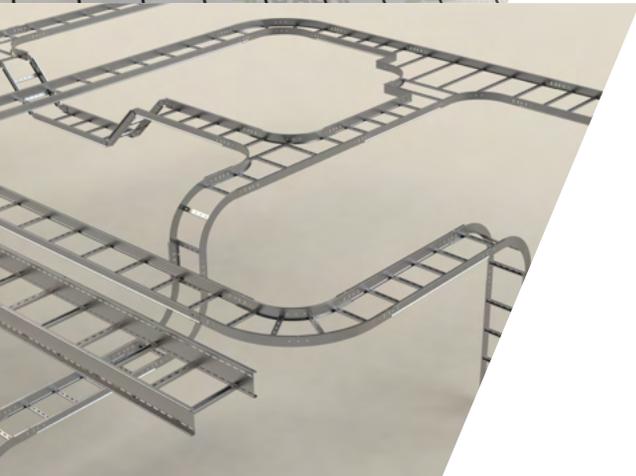


3E Basor
CABLE TRAY SPECIALIST

GUÍA TÉCNICO GT02





3E Basor
CABLE TRAY SPECIALIST

No Projeto de uma instalação elétrica com todas as suas linhas de condução de cabos devem ser considerados diferentes aspetos como a corrosão, a resistência mecânica do conjunto, a segurança face ao fogo, as perturbações eletromagnéticas ou o preço.

BASOR ELECTRIC elaborou o presente Guia Técnico com o objetivo de facilitar o processo de seleção e projeto, e oferecer a máxima informação possível sobre todos estes aspetos, mantendo assim a objetivo de trabalho que converteu a BASOR numa empresa líder no sector.

GUÍA TÉCNICO GT02

ÍNDICE

SECÇÃO 0	Principais Critérios de Seleção	pág. 3
SECÇÃO 1	Os Sistemas para Condução de Cabos	pág. 5
SECÇÃO 2	Segurança face ao Fogo	pág. 6
SECÇÃO 3	Resistência Mecânica	pág. 12
SECÇÃO 4	Continuidade Elétrica	pág. 18
	<i>ANEXO: Aplicação do Regulamento Eletrotécnico de baixa tensão REBT</i>	pág. 20
SECÇÃO 5	Compatibilidade Eletromagnética	pág. 23
SECÇÃO 6	Temperatura de serviço: Contrações e Dilatações Térmicas	pág. 27
SECÇÃO 7	Ventilação e Grau de Estanquicidade	pág. 28
SECÇÃO 8	Corrosão, Materiais e Revestimentos	pág. 29
Apêndices	Dimensionamento: Cálculo de cargas e Seleção de Calhas Resistência face aos Produtos Químicos	

SECÇÃO 0 PRINCIPAIS CRITÉRIOS DE SELEÇÃO PRINCIPAIS CRITERIOS DE SELEÇÃO DE SISTEMAS DE CONDUÇÃO DE CABOS

Para o projeto e seleção de condução de cabos, segundo as especificações do projeto ou as condições que devam ser consideradas na instalação, inicialmente confrontamo-nos com distintos aspetos que podem condicionar nossa seleção.

- 1 Tipos de Sistemas de Condução de Cabos: Calhas, Escadas, Canais, Tubos.
- 2 Resistência ao fogo e Propagação de Incêndios: Combustibilidade, Integridade no incêndio.
- 3 Resistência mecânica: Carga de Trabalho, Distância entre suportes, Proteção face aos impactos.
- 4 Continuidade elétrica: Isolante, Conductor, Rede de equipotencialidade.
- 5 Compatibilidade eletromagnética (CEM): Cablagem de dados, Perturbações.
- 6 Condições de Temperatura: Condições de trabalho a altas ou baixas temperaturas.
- 7 Ventilação de cabos: Tipos de cablagem, Ventilação natural.
- 8 Proteção face à Corrosão: Materiais e vida útil, Tipo de Ambiente, Produtos Químicos...

As seguintes secções deste guia técnico descreverão estes critérios de seleção.

SISTEMAS PORTA CABLAGENS							
	ESTEIRAS PORTA CABOS de chapa de Aço	ESTEIRAS PORTA CABOS de Varão de Aço	ESCADAS PORTA CABOS de Aço ou Alumínio	CONDUTAS PORTA CABOS de Aço ou Alumínio	ESTEIRAS PORTA CABOS de PVC	ESCADAS PORTA CABOS de PRFV	
							
CARACTERÍSTICAS	RESISTÊNCIA AO FOGO	NÃO COMBUSTIVEL	NÃO COMBUSTIVEL	NÃO COMBUSTIVEL	NÃO COMBUSTIVEL	NÃO INFLAMÁVEL Não propaga o incêndio	NÃO INFLAMÁVEL Não propaga o incêndio
	FORÇA MECÂNICA	CARGA BAIXA-MÉDIA ALTA	CARGAS BAIXA A MÉDIA	CARGAS MUITO ALTAS	CARGA BAIXA-MÉDIA ALTA	CARGA BAIXA-MÉDIA	CARGAS ALTA
	CONTINUIDADE ELÉCTRICA	CONDUCTOR EQUIPOTENCIAL	CONDUCTOR EQUIPOTENCIAL	CONDUCTOR EQUIPOTENCIAL	CONDUCTOR EQUIPOTENCIAL	ISLANTE DIELECTRICO	ISLANTE DIELECTRICO
	PERTURBAÇÕES ELECTROMAGNÉTICAS (CEM)	ALTA PROTECCÃO	PROTEÇÃO SEGUNDO MONTAGEM	PROTEÇÃO MODERADA	PROTEÇÃO TOTAL	SEM PROTECCÃO	SEM PROTECCÃO
	CONDIÇÕES 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
	VENTILAÇÃO DE CABOS	MEDIA DISSIPACÃO DE CALOR	EXCELENTE DISSIPACÃO DE CALOR	EXCELENTE DISSIPACÃO DE CALOR	SEM VENTILAÇÃO	MEDIA DISSIPACÃO DE CALOR	EXCELENTE DISSIPACÃO DE CALOR
	PROTECCÃO FRENTE FACE À CORROSÃO	SELECCIONAR CONFORME OS MATERIAIS E SEU ACABAMENTO (TABELA 2)				EXCELENTE COMPORTAMENTO	EXCELENTE COMPORTAMENTO

SELEÇÃO SEGUNDO AS CONDIÇÕES AMBIENTAIS

Os Sistemas de Condução de Cabos adaptam-se aos requisitos ambientais mediante distintas soluções, com materiais e acabamentos adequados a cada tipo de ambiente.



A partir da experiência e do conhecimento adquirido internacionalmente acerca da corrosão, a norma ISO 9223 "Corrosividade de atmosferas" define em função da humidade e da presença de contaminantes, distintas classes de ambientes C1 a C5 segundo o grau de corrosividade nos metais. A mesma classificação é utilizada na ISO 9224 e na ISO 14713-1 "Revestimentos de zinco. Proteção face à corrosão" (ver Secção 8).

Em função destas normas e da utilização a tabela seguinte, mostra as recomendações para a seleção de Sistemas de Condução de Cabos.

AMBIENTE Classificação segundo ISO 9223		TIPOS DE ACABADOS												
		EZ	GS	EZ1000	GSP	GC	GC70	ZAM3K	GC85	AL	i304	i316	PVCM1	PRFV
Interiores de edifícios com atmosferas limpas, sem variação de umidade.	C1	RECOMENDADO	RECOMENDADO	QUALIDADE EXCESSIVA										
Interiores com baixa umidade e contaminação. Exteriores com um nível baixo de contaminação: áreas rurais.	C2	RECOMENDADO	RECOMENDADO	RECOMENDADO	RECOMENDADO	RECOMENDADO	RECOMENDADO	RECOMENDADO	QUALIDADE EXCESSIVA					
Interiores com umidade ou contaminação moderada. Exteriores urbanos e industriais, contaminação moderada, áreas costeiras com baixa salinidade.	C3	POSSÍVEL	POSSÍVEL	RECOMENDADO	RECOMENDADO	RECOMENDADO	RECOMENDADO	RECOMENDADO	QUALIDADE EXCESSIVA					
Interiores com alta contaminação. Áreas exteriores industriais contaminadas e áreas costeiras com salinidade moderada.	C4			POSSÍVEL	POSSÍVEL	POSSÍVEL	RECOMENDADO							
Espaços interiores com alta frequência de condensação. Áreas industriais de contaminação muito elevada.	C5-I						POSSÍVEL	POSSÍVEL	POSSÍVEL	RECOMENDADO	RECOMENDADO	RECOMENDADO	RECOMENDADO	RECOMENDADO
Zonas costeiras com elevada salinidade. Espaços com condensação quase permanente e presença de cloretos.	C5-M							POSSÍVEL	POSSÍVEL	POSSÍVEL	POSSÍVEL	RECOMENDADO	RECOMENDADO	RECOMENDADO

■ RECOMENDADO
 ■ POSSÍVEL
 QUALIDADE EXCESSIVA

Os principais materiais e acabamentos disponíveis são:

- GS Aço Galvanizado antes de fabricação em contínuo e pelo processo Sendzimir
- EZ1000 Aço Electrozincado melhorado, com passivado de alta capa e selado, com resistência à neblina salina >1000h
- i304 Aço Inoxidável AISI 304
- GC Aço Galvanizado a Quente após maquinação
- AL Alumínio (Ligas 1050, 5754, 6063, etc.)
- i316 Aço Inoxidável AISI 316
- PVCM1 Polímero Termoplástico de PVC
- PRFV Poliéster reforçado com Fibras de Vidro
- EZ Aço Electrozincado
- GSP Aço com revestimento de resina poliéster, com resistência à neblina salina >1000h
- ZAM3K Aço Pré-Galvanizado em contínuo com liga Zn-Al-Mg de Alta Resistência, com resistência à Neblina Salina > 3000 h

SECÇÃO 1 TIPOS DE SISTEMAS DE CONDUÇÃO DE CABOS

A função de suportar a cablagem elétrica de forma segura ao longo de um percurso, são realizados pelos sistemas de condução de cabos, que são os elementos estruturais da instalação elétrica, em cumprimento da norma UNE-EN IEC 61537.

ESTEIRAS PORTA CABOS



METÁLICAS OU PLÁSTICAS

- Utilização em instalações industriais, no interior ou no exterior
- Capacidade de carga: baixa, média e alta
- Tipos de cabos: comunicação e distribuição de potência
- Ventilação de cabos média

VANTAGENS DE CALHAS METÁLICAS

- Bom comportamento face às perturbações eletromagnéticas externas
- Facilidade de fixação das cablagens
- Excelente comportamento ao fogo, com manutenção de funções em caso de incêndio

VANTAGENS DE CALHAS ISOLANTES

- Segurança elétrica sem necessidade de ligação à terra
- Facilidade de fixação das cablagens
- Excelente resistência à corrosão, especialmente face aos produtos químicos e ambientes salinos

ESTEIRAS PORTA CABOS



DE VARÃO DE AÇO

- Utilização em instalações industriais ou terciárias, no interior ou no exterior
- Capacidade de carga: de baixa a média
- Tipos de cabos: comunicação e distribuição de potência

VANTAGENS DAS CALHAS DE VARÃO DE AÇO

- Excelente ventilação e visibilidade dos cabos
- Rápida e fácil de instalar (sem necessidade de acessórios em obra)
- Recomendado para ambientes pulverulentos / biológicos devido à facilidade de limpeza

ESCADAS PORTA CABOS



AÇO, ALUMÍNIO, PRFV.

- Utilização em instalações industriais, em interiores ou no exterior
- Capacidade de carga: alta a extremamente alta
- Tipos de cabos: de alta potência

VANTAGENS DAS CALHAS DE ESCADA

- Alta capacidade de suportar cablagens
- Possibilidade de fixação firme de cabos mediante abraçadeiras
- Para todo tipo de instalação e atividades que requeiram grandes vãos e grandes cargas
- Excelente ventilação e visibilidade do cabo
- Aptas para cabos que requeiram grandes raios de curvatura

CONDUTAS PORTA CABOS



METÁLICAS OU NÃO METÁLICAS

- Utilização em instalações industriais, no interior ou no exterior
- Capacidade de carga: média a alta
- Variadas aplicações de condutas metálicas ou plásticas
- Tipos de cabos: alimentação de maquinaria ou de comunicação, incluindo a fibra ótica
- Sistema completo com tampa. Máxima proteção da cablagem contra riscos mecânicos, pó, líquidos ou outros elementos

VANTAGENS DE CONDUTAS METÁLICAS

- Proteção mecânica reforçada
- Proteção ótima face a qualquer perturbação eletromagnética externa
- Possibilidade de instalação no solo com tampa antideslizante

VANTAGENS DE CONDUTAS ISOLANTES

- Segurança elétrica sem necessidade ligação à terra
- Excelente resistência à corrosão, especialmente face aos produtos químicos
- Não amplifica possíveis perturbações eletromagnéticas internas

SECÇÃO 2 SEGURANÇA FACE AO FOGO

2.1 FACTORES DE RISCO

Basor Electric, sensível à necessidade de minimizar as consequências de um incêndio, submeteu seus Sistemas de Condução de Cabos a rigorosos ensaios de resistência e reação ao fogo para assegurar o comportamento dos seus produtos.

A segurança face ao fogo está caracterizada pelo comportamento dos materiais tendo em conta os distintos aspetos relacionados com:

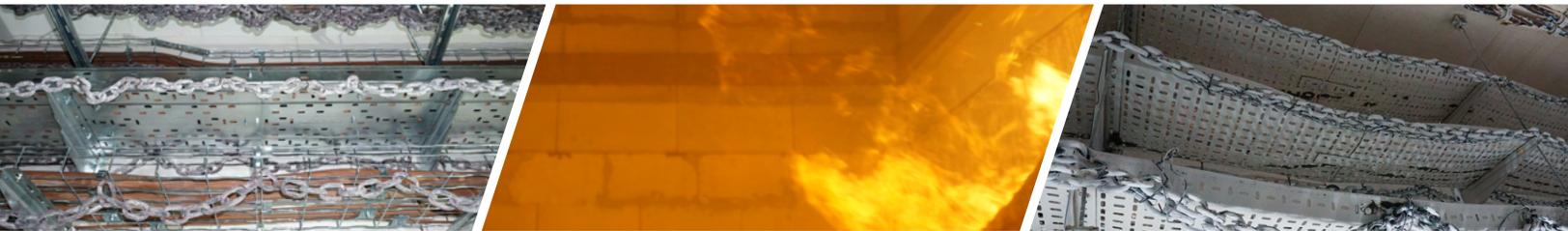
O início de um fogo: A contribuição do início do fogo origina um arco elétrico ou sobrecarga nos cabos.

A contribuição do fogo: Pelas características dos materiais e sua possível combustão.

Sua propagação: O comportamento desde o início da chama e sua evolução até à sua extinção

As condições de segurança das pessoas: devido à emissão de fumos e substâncias tóxicas.

A resistência durante o incêndio: para garantir o funcionamento dos equipamentos de emergência.



Destacamos em seguida uma tabela dos principais fatores de risco face ao fogo:

	CARACTERÍSTICAS	NORMATIVAS	CLASSIFICAÇÕES	
SEGURANÇA FACE AO FOGO	INÍCIO DO FOGO	Início por arco elétrico	(não contemplado)	
		Início por sobre aquecimento	UNE-EN 60695-2-11	
	PROPAGAÇÃO DO FOGO	Comportamento face à chama	Normas de produto IEC; Ensaios normalizados UNE-EN 60695-11-2	Não propagador da chama
	CONTRIBUIÇÃO PERANTE O FOGO	Comportamento do material	Normas de produto IEC: UNE 23727; UNE 201010 UL 94; NF_P92_507	Incombustível: M0 Difícilmente inflamável: M1 Combustível: M2; M3
	EMISSÃO DE FUMOS	A quantidade, opacidade e toxicidade dos fumos	UNE-EN 13501-1 UL 568	Sem emissão de fumos Baixa/média emissão
RESISTÊNCIA AO FOGO	Manutenção de funções durante um incêndio	DIN 4102; STN 92 0205; CSN 73 0895 (não contemplado nas Normas IEC)	Resistência (minutos) E30; E60; E90	

2.2 REACÇÃO FACE AO FOGO

A diferença significativa pela sua contribuição para o fogo, é a diferença que existe entre os materiais incombustíveis e os materiais combustíveis. Significando essa diferença fundamentalmente no o comportamento face ao fogo de materiais que não ardem e materiais que com maior ou menor velocidade e de diferentes formas, podem sofrer combustão. Dentro destes dois tipos de materiais, os únicos capazes de oferecer uma manutenção das funções ao longo do tempo em presença de fogo são os materiais incombustíveis.

Dentro da gama dos materiais combustíveis aparece outra diferença marcada pela propagação ou não propagação da chama. Um material combustível não propagador da chama é aquele que quando se inflama evita a propagação do fogo, significando que não continua a arder quando a fonte de ignição é retirada.



O mercado teve tendência a incrementar cada vez mais as restrições dos materiais não propagadores da chama, pelo que foi necessário empregar normas específicas, das quais as mais conhecidas são a UNE 201010 de reação ao fogo de acessórios elétricos (anteriormente utilizava-se a UNE 23727 de materiais de construção) ou a UL94 sobre inflamabilidade de materiais plásticos.

As principais classificações destas normas são as seguintes:

UNE 201010	M0	Material incombustível.	UL94	V0	Inflamação ≤10 segundos, sem formação de gotas ou com gotas não inflamadas.
	M1	Inflamação ≤2 segundos, ou gotas não inflamadas.		V1	Inflamação ≤30 segundos, sem formação de gotas ou com gotas não inflamadas.
	M2	(2 opções) -Inflamação ≤2 segundos com gotas inflamadas -Inflamação ≤5 segundos sem gotas inflamadas.		V2	Inflamação ≤30 segundos, com formação de gotas inflamadas.
	M3			HB	
	M4			5VB	
				5VA	



Todos os materiais das esteiras BASOR são M0 incombustíveis ou M1 não propagador da chama segundo a Norma UNE 201010

Resumo da classificação de Sistemas de Condução de Cabos face ao fogo:

		CARACTERÍSTICAS	CLASSIFICAÇÃO	DESCRIÇÃO	SÍMBOLO	
TIPO DE MATERIAL	INCUBUSTIVEL	Sistema com manutenção de funções	E90	Mantem funções 90'		
		Resistência ao fogo segundo DIN 4102-12	E60	Mantem funções 60'		
			E30	Mantem funções 30'		
		NÃO GARANTE manutenção de funções	M0	Material incombustível		
	Classificação de materiais segundo UNE 201010					
	COMBUSTIVEL	NÃO PROPAGADOR DA CHAMA	Norma de produto	NÃO PROPAGADOR DA CHAMA	Não alimenta chama quando a fonte de ignição é retirada	
			Calhas UNE-EN 61537, Canais UNE-EN 50085, Tubos UNE-EN 61386			
		Reação ao fogo	M1	Classificações segundo tempo de inflamação, presença de gotas e suas características		
		Reação ao fogo dos acessórios elétricos segundo UNE 201010	M2			
			M3			
			M4			
	Inflamabilidade de materiais plásticos	V0	Classificações segundo tempo de inflamação, presença de gotas e suas características			
Inflamabilidade de materiais plásticos segundo UL94	V1					
	V2					

Dependendo do tempo que é necessário manter em funcionamento a instalação, selecionaremos o sistema de condução de cabos adequado a cada caso. A funcionalidade destas instalações será mais importante em locais recebendo público. Neste tipo de locais será necessário mais tempo para a sua evacuação devido à presença de grande número de pessoas.

2.3 RESISTÊNCIA AO FOGO

Perante um incêndio é necessário manter a funcionalidade de certas instalações elétricas, como os sistemas de desenfumagem, a iluminação de segurança e de emergência, os sistemas de alarmes de incêndio e as instalações de pressão para os sistemas de extinção do incêndio.



Todas as esteiras de Basor Electric são fabricadas segundo a Norma UNE-EN IEC 61537 "Sistemas de cablagem; Sistemas de caminho de cabos e sistemas de escada de cabos", mas nesta norma e até à data não foi abordada a questão da resistência ao fogo das esteiras.

Face a esta falta de uma norma Europeia ou Internacional aplicável, são usadas diferentes normas de países como a Alemanha, a Rep. Checa e a Eslovaca, que estudam o comportamento face ao fogo dos sistemas de cabos elétricos, necessários para manter a integridade dos circuitos.

DIN 4102-12

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

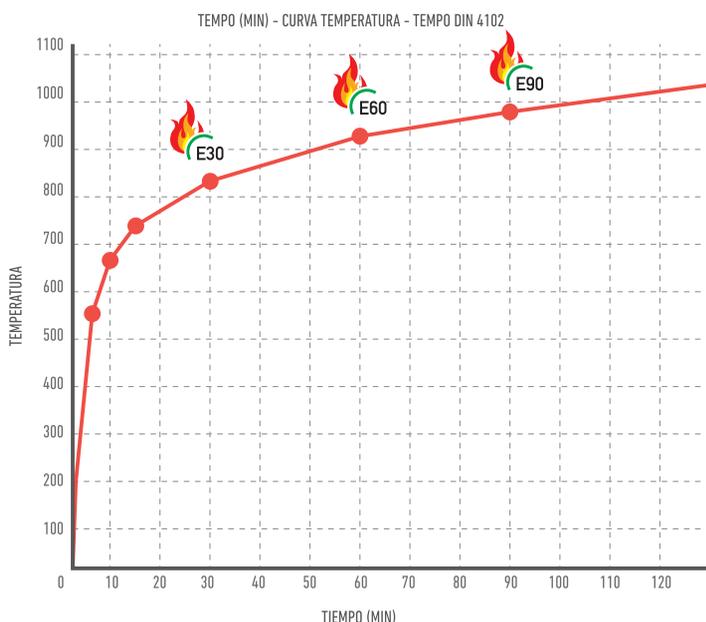
CSN 730895

"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 definem as condições do ensaio para verificar que o sistema formado por calhas, suportes, acessórios e cabos resistentes ao fogo, mantêm a alimentação elétrica durante um tempo determinado, no interior de um forno no qual se simula o incêndio seguindo uma curva de temperatura / tempo definida.



Basor Electric efetuou ensaios de diferentes soluções de acordo com estas Normas para determinar o comportamento e funcionalidade dos seus produtos. Estas normas estudam a resposta do sistema formado pelo conjunto de cabos resistentes ao fogo em serviço, com os suportes e calhas no interior de um forno em que se simula o incêndio seguindo uma curva de temperatura / tempo definida.

Com o decorrer do ensaio as calhas vão-se deformando sem deixar de suportar os cabos ainda que o revestimento dos cabos se vá deteriorando. O conjunto mantém a continuidade elétrica sem atingir o curto-circuito ou a interrupção do sinal. Em função do tempo em minutos que é capaz de manter a instalação em serviço, o sistema classifica-se como E30, E60 ou E90 segundo a norma DIN. Definindo a instalação (E30, E60 ou E90), dependendo do tempo necessário para organizar a evacuação e os serviços de emergência em cada caso.

*As instalações classificadas como Resistentes ao Fogo têm sido ensaiadas em laboratórios externos acreditados, o que permite assegurar o cumprimento de todos os requisitos exigidos na Norma em questão.

**Além do mais, montagens selecionadas têm sido posteriormente avaliadas e certificadas pelas entidades nacionais correspondentes, ficando assim certificados para seu uso em distintos países.

DIN 4102-12		
CLASSIFICAÇÃO	TEMPO DE ENSAIO (min)	TEMPERATURA ALCANÇA (°C)
E30	30	822
E60	60	925
E90	90	986

CSN 730895		
CLASSIFICAÇÃO	TEMPO DE ENSAIO (min)	TEMPERATURA ALCANÇA (°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		
CLASSIFICAÇÃO	TEMPO DE ENSAIO (min)	TEMPERATURA ALCANÇA (°C)
PS15	15	738
PS30	30	822
PS45	45	902
PS60	60	925
PS90	90	986
PS120	120	1049



Para mais informação sobre os SISTEMAS RESISTENTES AO FOGO de BASOR ELECTRIC consulte a publicação específica.

2.4 CALHAS DE PVC

As diferentes series de Sistemas de Condução de Cabos em materiais não metálicos de BASOR ELÉCTRIC, cumprem com os requisitos normativos das distintas famílias de calhas, de condutas ou de tubos, com as seguintes especificações:

basorplast



- Não propagador da chama segundo UNE-EN IEC 61537; UNE-EN 50085 ou UNE-EN IEC 61386.
- Classificação da reação ao fogo M1, material auto-extinguível (inflamação <2seg.), segundo UNE 201010, (classificação VO segundo UL94).



UNE-EN 61537
UNE-EN 50085
UNE 23727
UL94

- Não contribuem para a ignição do fogo ao evitar a aparição de focos de ignição devido a curto-circuitos, arcos elétricos entre os cabos submetidos a tensão e a calha, devido a defeitos nas ligações, ou por um possível sobreaquecimento produzido por sobrecargas ou fugas por falha de isolamento dos condutores.
- Cumpre com o ensaio de Fio Incandescente a 650°C sem inflamação segundo UNE EN 60695-11-2.



UNE-EN 60695

- Os materiais utilizados nas series BASORPLAST, suportam temperaturas mínimas de instalação até -20°C, e as características resistentes estão ensaiadas em condições ambientais até 60°C.



UNE-EN 61537



UNE-EN 50085

No entanto os materiais combustíveis apresentam uma limitação: Quando se pretende que a condução de cabos devam permanecer em serviço face a uma situação de fogo, as esteiras plásticas não são capazes de manter as funções para que foi projetada a instalação, num tempo necessário para manter ativos os equipamentos de segurança, de modo a que a evacuação das pessoas na instalação afetada possa ser efetuada.

SECÇÃO 3 RESISTÊNCIA MECÂNICA

A principal função dos Sistemas de Condução de Cabos é ser um suporte eficaz e resistente que facilite a instalação. As características mecânicas de todos os produtos e acessórios são submetidos a ensaios de acordo com os requisitos das normas internacionais UNE-EN IEC 61537 e NEMA VE.

3.1 CARGA DE TRABALHO ADMISSÍVEL (CTA)

A carga de trabalho admissível (CTA) é a carga máxima que se pode aplicar numa utilização normal sem que ocorra perigo. Assim a carga de trabalho deverá ser sempre inferior à CTA.

A nível internacional não existe nenhuma classificação do sistema segundo a sua carga de trabalho admissível (CTA), ainda que alguns países como EEUU, Canadá ou México possuam classificações para definir os sistemas de condução de cabos por categorias segundo a CTA.

		DISTÂNCIA ENTRE SUPORTES 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			

◆ DESIGNAÇÕES NMX
 ◆ DESIGNAÇÕES NEMA
 ◆ DESIGNAÇÕES NEMA E MX
 ◆ DESIGNAÇÕES CSA

Nas canalizações, a CTA é a carga máxima distribuída que suportará a canalização para uma flecha e uma distância entre apoios determinados, respeitando as margens de segurança estabelecidas de modo a não atingir o colapso. BASOR determina a CTA dos seus produtos mediante ensaios em seu laboratório próprio, segundo as Normas UNE-EN IEC 61537 e NEMA VE1.

Nos suportes e elementos de fixação, a CTA dependerá do tipo de instalação, e por tanto para cada produto são definidos diferentes tipos de soluções, com suas cargas de trabalho admissíveis. Para todas aquelas situações que não estejam definidas como standards, o departamento técnico de BASOR estudará cada um dos casos.

Para determinar o sistema de condução de cabos adequado, deve-se considerar sempre o custo LINEAR total da instalação, considerando canalização, suportes, sistemas de fixação, etc., dado que o custo LINEAR dos suportes e elementos de fixação, depende fundamentalmente da distância entre apoios.

3.2 ENSAIOS DE CARGA DE TRABALHO ADMISSIVEL (CTA)

a) ENSAIOS DE CARGA SEGUNDO IEC 61537

Para a obtenção da carga de trabalho admissível (CTA) das calhas instaladas na horizontal, utilizam-se os métodos de ensaio descritos na a norma IEC 61537.

A CTA declarada pela calha obtém-se com uma margem mínima de segurança de 1.7 até ao seu colapso.

A flecha máxima ao centro de cada vão para a CTA não deve ser superior a $1/100$ do vão.

A flecha transversal de cada vão não deve ser superior a $1/20$ da largura da amostra.

Distinguem-se três tipos principais de ensaio segundo esta norma, realizados geralmente com vários vãos.

Os principais são:

Ensaio do TIPO I Quando não se dá nenhuma indicação sobre as limitações dos vãos dos extremos, nem sobre a posição das uniões em toda a instalação. Neste caso as uniões podem ser colocadas em qualquer lugar da instalação.

Ensaio do TIPO II Quando o fabricante indica que em nenhuma instalação devem existir uniões nos vãos dos extremos, mas não limita a sua posição quanto à restante instalação.

Ensaio do TIPO III Quando o comprimento normalizado da esteira é igual ao comprimento do vão ou a um múltiplo deste e o fabricante indica qual deve ser a posição da união relativamente ao suporte em todas as instalações.



BASOR adota o ensaio TIPO II, que considera adequado ao sistema de instalação, porque:

- O ensaio Tipo II permite ao instalador que existam uniões em qualquer ponto entre os suportes, exceto no primeiro e último vãos.
- É prática habitual de montagem que não existam uniões no primeiro vão. Facilmente se consegue evitar também uniões no último, vãos acrescentando um suporte adicional ou reduzindo o comprimento do penúltimo troço de esteira.

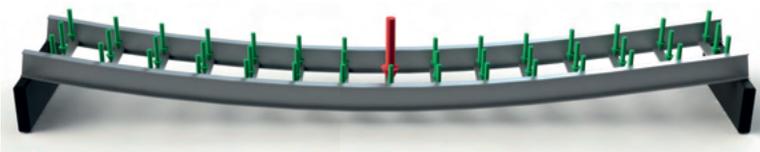


Determinação da CTA em múltiplos vãos (IEC 61537)



b) ENSAIOS DE CARGA SEGUNDO NEMA VE1 / ANCE NMX-J-517 (normativa aplicável nos USA e Canadá)

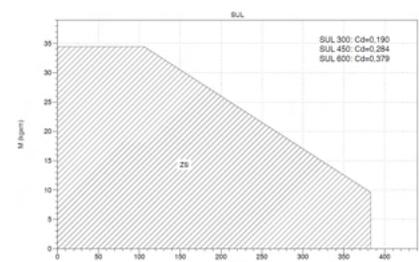
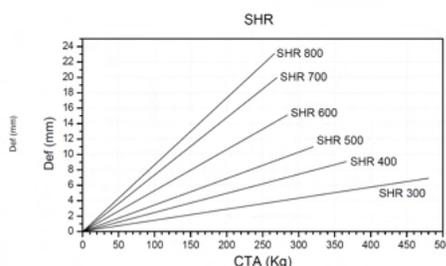
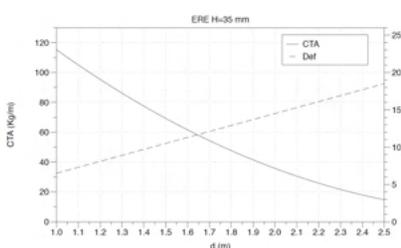
A configuração deste ensaio é de um só troço de calha apoiado nos extremos. O teste consiste em incrementos de carga distribuída até atingir o colapso, definindo assim a CTA admissível com uma margem de segurança de 1,5. Adicionalmente considera-se o ensaio da carga admissível por travessa nas calhas de escada, pela aplicação de carga pontual aplicada no centro da mesma travessa.



Determinação da CTA numa viga simples (NEMA VE1)



Realizados os ensaios com diferentes modelos e a diferentes distâncias entre suportes, BASOR elabora a documentação respetiva.



3.3 DIMENSIONAMENTO DAS CALHAS DE CABOS

DETERMINAÇÃO DA CARGA DE TRABALHO (CT)

Os sistemas de canalizações devem ter uma resistência mecânica adequada.

Para seleccionar o sistema de canalização adequado é necessário conhecer a carga de trabalho (CT), que dependerá da carga dos condutores que sustenta e das cargas adicionais do projeto que se considerem.

$CT = () \text{ cabo} + Q \text{ concentrada} + Q \text{ neve} + Q \text{ vento} + ..$

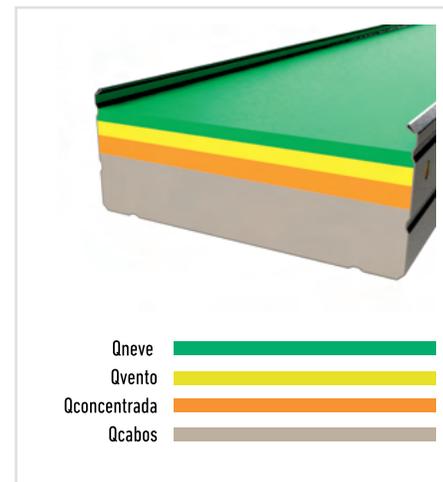
Exemplo:

Carga de condutores: 32 kg/m

Cargas adicionais: 16 kg/m

Carga de trabalho (CT): 48kg/m

Numa instalação podem-se considerar diferentes tipos de cargas. Será o projetista que em função das condições (localização, ambiente, etc.) determinará quais são as que se aplicarão em cada caso concreto.



PARA O CÁLCULO DE CARGAS E DIMENSIONAMENTO DA CANALIZAÇÃO, CONSULTAR O ANEXO.

COMPRIMENTO DO VÃO

A carga de trabalho admissível (CTA) de uma canalização é uma característica que depende do comprimento do vão. À medida que o comprimento do vão aumenta, a carga de trabalho admissível diminui.

A definição do comprimento adequado do vão é uma decisão que dependerá das condições da instalação e do custo do sistema de condução dos cabos (esteira+ suportes).

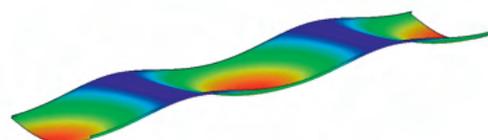


EM MUITAS SITUAÇÕES CONSIDERA-SE QUE OS SISTEMAS DE CONDUÇÃO DOS CABOS DE MENOR CTA SÃO MAIS ECONÓMICOS E ISTO EM MUITOS CASOS NÃO É CORRECTO, DEVIDO AO FACTO DE SER NECESSÁRIO INSTALAR MAIS SUPORTES E TAMBÉM PORQUE O TEMPO DE EXECUÇÃO DA INSTALAÇÃO AUMENTA CONSIDERAVELMENTE.

FLECHA

A flecha é a deformação que é gerada na canalização imposta pela carga de trabalho que suporta.

Segundo a UNE-EN IEC 61537, para a CTA, a flecha longitudinal no ponto médio do vão não deve ser superior $d/100$ do comprimento do vão e a flecha transversal não deve ser superior a $B/20$ da largura da canalização. A norma NEMA VE1 não contempla atualmente a flecha.



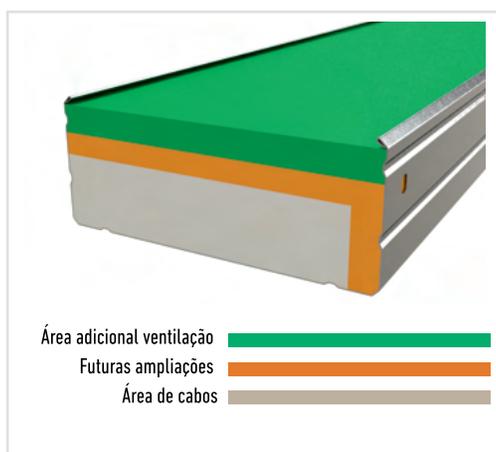
ÁREA MÍNIMA DA ESTEIRA (A_{min})

Outro fator que nos dimensionará a instalação, além dos que indicamos até agora, é a área mínima que necessita a instalação.

ÁREA DE OCUPAÇÃO DOS CABOS

Para determinar a área total de ocupação dos cabos, deve-se considerar a secção útil de cada um dos cabos que estão instalados na calha e simplesmente fazer o somatório.

Para considerar os espaços que necessariamente ficam entre os cabos consideramos a secção útil de um cabo como o quadrado do seu diâmetro.



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

Uma das muitas características das calhas é a sua capacidade e facilidade de ampliação. Por isso é importante considerar uma percentagem de capacidade para futuras ampliações. Deste modo a Área mínima necessária para uma instalação comum calcula-se mediante o somatório das secções úteis dos cabos e depois a aplicação da R.F.A.



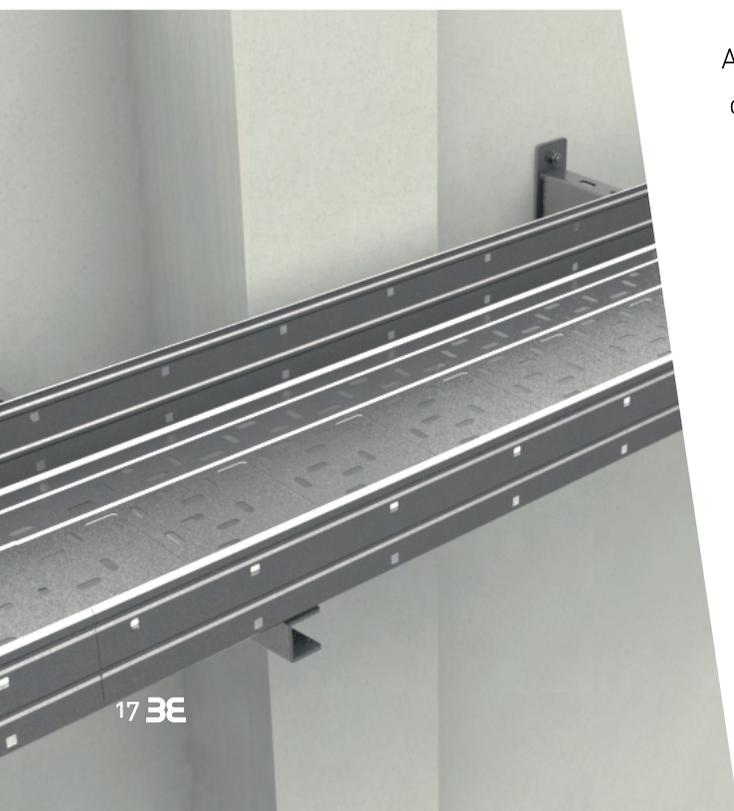
ÁREA ADICIONAL PARA VENTILAÇÃO

De acordo com o tipo de instalação o projetista pode decidir incrementar a área calculada de um acréscimo de segurança para assegurar uma boa ventilação da cablagem.

LIMITAÇÕES DE ESPAÇO

Um dos fatores que podem limitar a capacidade de seleção são as limitações de espaço, tanto da largura livre disponível para instalar a canalização, como a altura livre de que dispomos. BASOR recomenda deixar sempre livre entre 150 e 300 mm entre níveis de calhas para poder aceder corretamente às canalizações.

A distância dependerá da facilidade de acesso à canalização e a necessidade de manuseamento. Em nenhum caso deve ser colocada a instalação elétrica por baixo de uma instalação de líquidos, vapores ou gases.



SECÇÃO 4 CONTINUIDADE ELÉCTRICA

Os sistemas de condução de cabos diferenciam-se em dois grupos dependendo do seu modo de transportar a corrente eléctrica, em Sistemas com Continuidade Eléctrica e Sistemas sem Continuidade Eléctrica.

Nos sistemas de esteiras com continuidade eléctrica, teremos de assegurar que a ligação equipotencial se mantém em todo o seu percurso.



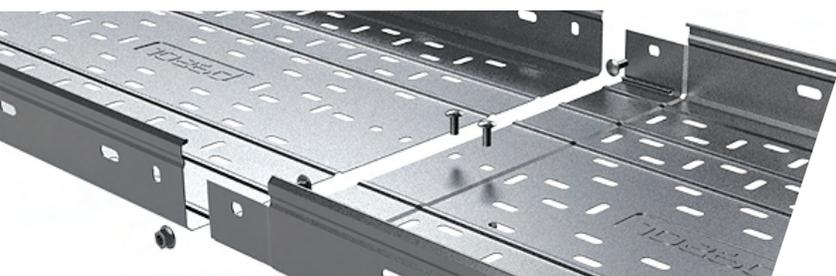
Nos sistemas de esteiras sem continuidade eléctrica, teremos que assegurar que a resistência superficial do material seja suficientemente alta de modo a evitarmos o perigo em caso de fuga.



4.1 SISTEMAS DE CALHAS COM CONTINUIDADE ELÉCTRICA

A norma UNE-EN IEC 61537 "Condução de cabos. Sistemas de caminhos de cabos e calhas de escada" especifica os requisitos que se devem cumprir para declarar um sistema de calhas como sistema "com continuidade eléctrica".

Estes requisitos são:



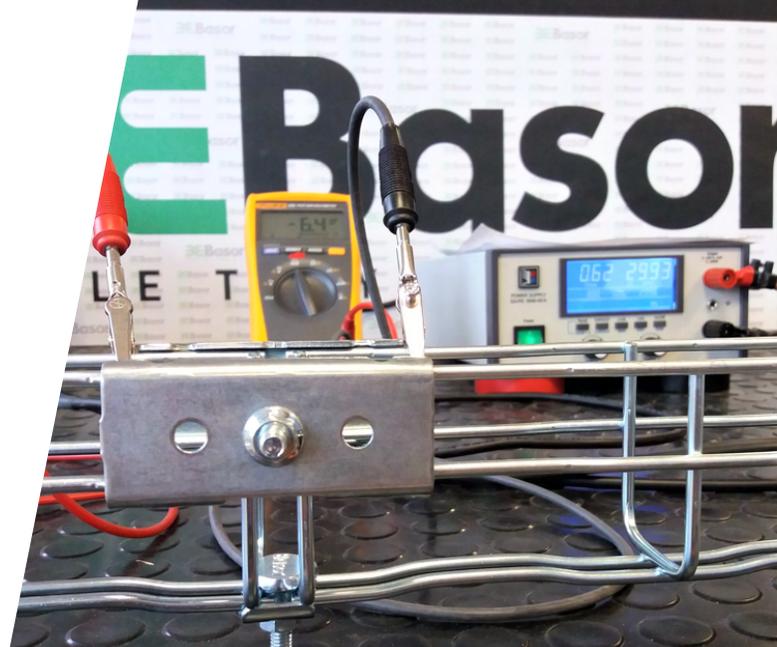
Impedância na união entre troços menor de 50 mΩ



Impedância no traço recto menor que 5 mΩ/m

A norma NEMA VE1 também estabelece a verificação da continuidade eléctrica e os valores a superar, estabelecendo o requisito de: Impedância da união menor de 0,33 mΩ

As calhas porta cabos metálicas da BASOR ELECTRIC cumprem com a norma de produto e alcançaram nos ensaios específicos valores inferiores aos definidos pela referida norma.



O cumprimento da norma assegura que o sistema possui continuidade elétrica, e por isso não é necessário o uso de ligações adicionais entre as peças para assegurar uma ligação equipotencial entre elas quando se instalam segundo indicações do fabricante e com os acessórios adequados.

4.2 SISTEMAS DE CALHAS ISOLANTES

A norma UNE-EN IEC 61537 "Condução de cabos. Sistemas de calhas e calhas de escada" especifica os requisitos que devem ser cumpridos para declarar um sistema de calhas como sistema "isolante".

Estes requisitos são:

- Resistividade superficial $\geq 100 \text{ M}\Omega$. Comprovada mediante o ensaio de resistividade superficial, com a aplicação de uma tensão de 500V CC durante 1 minuto e feita a medida da resistência.

As principais vantagens das calhas e condutas isolantes são:

Proteção contra contactos indirectos: os sistemas de calhas isolantes são seguros face aos contactos indirectos sem necessidade de realizar ligações à rede de terra.

Evitam correntes de fuga: ao evitar as correntes de fuga evitam-se possíveis pontos quentes e arcos elétricos.



Segundo a norma americana UL 568 "Nonmetallic Cable Tray Systems", os Caminhos de Cabos isolantes deverão resistir ao ensaio ASTM D 149 com a aplicação de uma tensão de 5000V CC durante um minuto sem sofrer perfuração, exceto as calhas desenhadas expressamente para dissipar a eletricidade estática.

ANEXO

APLICAÇÃO DO REGULAMENTO ELECTRÓTECNICO DE BAIXA TENSÃO REBT

CALHAS CAMINHOS DE CABOS NO REGULAMENTO ELECTROTÉCNICO DE BAIXA TENSÃO REBT

A segurança de uma instalação elétrica deve ser um ponto importante e permitir a supervisão da mesma conforme estipulado pelo Regulamento Eletrotécnico de Baixa Tensão (REBT).

O Regulamento REBT, no seu ITC-BT 18 "INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA" indica que a ligação à terra é estabelecida principalmente com o objetivo de limitar a tensão que relativamente à terra pode vir a acontecer num determinado momento entre as massas metálicas e assegurar a atuação das proteções **eliminando ou diminuindo o risco de uma avaria nos materiais elétricos utilizados.**

Assim na ITC-BT-01 "TERMINOLOGIA" explica-se detalhadamente o conceito de massa, indicando explicitamente que "as massas são as partes metálicas acessíveis dos vários materiais elétricos, exceto os de Classe II ..."

E na mesma ITC-BT-01 desenvolve-se o conceito "MATERIAL DE CLASSE II" detalhando que se trata de um "*material no*

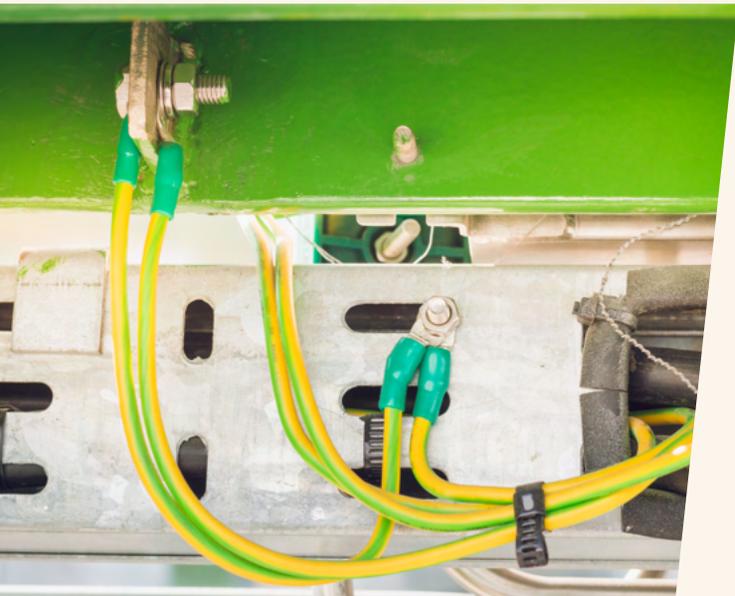
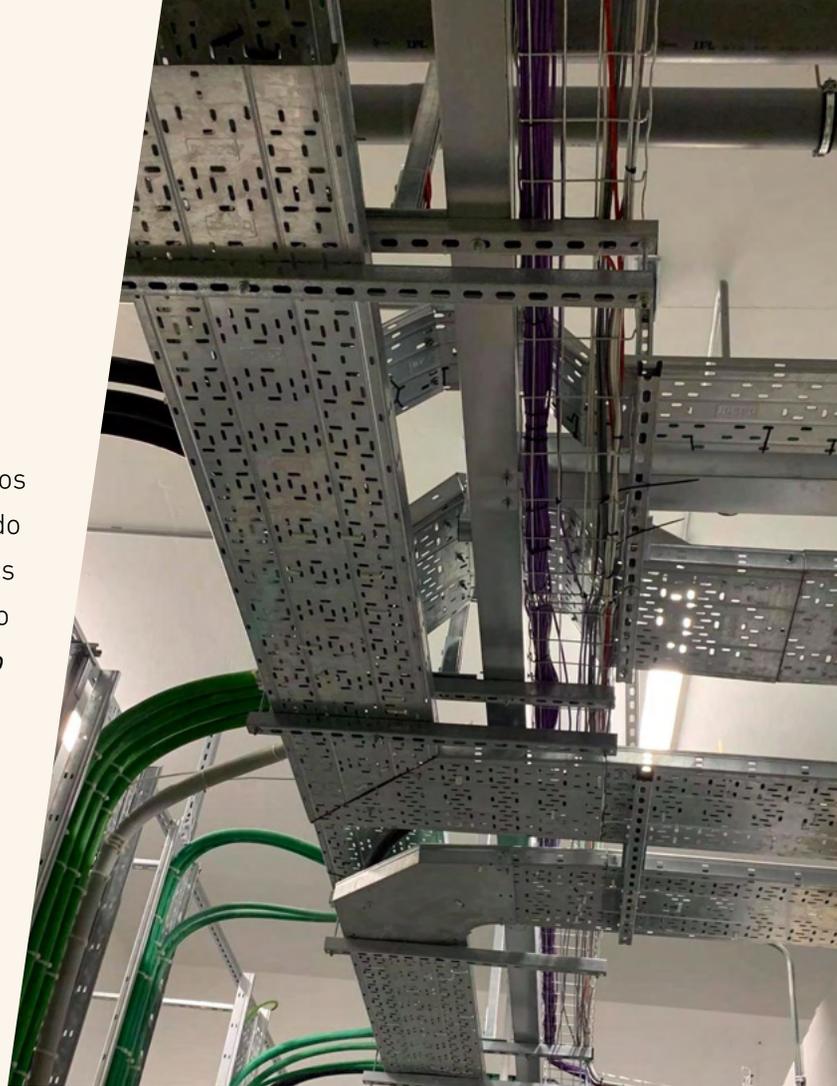
qual a proteção contra o choque elétrico não se baseia unicamente no isolamento principal, mas que contempla também medidas de segurança complementares, tais como o duplo isolamento ou isolamento reforçado... Este material deve estar alimentado por cabos com duplo isolamento ou com isolamento reforçado"



CANALIZAÇÕES COM CALHAS METÁLICAS

A instalação com calhas caminhos de cabos metálicos está contemplada no ITC-BT-20 do capítulo 2.2.9, onde é dito que: *Só são utilizados condutores isolados com revestimento (incluindo cabos armados ou com isolamento mineral), unipolares ou multipolares segundo a norma UNE 20.460-5-52. (substituída pela UNE-HD 60364-5-52).*

Assim dado que as esteiras se instalam exclusivamente com cabos com revestimento que possuem duplo isolamento e são considerados como Classe II, AS ESTEIRAS METÁLICAS NÃO SÃO CONSIDERADAS MASSA.



COMO DEVO LIGAR À TERRA AS ESTEIRAS NA MINHA INSTALAÇÃO?

Ainda que as esteiras nas instalações sejam consideradas material de classe II não são massas, como elemento metálico acessível, para assegurar a segurança, há que comprovar se é suficiente uma ligação ou são necessárias várias ligações através de ligadores de equipotencialidade, realizando o cálculo das resistências totais e calculando que não são atingidas tensões de contacto superiores às permitidas.

Na ITC-BT-24 "Instalações interiores ou recetoras. Proteção contra os contactos diretos e indiretos.", na parte correspondente à proteção contra os contactos indiretos, indica-se que o objetivo da proteção por corte automático da alimentação é impedir que uma tensão de contacto de valor suficiente se mantenha durante um tempo tal que possa ocorrer como resultado dela um risco. Em corrente alternada a tensão de contacto máxima é 50V, mas no caso de locais húmidos é de 24V.

CONCLUSÕES

Pelo que foi atrás referido **não é necessário um condutor de proteção ao longo do seu percurso.** Mas como são elementos metálicos acessíveis e para assegurar que a tensão de contacto é inferior aos valores indicados no REBT, pode ser necessário liga-las a um condutor equipotencial e este ao condutor de proteção.

Para evitar o efeito de par galvânico na ligação do cabo à esteira, BASOR aconselha o uso de bornes de terra com anilhas bimetálicas.

Com essas anilhas conseguimos que o contacto entre os dois metais da anilha sem a presença de um eletrólito, ou de um ambiente húmido, que acelere a aparição da oxidação e ao mesmo tempo aumentamos a superfície de contacto diminuindo o efeito da corrosão galvânica.



Em conclusão, as calhas metálicas com revestimento metálico de BASOR ELECTRIC têm continuidade elétrica que assegura uma ligação equipotencial entre si e não necessitam de um condutor de proteção ao longo do seu percurso.

Porém como são elementos metálicos acessíveis e para cumprir com o REBT e não ultrapassar a tensão de contacto, BASOR aconselha interligar a linha de calhas à rede de terras com a ligação de equipotencialidade como mínimo em um ponto da instalação a cada 100m se o comprimento da linha for maior.

SECÇÃO 5 COMPATIBILIDADE ELECTROMAGNÉTICA

A compatibilidade eletromagnética está relacionada com a Diretiva CEM 2014/30/CE.

É a capacidade de uma instalação, um dispositivo ou um sistema de funcionar no seu ambiente eletromagnético de modo satisfatório e sem produzir por si mesmo perturbações eletromagnéticas que possam causar graves problemas ao funcionamento de outros dispositivos ou sistemas existentes nas proximidades.



TEM ESPECIAL IMPORTÂNCIA QUANDO EXISTEM **CABLAGENS DE COMUNICAÇÕES**, QUE PODEM FICAR AFECTADOS POR PERTURBAÇÕES EXISTENTES OU PRODUZIDAS POR OUTRAS **CABLAGENS DE POTÊNCIA NA PROXIMIDADE**.

RELAÇÃO ENTRE A REDE DE TERRA DE PROTECÇÃO E DE EQUIPOTENCIALIZAÇÃO

- A rede de terra de proteção está ligada ao barramento do elétrodo de terra, cuja função é garantir a proteção das pessoas.
- A ligação equipotencial das massas tem um papel importante na redução das perturbações eletromagnéticas e um papel funcional na transmissão de informação.

Para implementar um sistema ideal de ligações à terra de proteção e de ligações equipotenciais, recomenda-se a separação destas duas redes. Na prática, como estas duas redes estão estreitamente interligadas, é necessário uma ligação equipotencial quase total. Este procedimento compensa o problema de alta impedância dos condutores de terra, devido aos grandes comprimentos e à topologia de ligações em estrela utilizados

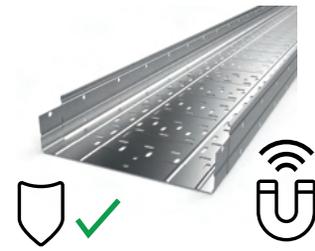
5.1 COMPORTAMENTO DOS SISTEMAS DE CONDUÇÃO DE CABOS

Segundo a norma UNE-EN IEC 61537, os sistemas de condução de cabos (SCC) são elementos passivos na sua utilização normal no que diz respeito às influências eletromagnéticas, quanto à emissão e à imunidade.

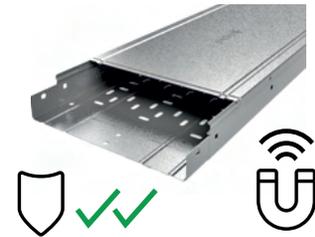
O SCC não metálicos, como os de PVC, são transparentes aos efeitos eletromagnéticos, porque os podem atenuar, mas também não amplificam possíveis perturbações eletromagnéticas internas.



Se um SCC metálico apresenta uma boa continuidade elétrica e está ligado a um sistema de equipotencialização de massa, diminui a incidência da perturbação sobre os cabos ao eliminar a corrente induzida, melhorando a Compatibilidade Eletromagnética (CEM).



Se além disso o SCC com continuidade elétrica for constituído por uma calha e sua tampa, a proteção contra as perturbações melhora de forma substancial.



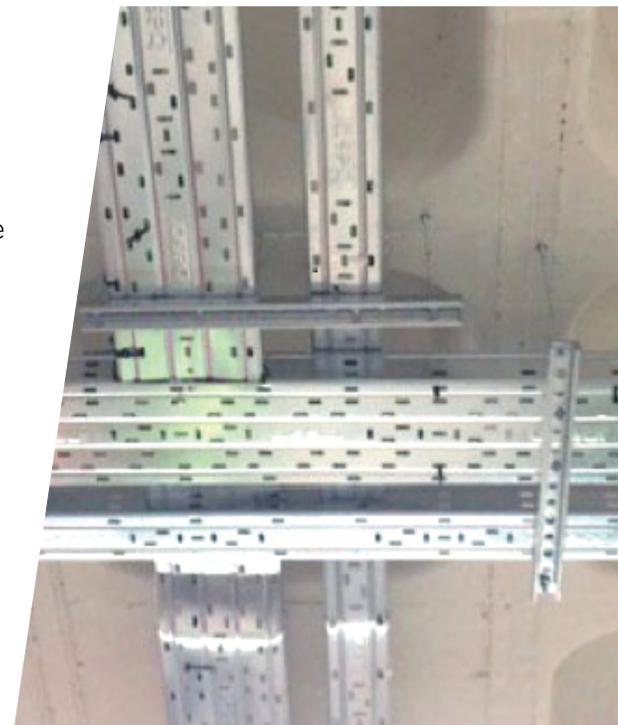
Os SCC, sem continuidade elétrica não protegem face aos campos eletromagnéticos. Neste caso a única solução para melhorar a compatibilidade eletromagnética é aumentar a distância entre os SCC.

5.2 RECOMENDAÇÕES PARA UMA CORRETA COMPATIBILIDADE ELECTROMAGNÉTICA

Em praticamente todos os edifícios existem cablagens de comunicações. Para garantir a fiabilidade da sua utilização é importante a qualidade da cablagem e dos sistemas de canalização que os suportam. A normativa europeia sobre instalações elétricas HD 60354-4-444 regulamenta a proteção contra as perturbações eletromagnéticas.

A atual normativa sobre cablagens de telecomunicações EN 50174-2 indica que o sistema de condução de cabos pode contribuir para reduzir as interferências eletromagnéticas:

- Através de uma blindagem nos circuitos contidos no sistema de gestão de cabos.
- Melhorando a convivência entre circuitos contidos no sistema de condução de cabos, mediante uma separação efetiva dos **cabos de dados** e os de **potência**.
- Reduzindo as perturbações entre os distintos circuitos contidos no sistema de condução de cabos produzidas pelas correntes que neles circulam.



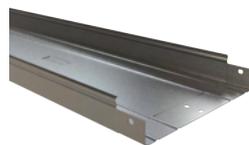
EFEITOS DE BLINDAGEM ELECTROMAGNÉTICA DAS ESTEIRAS



LIMITADA



BOA



MELHOR



EXCELENTE

- Distintos tipos de canalizações têm diferentes comportamentos, segundo o grau de blindagem que proporcionam.

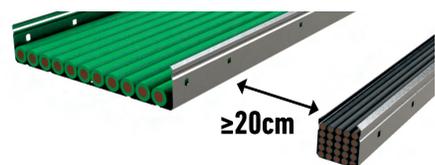
- As faces laterais proporcionam um maior isolamento.

- Para uma mesma área de secção transversal interna, as paredes laterais mais altas proporcionam uma maior capacidade útil.

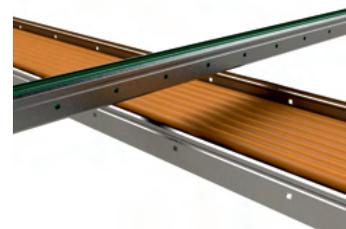


CONSIDERAÇÕES DE INSTALAÇÃO

SEPARAR OS CIRCUITOS DE POTÊNCIA E DE DADOS COM UMA DISTÂNCIA SUPERIOR A 20 CM



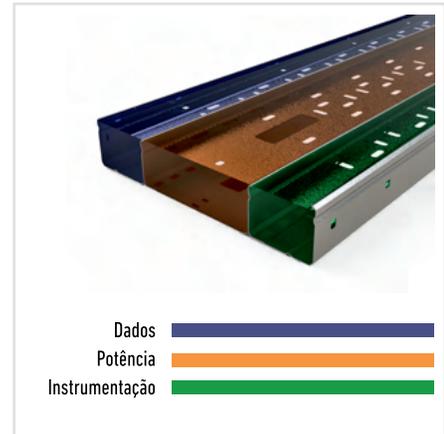
OS CRUZAMENTOS ENTRE CIRCUITOS DEVEM SER A 90°



LIGAR O SCC À REDE EQUIPOTENCIAL A CADA 100 METROS



Nas situações onde existam limitações de espaço podem-se instalar circuitos distintos num mesmo SCC divididos por um separador metálico. Com uma correta instalação que garanta a continuidade elétrica, NÃO é necessário incluir um cabo de cobre ao longo de toda a esteira.



MONTAGEM DA CANALIZAÇÃO e INSTALAÇÃO DE ACESSÓRIOS

É importante, para garantir o correto isolamento, que se mantenha em todo o comprimento a ligação equipotencial junto com as canalizações, de modo a facilitar a eliminação de correntes de alta frequência.

Exemplos de manutenção da continuidade elétrica dos componentes metálicos do sistema para proporcionar uma proteção da compatibilidade eletromagnética.



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

SECÇÃO 6 TEMPERATURA DE SERVIÇO: CONTRAÇÕES E DILATAÇÕES TÉRMICAS

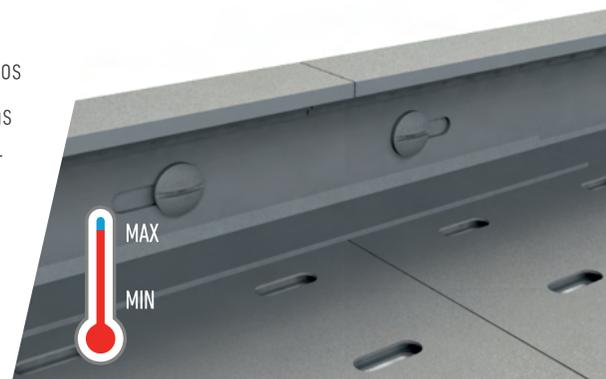
As temperaturas de serviço são a gama de temperaturas que o sistema de condução de cabos no seu armazenamento, instalação ou uso, sem que o mesmo sofra uma diminuição das suas características técnicas.

Em todos os sistemas de condução de cabos, devemos indicar a temperatura máxima e mínima de serviço. Se a gama de temperaturas for ampla, devemos considerar o efeito de contração e dilatação dos materiais.

Este efeito dilata ou contrai o material em função do coeficiente de dilatação do mesmo. Para poder medir o efeito de dilatação e contração, deve-se comparar o material a duas temperaturas distintas, e por isso é importante que no projeto dos sistemas de canalizações de cabos se contemple a amplitude de temperaturas de serviço onde vai ser instalado. Numa simples observação, o efeito de contração / dilatação não é perceptível, ainda que em comprimentos grandes de calhas o efeito se acentue.



Os nossos sistemas de união utilizam rasgos longitudinais para absorver os movimentos devidos à dilatação térmica. BASOR aconselha a separar as peças deixando espaço para que as uniões atuem como juntas de dilatação e permitir estes movimentos. O comprimento do conjunto de esteiras, a diferença de temperatura de serviço e o material determinam o comprimento máximo do conjunto reto para instalar a união como junta de dilatação.



Em instalações com calhas de PVC com variações significativas de temperatura, BASOR recomenda que se separem as peças de esteira entre 5 y 10mm entre si, dependendo do aumento de temperatura esperado, devido ao alto coeficiente de dilatação linear do material.

DISTÂNCIA (METROS) ENTRE JUNTAS DE DILATAÇÃO*				
DIFERENÇA DE TEMPERATURA (°C)	AÇO (m)	AÇO INOXIDAVEL (m)	ALUMINIO (m)	PVC (m)
20	38	31	22	7,1
30	25	21	14	4,8
40	19	15	11	3,6

*Para uma dilatação máxima de 10mm.

SECCÃO 7 VENTILAÇÃO E GRAU DE ESTANQUECIDADE

A escolha das calhas com maior ventilação melhorará substancialmente a temperatura de trabalho dos condutores para a mesma intensidade de corrente. Em compensação, as canalizações cegas (não perfuradas) oferecem um maior nível de proteção face aos agentes externos.



Dependendo do tipo de instalação, deve-se procurar obter menores temperaturas de trabalho nos condutores para melhorar o rendimento da instalação, ou simplesmente obter uma maior proteção à penetração de qualquer agente externo dentro da canalização.

O Código IP é utilizado para indicar o grau de estanquicidade da peça à penetração de água ou ao pó, assim como a proteção contra a entrada de objetos, e por isso contra o possível contacto das pessoas com as partes no interior.

Descrição do Código IPXX segundo a norma UNE-EN 60529

O primeiro dígito indica a proteção CONTRA A ENTRADA DE OBJETOS estranhos sólidos:

- 0) Não protegidos
- 1) ≥ 50 mm de diâmetro
- 2) $\geq 12,5$ mm de diâmetro
- 3) $\geq 2,5$ mm de diâmetro
- 4) ≥ 1 mm de diâmetro
- 5) Protegido contra o pó
- 6) Totalmente protegido contra o pó

O segundo dígito indica a Proteção CONTRA A ENTRADA DE ÁGUA com efeitos prejudiciais:

- 0) Não protegidos
- 1) Protegido contra as quedas verticais de gotas de água
- 2) Protegido contra as quedas de água com uma inclinação max. de 15°
- 3) Protegido contra a água em forma de chuva
- 4) Protegido contra as projeções de água
- 5) Protegido contra os jatos de água
- 6) Protegido contra os jatos fortes de água
- 7) Imersão temporária
- 8) Imersão continuada

SECÇÃO 8 MATERIAIS: CORROSÃO, DEGRADAÇÃO E VIDA ÚTIL

Como foi referido na Secção 1 "Seleção dos sistemas de Condução de Cabos", dependendo das propriedades mecânicas, elétricas, de resistência à corrosão, etc., deve ser utilizado um material ou outro, dotado de um acabamento apto para as condições ambientais a que está submetida a instalação.

A corrosão é definida como a deterioração de um material pelo seu ambiente de instalação devido a uma reação eletroquímica (oxidação). É um processo natural e espontâneo.

A velocidade a que tem lugar dependerá de diversos fatores: a temperatura, a humidade, a presença de substâncias corrosivas, a salinidade do fluido em contacto com o metal e as propriedades dos metais em questão.

Outros materiais não metálicos, como os termoplásticos, também sofrem degradação, ainda que por processos diferentes.



8.1 CORROSÃO E VIDA ÚTIL



Geralmente entende-se por VIDA ÚTIL a duração estimada que um objeto pode ter, cumprindo corretamente com a função para a qual foi fabricado.

No caso das calhas porta cabos, será por isso o tempo durante o qual a calha poderá suportar adequadamente os cabos. A corrosão é um fator determinante na vida útil das calhas, porque pode chegar a comprometer sua resistência mecânica.

Uma escolha do sistema de resistência à corrosão que não tenha em conta a vida útil do produto pode ter repercussões muito importantes como, por exemplo, uns elevados custos de manutenção permanentes.

A VIDA ÚTIL de serviço das peças metálicas, será afetada pelos fenómenos de corrosão, em função das condições do ambiente ou outros fenómenos.

Os principais tipos de corrosão que podemos diferenciar são:



SISTEMAS DE PROTEÇÃO DO AÇO FACE À CORROSÃO

Basicamente existem dois modos de evitar a corrosão do aço:

PROTEGER O AÇO BASE

GALVANIZADO A QUENTE
(ANTES OU DEPOIS DA FABRICAÇÃO DA PEÇA)

REVESTIMENTOS ELECTROLITICOS

PINTURAS

ALTERAR A PRÓPRIA
ESTRUCTURA QUÍMICA DO AÇO

AÇOS INOXIDÁVEIS

8.2 CORROSÃO ATMOSFÉRICA

A corrosão atmosférica é ocasionada quando o metal está exposto a líquidos, sólidos ou gases transportados pela atmosfera. A humidade, o sal, os gases corrosivos e a sociedade são os principais fatores. Este tipo de corrosão produz-se ao ar livre, em lugares com pouca ventilação e em ambientes marinhos.

O eletrólito é constituído normalmente por uma película de humidade extremamente fina e não visível à vista desarmada, ou também por uma película aquosa quando o metal é molhado devido à chuva ou ao orvalho. Está comprovado que a humidade relativa exerce um papel importante na corrosão atmosférica.



SECÇÃO 8 — MATERIAIS: CORROSÃO, DEGRADAÇÃO E VIDA ÚTIL

Em algumas situações estuda-se a corrosão salina de forma independente, dado que a superfície metálica está exposta a diferentes concentrações salinas, formando em certas ocasiões uma pilha galvânica onde a superfície exposta à menor concentração salina comporta-se como o ânodo.

Para elementos metálicos com proteção por revestimentos de zinco (Galvanizados, electrozincados, etc.), a Norma UNE-EN ISO 14713-1 permite estimar a VIDA ÚTIL do revestimento segundo a micragem do mesmo e a corrosividade do ambiente, para a qual se definem velocidades de corrosão em micras/ano para distintas categorias de ambientes:

DURABILIDADE DE REVESTIMENTOS DE ZINCO			EZ	GS	EZ1000	GC (45µm)	GC (70µm)	GC (85µm)	GSP	GCP
CATEGORIA DE CORROSIVIDAD (SEGÚN ISO 14713-3)	C1 MUY BAJO	ZONA SECA OU FRIA SEM CONTAMINAÇÃO	TIPO DE AMBIENTE	ESCRITÓRIOS ESCOLAS, MUSEUS, DESERTOS OU ZONAS ÁRTICAS	♦	♦	♦	♦	♦	♦
	C2 BAJO	INTERIOR SEM VARIAÇÃO DE TEMPERATURA OU CONTAMINAÇÃO		ARMAZENS, POLIDESPORTIVOS ZONAS RURAIS SECAS, CIDADES PEQUENAS	♦	♦	♦	♦	♦	♦
	C3 MEDIO	EM EXTERIOR TEMPERADO COM BAIXA CONTAMINAÇÃO		UNIDADES FABRIS, LATICINIOS, LAVANDARIAS ZONA URBANA OU CUSTEIRA COM POUCA SALINIDADE	♦	♦	♦	♦	♦	♦
	C4 ALTO	CONDENSAÇÃO E CONTAMINAÇÃO MODERADAS. EXTERIOR TEMPERADO		PROCECAMENTO INDUSTRIAL COSTEIRA COM HUMIDADE, PISCINAS, ZONA CONTAMINADA INDUSTRIAL	♦	♦	♦	♦	♦	♦
	C5 MUY ALTO	CONTAMINAÇÃO ALTA, FREQUENTE CONDENSAÇÃO E CONTAMINAÇÃO COM PRESENÇA ALTA DE CLORETOS OU CONTAMINAÇÃO		PISOS SUBTERRÂNEOS, MINAS, NAVES SEM VENTILAÇÃO INDUSTRIAL, ZONA COSTERA, ZONA COBERTA LITORAL	♦	♦	♦	♦	♦	♦
	CX EXTREMO	CONDENSAÇÃO PERMANENTE E CONTINUADA ZONA TROPICAL HUMIDA OU MUITO CONTAMINADA		NAVES SEM VENTILAÇÃO EM ZONAS TROPICAIS SALINAS ZONA INDUSTRIAL SEVERA, AMBIENTE MARINHO	♦	♦	♦	♦	♦	♦

* CONSIDERAVEL INCREMENTO DE DURABILIDADE PELA PROTEÇÃO DO REVESTIMENTO ORGÂNICO S/ISO 12944-5

♦ MUITO BAIXA ♦ BAIXA ♦ MÉDIA ♦ ALTA ♦ MUITO ALTA

MUITO BAIXO: 0 a < 2 anos ALTO: 10 a < 20 anos
 BAIXO: 2 a < 5 anos MUITO ALTO: > 20 anos
 MÉDIO: 5 a < 10 anos

Os principais revestimentos de zinco são:

- GS** Aço Galvanizado antes de fabricação em contínuo e pelo processo Sendzimir
- EZ** Aço Eletrozincado
- GC** Aço Galvanizado a Quente depois da fabricação
- EZ1000** Aço Electrozincado melhorado, com passivação de alta espessura e selado, com resistência à Neblina Salina >1000h
- GSP** Aço Sendzimir recoberto com resina poliéster, com resistência à Neblina Salina >1000h
- GCP** Aço galvanizado a quente depois da fabricação, recoberto com resina poliéster



Os aços inoxidáveis apresentam maior resistência à corrosão, já que ao reagir com o oxigénio forma-se uma película de óxido de cromo passivada e continua, muito resistente e estável na superfície dos mesmos. A correta formação desta capa passiva dependerá dos tratamentos do acabamento recebido antes da fabricação.

No entanto pode ser atacado em ambientes agressivos por alguns tipos de corrosão localizados que podem dar lugar à formação de pontos ou rachaduras.

Com a adição de diferentes elementos na liga, consegue-se melhorar a resistência à corrosão, além de outras características mecânicas, pelo que são definidos nas normas Europeias distintas Classes de Resistência à Corrosão (CRC), segundo a composição química do aço inoxidável.

A tabela seguinte mostra os principais tipos de Aço Inoxidável segundo a sua maior resistência à corrosão, segundo UNE-EN 1993-1-4 "Eurocódigo 3. Estruturas de aço. Parte 1-4: Aços inoxidáveis".

PRINCIPAIS TIPOS DE AÇO INOXIDÁVEL UTILIZADOS			
CLASSE DE RESISTÊNCIA À CORROSÃO CRC	DESIGNAÇÃO SIMBÓLICA	DESIGNAÇÃO NUMÉRICA	OUTRA DESIGNAÇÃO (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 CORROSÃO QUÍMICA

A corrosão química produz-se quando o metal está exposto diretamente a soluções químicas. Dependendo do nível de concentração da solução, tempo de contacto, frequência de limpeza e da temperatura de serviço, assim o nível da corrosão será maior ou menor.

Os materiais plásticos, como o PVC, têm bom comportamento face à grande quantidade de produtos químicos, como indicam las normas DIN 6081 y 130 TR 10358.



De igual modo, os aços inoxidáveis proporcionam maior resistência à corrosão química que os aços com revestimentos de Zinco. Especialmente indicados para ambientes salinos é aço INOX i316.

NO ANEXO DESTE GUIA TÉCNICO PODE CONSULTAR AS TABELAS DE COMPATIBILIDADE QUÍMICA.

8.4 CORROSÃO NO ARMAZENAMENTO

Em alguns casos (aços com revestimento de zinco) quando se armazena o material em lugares com pouca ventilação e húmidos, aparecem manchas brancas sobre as superfícies. Geralmente, as manchas brancas são superficiais e não afetam as propriedades do revestimento, ainda que se recomenda a sua limpeza para que se possa formar corretamente a capa protetora.



O material deve ser armazenado em lugares ventilados e secos, evitando-se sempre armazenar no exterior, ainda que seja com humidade baixa.

8.5 CORROSÃO GALVÂNICA

É um fenómeno comum, e ocorre quando dois metais distintos estão em contacto entre si. Ao entrar em contacto dois metais distintos, cria-se um pequeno par galvânico, atuando um metal como ânodo elétrico e o outro como cátodo elétrico, criando uma corrente de eletrões entre si.



Ânodo 
Cátodo 

Aquele que tenha o potencial de redução mais negativo oxidar-se-á e aquele que tenha um potencial de redução mais positivo se reduzir-se-á.

É importante ter em linha de conta que para que se produza a corrosão galvânica, tem que ocorrer simultaneamente três condições:

- União dos metais com Diferença de Potencial Galvânico
- Contacto físico entre os metais
- Película de humidade condutora na superfície (electrólito)

A CORROSÃO GALVÂNICA NÃO SE PODE PRODUZIR...

...SEM UNIÕES CONDUTORAS
ELECTRICAMENTE



...EM METAIS SEM DIFERENÇA
DE POTENCIAL



...SEM CONTACTO ATRAVÉZ DE UM ELETRÓLITO



Ánodo
Cátodo

Os principais fatores que determinam a aparição da corrosão galvânica são:

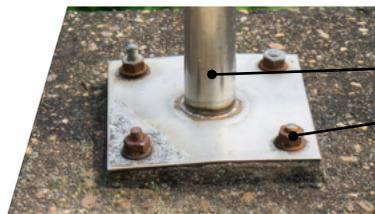
A área de contacto entre as peças Será proporcional ao ataque sofrido pela corrosão.

Quando a peça atacada for de maior superfície que a peça, o efeito galvânico será muito lento.



• AÇO INOXIDÁVEL
• AÇO GALVANIZADO

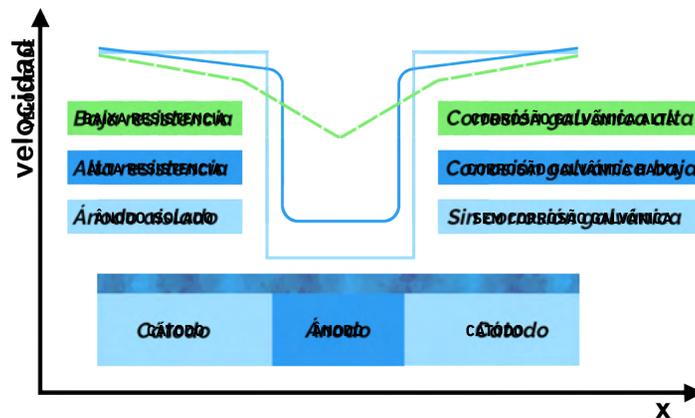
Do mesmo modo, uma área pequena da peça mais pequena acelerará a corrosão face à peça maior.



• AÇO INOXIDÁVEL
• AÇO GALVANIZADO

O meio ambiente em que se encontra Uma maior temperatura e a presença de humidade favorecem a ação de oxidação.

A velocidade de corrosão dependerá da presença continuada ou não da humidade que forma a capa de eletrólito, e da condutividade que será variável segundo a presença de salinidade e contaminantes.



Os materiais afetados Segundo o nível de potencial galvânico entre eles estabelecer-se-á uma maior intensidade de corrosão continuada, reduzindo a vida útil do revestimento anódico.

TABELA: DIFERENÇA DE POTENCIAL GALVÂNICO (mV) ENTRE DIFERENTES METAIS

Na tabela seguinte de potenciais galvânicos, indica-se a compatibilidade da união entre diferentes metais. Os valores abaixo da linha vermelha indicam que existe risco considerável de que se produza corrosão galvânica

- ◆ COMBINAÇÕES DE METAIS COM POTENCIAL GALVÂNICO ALTO
- ◆ COMBINAÇÕES DE METAIS COM POTENCIAL GALVÂNICO MÉDIO
- ◆ COMBINAÇÕES DE METAIS COM POTENCIAL GALVÂNICO BAIXO

	AO INOX.	NIQUEL (Ni)	COBRE (Cu)	LATÃO (Cu-Zn)	BRONZE (Cu-Sn)	AO DE FUNDIÇÃO	AO AO CARBONO	ALUMÍNIO	FERRO MACIO	CROMO	ZINCO (Zn)
AO INOX.	0										
NIQUEL (Ni)	180	0									
COBRE (Cu)	320	140	0								
LATÃO (Cu-Zn)	400	220	80	0							
BRONZE (Cu-Sn)	520	340	200	120	0						
AO DE FUNDIÇÃO	700	520	380	300	180	0					
AO AO CARBONO	750	570	480	350	230	50	0				
ALUMÍNIO	840	660	520	440	320	115	90	0			
FERRO MACIO	855	675	535	455	335	155	105	15	0		
CROMO	950	770	630	550	430	250	200	110	95	0	
ZINCO (Zn)	1150	970	830	750	630	450	400	310	295	200	0

SELEÇÃO DOS ACESSÓRIOS NOS SISTEMAS DE CONDUÇÃO DE CABOS

Na instalação de calhas ou calhas de escada, devido à menor superfície relativa os acessórios poderão sofrer corrosão galvânica, que será mais rápida em ambientes húmidos ou agressivos e dependendo dos materiais:

	MATERIAL DA CALHA / ESCADA					
	REVESTIMENTO DE ZINCO		ALUMÍNIO	INOXIDÁVEL		
	EZ	GC	AL	i304	i316	
ACESSÓRIOS -SUPPORTES -PARAFUSOS	EZ	GC		CORROSÃO GALVÂNICA		CORROSÃO GALVÂNICA
	i304	i316	CORRETO		CORRETO	

- EZ** Electrozincado
- GC** Galvanizado a Quente após fabricação
- i304** Aço Inoxidável AISI 304
- i316** Aço Inoxidável AISI 316
- AL** Alumínio (Ligas 1050, 5754, 6063, etc.)

8.6 CLASSIFICAÇÃO FACE À CORROSÃO PELA NORMATIVA DE SISTEMAS DE CONDUÇÃO DE CABOS

A Norma UNE-EN IEC 61537 "Condução de cabos. Sistemas de Calhas" classifica, de um modo orientativo, os materiais e revestimentos mais comuns segundo o grau de resistência à corrosão em 'classes' de menos resistentes para mais resistentes. Com este tipo de classificação pode-se definir a classe mínima necessária para cada tipo de instalação.

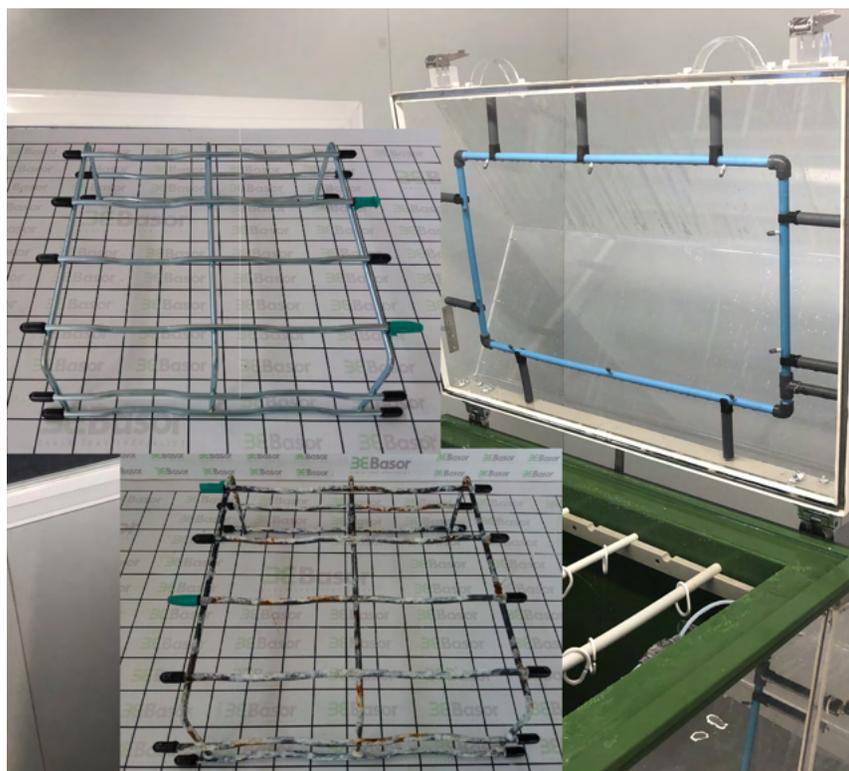
Além disso, a norma UNE-EN IEC 61537 permite estabelecer uma equivalência entre a classe de resistência à corrosão e a duração do ensaio de neblina salina neutra (Ensaio NSS) segundo a Norma ISO 9227, permitindo aos fabricantes e engenheiros estabelecer novos acabamentos ou materiais.

CLASSE	REFERÊNCIA- MATERIAL E REVESTIMENTO	DURAÇÃO (h) ENSAIO NSS
0*	Nenhuma	-
1	Depósito eletrolítico até uma espessura mínima de 5µm	24
2	Depósito eletrolítico até uma espessura mínima de 12 µm	96
3	Pregalvanizado de grau 275 de acordo com a Norma EN 10327 e a Norma EN 10326	155
4	Pregalvanizado de grau 350 de acordo com a Norma EN 10327 e a Norma EN 10326	195
5	Galvanizado a quente com uma espessura de revestimento de zinco de 45 µm (mínimo) segundo a Norma ISO 1461 somente para a espessura de zinco	450
6	Galvanizado a quente com uma espessura de revestimento de zinco de 55 µm (mínimo) segundo a Norma ISO 1461 somente para a espessura de zinco	550
7	Galvanizado a quente com uma espessura de revestimento de zinco de 70 µm (mínimo) segundo a Norma ISO 1461 somente para a espessura de zinco	700
8	Galvanizado a quente com uma espessura de revestimento de zinco de 85 µm (mínimo) Segundo a Norma ISO 1461 somente para a espessura de zinco (Normalmente acero alto teor em silício)	850
9A	Aço inoxidável fabricado segundo a Norma ASTM: A 240/A 240M – 95 a designação S30400 ou a Norma EN 10088 grau 1-4301 sem tratamento posterior**	-
9B	Aço inoxidável fabricado segundo a Norma ASTM: A 240/A 240M – 95 a designação S31603 ou a Norma EN 10088 grau 1-4404 sem tratamento posterior**	-
9C	Aço inoxidável fabricado segundo a Norma ASTM: A 240/A 240M – 95 a designação S30400 ou a Norma EN 10088 grau 1-4301 com tratamento posterior**	-
9D	Aço inoxidável fabricado segundo a Norma ASTM: A 240/A 240M – 95 a designação S31603 ou a Norma EN 10088 grau 1-4404 com tratamento posterior**	-

*Para os materiais que não dispõem de uma classificação declarada de resistência à corrosão.

**O processo de tratamento posterior usa-se para melhorar a proteção contra a corrosão em rachadelas e a contaminação produzida por outros aços.

Para os revestimentos de zinco permite-se estimar a vida útil do material a partir dos valores de velocidade de corrosão, previstos na norma UNE-EM ISO 14731 e dos distintos tipos de ambiente, para cada tipo de acabamento como se refere na Tabela "Durabilidade de revestimentos de zinco " no início da secção.



Ensaio de corrosão acelerada em câmara de neblina salina



3EBasor
CABLE TRAY SPECIALIST

BASOR ELECTRIC S.A. HEADQUARTERS

Avenida Alcodar 45-47
46701 Gandia SPAIN
+34.96.287.6695