de zinc (Galvanizados, electrocincados, etc.), la Norma UNE-EN ISO 14713-1 permite estimar la VIDA ÚTIL del recubrimiento según el micraje del mismo y la corrosividad del ambiente, para la cual se definen unas velocidades de corrosión en micras/año para distintas categorías de ambientes:

DURABILIDAD DE REVESTIMIENTOS DE ZINC				EZ	GS	EZ1000	GC (45µm)	GC (70µm)	GC (85µm)	GSP	GCP
CATEGORÍA DE CORROSIVIDAD (SEGÚN ISO 14713-3)	C1 MUY BAJO	INTERIOR SECO, AMBIENTE NORMAL EXTERIOR ZONA SECA O FRÍA SIN CONTAMINACIÓN	TIPO DE AMBIENTE	OFICINAS, ESCUELAS, MUSEOS, DESIERTOS O ZONAS ÁRTICAS	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦
	C2 BAJO	INTERIOR SIN VARIACIÓN DE TEMPERATURA O HR EXTERIOR TEMPLADO CON BAJA CONTAMINACIÓN		ALMACENES, POLIDEPORTIVOS ZONAS RURALES SECAS, CIUDADES PEQUEÑAS	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦
	C3 MEDIO	CONDENSACIÓN Y CONTAMINACIÓN MODERADAS EXTERIOR TEMPLADO, CONTAMINACIÓN MEDIA		PLANTAS DE PROCESADO, LÁCTEAS, LAVANDERÍAS ZONA URBANA O COSTERA CON Poca SALINIDAD	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦
	C4 ALTO	CONDENSACIÓN Y CONTAMINACIÓN ALTA EXTERIOR TEMPLADO, CONTAMINACIÓN ALTA		PROCESO INDUSTRIAL CON HUMEDAD, PISCINAS ZONA CONTAMINADA INDUSTRIAL, COSTERA	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦
	C5 MUY ALTO	FRECUENTE CONDENSACIÓN Y CONTAMINACIÓN PRESENCIA ALTA DE CLORUROS O CONTAMINACIÓN		SUBTERRÁNEOS, MINAS, NAVES SIN VENTILACIÓN INDUSTRIAL ZONA COSTERA, BAJO TECHO EN LITORAL	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦
	CX EXTREMO	CONDENSACIÓN PERMANENTE Y CONTAMINADO ZONA TROPICAL HÚMEDA O MUY CONTAMINADA		NAVES SIN VENTILAR EN ZONA TROPICAL SALINA ZONA INDUSTRIAL SEVERA, AMBIENTE MARINO	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦

DURABILIDAD EN AÑOS SEGÚN PÉRDIDA ACUMULADA DE ESPESOR (ANEXO A UNE-EN ISO 9244)
** CONSIDERADO INCREMENTO DE DURABILIDAD POR LA PROTECCIÓN DEL RECUBRIMIENTO ORGÁNICO S/ISO 12944-5

♦ MUY BAJA ♦ BAJA ♦ MEDIA ♦ ALTA ♦ MUY ALTA

MUY BAJO: 0 a < 2 años ALTO: 10 a < 20 años
BAJO: 2 a < 5 años MUY ALTO: > 20 años
MEDIO: 5 a < 10 años

Los principales revestimientos del zinc son:

- GS

Acero Galvanizado antes de fabricación en continuo y por el procedimiento Sendzimir
- EZ

Acero Electrocincado
- GC

Acero Galvanizado en Caliente después de la fabricación
- EZ1000

Acero Electrocincado mejorado, con pasivado de alta capa y sellado, con resistencia en Niebla Salina>1000h
- GSP

Acero Sendzimir recubierto con resina poliéster, con resistencia en Niebla Salina >1000h
- GCP

Acero galvanizado en caliente después de la fabricación, recubierto con resina poliéster



Los aceros inoxidable presentan mayor resistencia a la corrosión, ya que al reaccionar con el oxígeno se forma una película de óxido de cromo pasivamente continua, muy resistente y estable en la superficie de los mismos. La correcta formación de esta capa pasiva dependerá de los tratamientos de acabado recibidos tras la fabricación.

Sin embargo, puede ser atacado en ambientes agresivos por algunos tipos de corrosión localizados que pueden dar lugar a la formación de picaduras o agrietamientos.

Con la adición de diferentes elementos en la aleación, se consigue mejorar la resistencia a la corrosión, además de otras características mecánicas, por lo que se definen en las normas Europeas distintas Clases de Resistencia a la Corrosión (CRC), según la composición química del acero inoxidable.

La siguiente Tabla muestra los principales tipos de Acero Inoxidable según su mayor resistencia a la corrosión, según UNE-EN 1993-1-4 "Eurocódigo 3. Estructuras de acero. Parte 1-4: Aceros inoxidables".

PRINCIPALES TIPOS DE ACERO INOXIDABLE UTILIZADOS			
CLASE DE RESISTENCIA A LA CORROSIÓN CRC	DESIGNACIÓN EN SIMBÓLICA	DESIGNACIÓN EN NUMÉRICA	OTRA DESIGNACIÓN (AISI)
I	X2CrNi12	1.4003	430
II	X2CrNi18-9	1.4307	304L
III	X2CrNiMo17-12-2	1.4404	316L
IV	X2CrNiMoN22-5-3	1.4462	2205
V	X1NiCrMoCuN25-20-7	1.4529	926

i304

i316

8.3 CORROSIÓN QUÍMICA

La corrosión química se produce cuando el metal está expuesto directamente a soluciones químicas. Dependiendo del nivel de concentración de la solución, tiempo de contacto, frecuencia de lavado y de la temperatura de servicio, el nivel de la corrosión será mayor o menor.

Los materiales plásticos, como el PVC, tienen buen comportamiento frente a gran cantidad de productos químicos, como indican las normas DIN 6081 y ISO TR 10358.



De igual modo, los aceros inoxidable proporcionan mayor resistencia a la corrosión química que los recubrimientos de Zinc. Especialmente indicado para ambientes salinos es el acero INOX i316.

EN EL APÉNDICE DE ESTA GUÍA TÉCNICA PUEDE CONSULTAR LAS TABLAS DE COMPATIBILIDAD QUÍMICA.

8.4 CORROSIÓN DE ALMACENAMIENTO

En algunos casos (aceros con recubrimiento de zinc) cuando se almacena el material en lugares con poca ventilación y húmedos, aparecen manchas blancas sobre las superficies. Generalmente, las manchas blancas son superficiales y no afectan a las propiedades del recubrimiento, aunque se recomienda su limpieza para que se pueda formar correctamente la capa protectora.



El material se debe almacenar en un lugar ventilado y seco, evitando siempre que se almacenarlo en el exterior, aunque sea con humedad baja.

8.5 CORROSIÓN GALVÁNICA

Es un fenómeno común, y se establece cuando dos metales distintos están en contacto entre sí. Al entrar en contacto dos metales distintos, se crea un pequeño par galvánico al actuar un metal como ánodo eléctrico y el otro como cátodo eléctrico, creando una corriente de electrones entre ellos.



Aquel que tenga el potencial de reducción más negativo se oxidará y aquel que tenga un potencial de reducción más positivo se reducirá.

Ánodo 
Cátodo 

Es importante tener en cuenta que para que se produzca la corrosión galvánica, tienen que darse simultáneamente tres condiciones:

- Unión de dos metales con Diferencia de Potencial Galvánico
- Contacto físico entre los metales
- Película de humedad conductora en la superficie (electrolito)

LA CORROSIÓN GALVÁNICA NO SE PUEDE PRODUCIR

...SIN UNIONES CONDUCTORAS
ELECTRICAMENTE

...EN METALES SIN DIFERENCIA
DE POTENCIAL



...SIN CONEXIÓN MEDIANTE UN ELECTROLITO



Ánodo
Cátodo

Los principales factores que determinan la aparición de la corrosión galvánica son:

El área de contacto entre las piezas Será proporcional al ataque sufrido por la corrosión.

Cuando la pieza atacada sea de mayor superficie que la pieza, el efecto galvánico será muy lento.



● ACERO INOXIDABLE
● ACERO GALVANIZADO

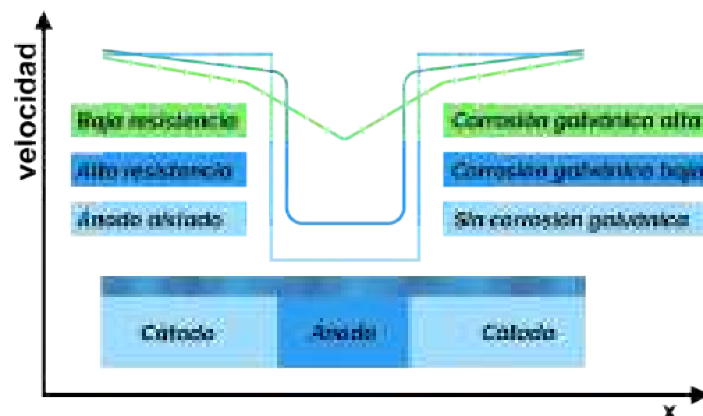
De la misma forma, un área pequeña de la pieza débil acelerará la corrosión frente a la pieza grande.



● ACERO INOXIDABLE
● ACERO GALVANIZADO

El ambiente en que se encuentra Una mayor temperatura y la presencia de humedad favorecerán la acción de oxidación.

La velocidad de corrosión dependerá de la presencia continuada o no de humedad que forma la capa de electrolito, y de la conductividad, que será variable según la presencia de salinidad y contaminantes.



Los materiales afectados Según el nivel de potencial galvánico entre ellos se establecerá una mayor intensidad de corrosión continuada, reduciendo la vida útil del recubrimiento anódico.

TABLA: DIFERENCIA DE POTENCIAL GALVÁNICO (mV) ENTRE DISTINTOS METALES

En la siguiente Tabla de potenciales galvánicos, se indica la compatibilidad de la unión entre distintos metales. Los valores por debajo de la línea roja indican que se existe riesgo considerable de que se produzca corrosión galvánica.

- ◆ COMBINACIONES DE METALES CON POTENCIAL GALVÁNICO ALTO
- ◆ COMBINACIONES DE METALES CON POTENCIAL GALVÁNICO MEDIO
- ◆ COMBINACIONES DE METALES CON POTENCIAL GALVÁNICO BAJO

	ACERO INOX.	NIQUEL (Ni)	COBRE (Cu)	LATÓN (Cu-Zn)	BRONCE (Cu-Sn)	ACERO FUNDICIÓN	ACERO AL CARBONO	ALUMINIO	HIERRO DULCE	CROMO	ZINC (Zn)
ACERO INOX.	0										
NIQUEL (Ni)	180	0									
COBRE (Cu)	320	140	0								
LATÓN (Cu-Zn)	400	220	80	0							
BRONCE (Cu-Sn)	520	340	200	120	0						
ACERO FUNDICIÓN	700	520	380	300	180	0					
ACERO AL CARBONO	750	570	480	350	230	50	0				
ALUMINIO	840	660	520	440	320	115	90	0			
HIERRO DULCE	855	675	535	455	335	155	105	15	0		
CROMO	950	770	630	550	430	250	200	110	95	0	
ZINC (Zn)	1150	970	830	750	630	450	400	310	295	200	0

SELECCIÓN DE LOS ACCESORIOS EN LOS SISTEMAS DE CONDUCCIÓN DE CABLES

En la instalación de bandejas o escaleras de cables, debido a la menor superficie relativa, los accesorios podrán sufrir corrosión galvánica, que será más rápida en ambientes húmedos o agresivos y según los materiales:

MATERIAL DE LA BANDEJA / ESCALERA				
ACCESORIOS -SOPORTES -TORNILLOS	RECUBRIMIENTO DE ZINC		ALUMINIO	INOXIDABLE
	EZ	GC	AL	i304 i316
	EZ GC		CORROSIÓN GALVÁNICA	CORROSIÓN GALVÁNICA
	i304 i316	CORRECTO	CORRECTO	

- EZ** Acero Electrocincado
- GC** Acero Galvanizado en Caliente después de la fabricación
- i304** Acero Inoxidable AISI 304
- i316** Acero Inoxidable AISI 316
- AL** Aluminio (Aleaciones 1050, 5754, 6063, etc.)

8.6 CLASIFICACIÓN FRENTE A LA CORROSIÓN EN LA NORMATIVA DE SISTEMAS DE CONDUCCIÓN DE CABLES

La Norma UNE-EN IEC 61537 “Conducción de cables. Sistemas de bandejas” clasifica, a modo orientativo, los materiales y recubrimientos más habituales según el grado de resistencia a corrosión en ‘clases’ de menos resistentes a más resistentes. Con este tipo de clasificación se puede definir la clase mínima necesaria para cada tipo de instalación.

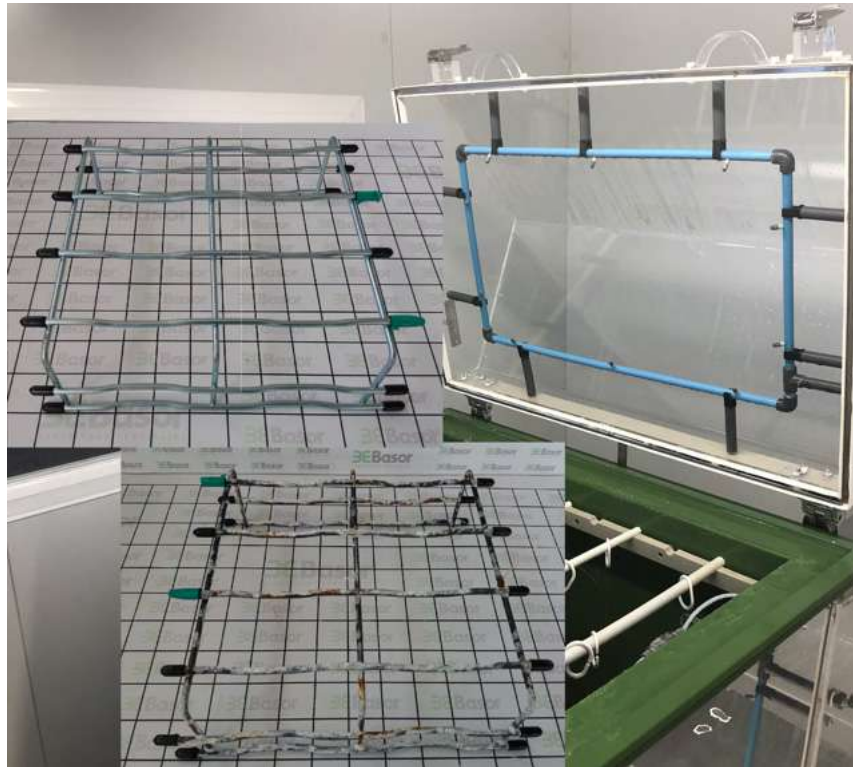
Además, la norma UNE-EN IEC 61537 permite establecer una equivalencia entre la clase de resistencia a la corrosión y la duración del ensayo de niebla salina neutra (Ensayo NSS) según la Norma ISO 9227, permitiendo a los fabricantes e ingenieros establecer nuevos acabados o materiales.

CLASE	REFERENCIA- MATERIAL Y RECUBRIMIENTO	DURACIÓN (h) ENSAYO NSS
0*	Ninguna	-
1	Depósito electrolito hasta un espesor mínimo de 5 µm	24
2	Depósito electrolito hasta un espesor mínimo de 12 µm	96
3	Pregalvanizado de grado 275 de acuerdo con la Norma En 10327 y la Norma EN 10326	155
4	Pregalvanizado de grado 350 de acuerdo con la Norma En 10327 y la Norma EN 10326	195
5	Galvanizado en caliente con un espesor de revestimiento de zinc de 45 µm (mínimo) según la Norma ISO 1461 solamente para el espesor de zinc	450
6	Galvanizado en caliente con un espesor de revestimiento de zinc de 55 µm (mínimo) según la Norma ISO 1461 solamente para el espesor de zinc	550
7	Galvanizado en caliente con un espesor de revestimiento de zinc de 70 µm (mínimo) según la Norma ISO 1461 solamente para el espesor de zinc	700
8	Galvanizado en caliente con un espesor de revestimiento de zinc de 85 µm (mínimo) según la Norma ISO 1461 solamente para el espesor de zinc (Normalmente acero alto en silicio)	850
9A	Acero inoxidable fabricado según la Norma ASTM: A 240/A 240M - 95a designación S30400 o la Norma EN 10088 grado 1-4301 sin tratamiento posterior**	-
9B	Acero inoxidable fabricado según la Norma ASTM: A 240/A 240M - 95a designación S31603 o la Norma EN 10088 grado 1-4404 sin tratamiento posterior**	-
9C	Acero inoxidable fabricado según la Norma ASTM: A 240/A 240M - 95a designación S30400 o la Norma EN 10088 grado 1-4301 con tratamiento posterior**	-
9D	Acero inoxidable fabricado según la Norma ASTM: A 240/A 240M - 95a designación S31603 o la Norma EN 10088 grado 1-4404 con tratamiento posterior**	-

*Para los materiales que no disponen de una clasificación declarada de resistencia a la corrosión.

**El proceso de tratamiento posterior se usa para mejorar la protección contra la corrosión en grietas y la contaminación producida por otros aceros.

Para los recubrimientos de zinc, se permite estimar la Vida Útil del material a partir de los valores de velocidad de corrosión, que provienen de la Norma UNE-EN ISO 14731 y de los distintos tipos de ambiente, para cada tipo de acabado, como se refleja en la Tabla “Durabilidad de recubrimientos de Zinc” del inicio de la sección.



Ensayo de corrosión acelerada en cámara de niebla salina



BASOR ELECTRIC S.A. HEADQUARTERS

Avenida Alcodar 45-47
46701 Gandia SPAIN
+34.96.287.6695