



Sistema de Terras: Execução e respetivos materiais

Ordem dos Engenheiros – Região Norte

Sessão Técnica

18/05/2023

Building Connections



O vosso palestrante

Luís Pinto
Departamento Técnico Norte
pinto.luis@obo.pt
Tlm 91 768 2023



Building Connections

Data: 27.out.22 Página: 2





Sistemas de terras: Execução e respectivos materiais

Agenda

- Métodos de ligação de terra
- Tipo de materiais e condições de utilização
- Terra de fundações
- Apresentação de casos prático



3

Eletrodo de terra

A norma das instalações eléctricas de baixa tensão IEC 60050-826, define sistemas de terra como:



„A totalidade das ligações e equipamentos eléctricos usados para aterrar uma rede, um sistema ou um equipamento.“

Também

„Elemento condutor que está embebido no solo ou noutro meio condutivo específico que esteja em contacto eléctrico com a terra.“

Eletrodo de terra – A importância da ligação á terra

O elétrodo de terra numa instalação é imprescindível para:

- A segurança das pessoas
- O escoamento das correntes de defeito
- A proteção dos equipamentos

A sua resistência é variável e dependente da resistividade do solo e da secção dos condutores enterrados.

É natural o envelhecimento dos condutores e a subida do valor da resistência de terra.

Eletrodo de terra – A importância da ligação á terra num SPDA

Quais as funções de um sistema de terras de proteção de raios?

- Escoar as correntes de raio na terra
- Ligação equipotencial entre os condutores de baixada
- Ligação equipotencial perto de paredes condutoras na estrutura do edifício

Porque é importante a ligação de terra?

- Evitar ou minimizar o risco de choque elétrico e de fogo devido a falhas de isolamento.

Eletrodo de terra – A importância da ligação á terra num SPDA

Consequências de um elétrodo de terras executado incorretamente

- Sobretensões perigosas na ligação equipotencial;
- Destruição das fundações devido à insuficiente superfície de descarga da corrente de raio de alta energia;
- Acoplamento galvânico de altas energias da corrente de raio.

Eletrodo de terra – Tipo de materiais e condições de utilização

Quadro 5 – Materiais dos SPDA e condições de utilização ³⁾

Material	Utilização			Corrosão		
	Ao ar livre	Na terra	No betão	Resistência	Reforço por	Poderá ser destruído por acoplamento galvânico com
Cobre	Maciço	Maciço	Maciço	Boa em vários ambientes	Compostos de enxofre Materiais orgânicos	-
	Cableado	Cableado Como revestimento	Cableado Como revestimento			
Aço galvanizado a quente ^(1, 3), 4)	Maciço Cableado ^{b)}	Maciço	Maciço Cableado ^{b)}	Aceitável no ar, no betão e no solo simples	Alto teor de cloretos	Cobre
Aço com cobre eletrodepositado	Maciço	Maciço	Maciço	Boa em vários ambientes	Compostos de enxofre	-
Aço inoxidável	Maciço	Maciço	Maciço	Boa em vários ambientes	Alto teor de cloretos	-
	Cableado	Cableado	Cableado			
Alumínio	Maciço	Impróprio	Impróprio	Boa em atmosferas contendo baixas concentrações de enxofre e cloreto	Soluções alcalinas	Cobre
	Cableado					
Chumbo ^{c)}	Maciço Como revestimento	Maciço Como revestimento	Impróprio	Boa em atmosferas contendo uma forte concentração de sulfatos	Solos ácidos	Cobre Aço inoxidável

Eletrodo de terra – Tipo de materiais e condições de utilização

Quadro 7 – Materiais, configuração e dimensões mínimas dos eletrodos de terra ^{a), b)}

Materiais	Configuração	Dimensões		
		Diâmetro da haste de terra mm	Condutor de terra mm ²	Placa de terra mm
Cobre Cobre estanhado	Cabeado		50	
	Circular maço	15	50	
	Em fita maço		50	
	Canalização	20		
	Placa sólida			500 × 500
	Placa de rede ^{c)}			600 × 600
Aço galvanizado por imersão a quente	Circular maço	14	78	
	Canalização	25		
	Em fita maço		90	
	Placa maço			500 × 500
	Placa reticulada			600 × 600
	Perfil	4		
Aço nu ^{b)}	Cabeado		70	
	Circular maço		78	
	Em fita maço		75	
Aço com revestimento em cobre	Circular maço	14 ^{d)}	50	
	Em fita maço		90	
Aço inoxidável	Circular maço	15 ^{d)}	78	
	Em fita maço		100	

^{a)} As características mecânicas e elétricas, bem como as propriedades de resistência à corrosão devem satisfazer os requisitos da família série da EN 50164.

^{b)} Deve ser integrado no betão com uma profundidade mínima de 50 mm.

^{c)} Placa reticulada com um comprimento mínimo total do condutor de 4,8 m.

^{d)} Diferentes perfis são permitidos com uma secção eficaz de 290 mm² e uma espessura mínima de 3 mm, p.ex. perfil transversal.

^{e)} No caso de uma disposição de ligação à terra de fundação do tipo B, o eletrodo de terra deve estar conectado de forma correta, pelo menos a cada 5 m, com a armadura de aço.

Eletrodo de terra – Métodos de ligação á terra

Combinação de materiais

Combinações de materiais				
Material	Aço galvanizado por imersão (FT)	Alumínio (Alu)	Cobre (CU)	Aço inox (VA)
Aço galvanizado por imersão (FT)	recomendado	possível	não recomendado	possível
Alumínio (Alu)	possível	recomendado	não recomendado	possível
Cobre (CU)	não recomendado	não recomendado	recomendado	possível
Aço inox. (VA)	possível	possível	possível	recomendado

Eletrodo de terra – Métodos de ligação á terra segundo IEC62305-3

Tipo A

- Sistemas horizontais
- Sistemas verticais / piquets de terra

Tipo B

- Sistemas de anel de terra
- Sistemas de terra de fundações



Piquets de terra



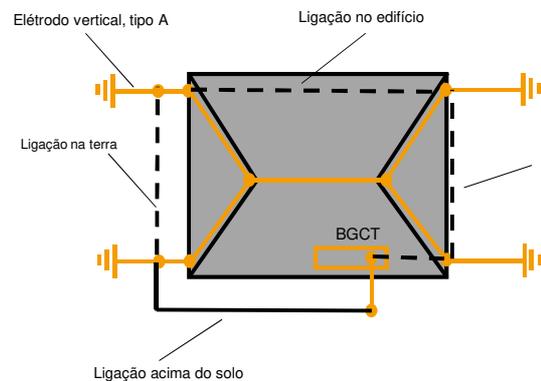
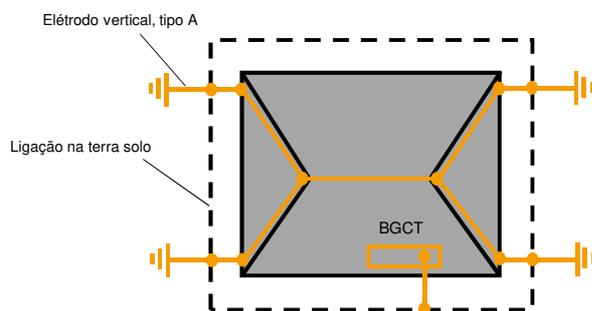
Terra em anel



Terra de fundações

Eletrodo de terra – Métodos de ligação á terra segundo IEC62305-3

Disposição tipo A



Eletrodo de terra – Métodos de ligação á terra segundo IEC62305-3

Disposição tipo B

1. Em anel no perímetro exterior

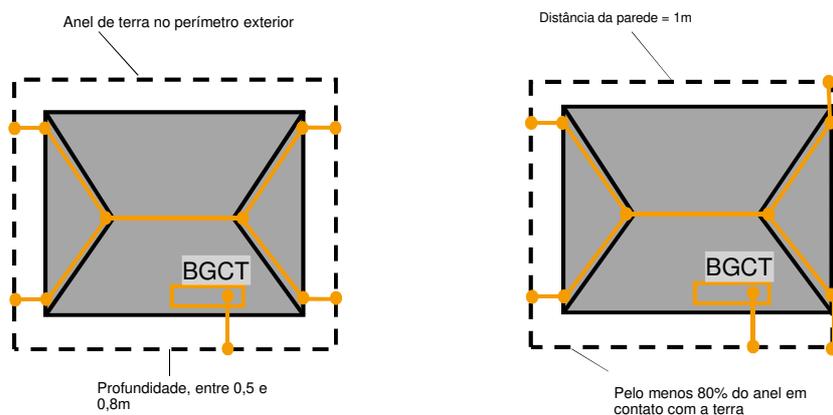
Condutor instalado em redor do edifício fazendo um anel fechado à distância de 1 metro das fundações e a 80 cm de profundidade.

2. Nas fundações

Eléetrodo constituído por condutor embebido nas fundações e ligado ao ferro da construção

Eletrodo de terra – Métodos de ligação á terra segundo IEC62305-3

Disposição tipo B



Eletrodo de terra – Métodos de ligação á terra segundo IEC62305-3

Disposição tipo B – Terra de Fundações



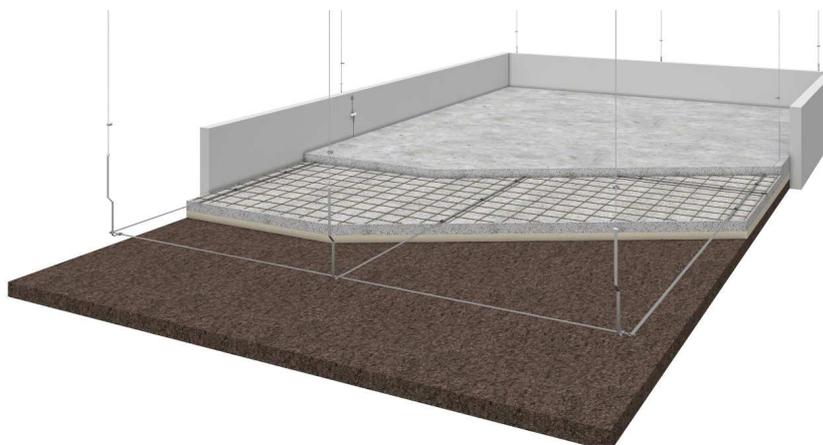
Building Connections

Data: 27.out.22 Página: 15

OBO
BETTERMANN

Eletrodo de terra – Métodos de ligação á terra segundo IEC62305-3

Disposição tipo B – Terra de Fundações



Building Connections

Data: 27.out.22 Página: 16

OBO
BETTERMANN

Eletrodo de terra – Métodos de ligação á terra segundo IEC62305-3

Disposição tipo B – Terra de Fundações



Planeamento e implementação antecipada



Criação de planos de execução detalhados e descrições detalhadas



Acompanhamento cuidadoso da execução e documentação (fotos)

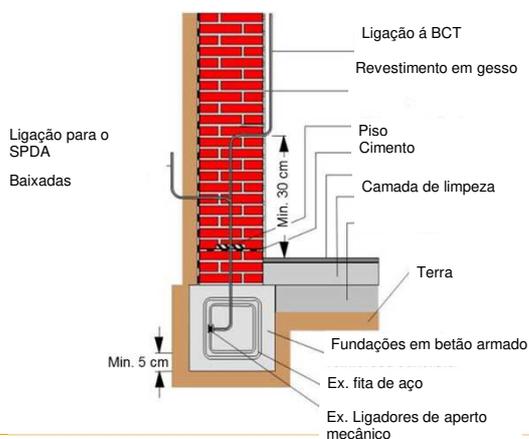
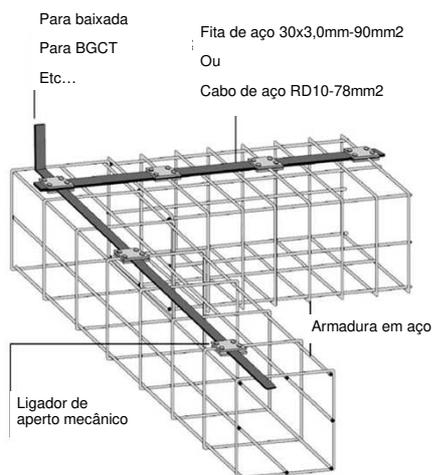
Building Connections

Data: 27.out.22 Página: 17

OBO
BETTERMANN

Eletrodo de terra – Métodos de ligação á terra segundo IEC62305-3

Disposição tipo B – Terra de Fundações



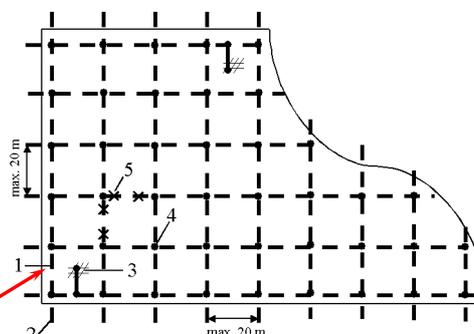
Building Connections

Data: 27.out.22 Página: 18

OBO
BETTERMANN

Eletrodo de terra – Métodos de ligação á terra segundo IEC62305-3

Disposição tipo B – Terra de Fundações



- 1 Condutor da terra de fundações,
- 2 Ponto de ligação da terra com os condutores de descidas,
- 3 Ponto de ligação com o ferro de construção,
- 4 Derivador /cruzeta entre condutores

Eletrodo de terra – Métodos de ligação á terra segundo IEC62305-3

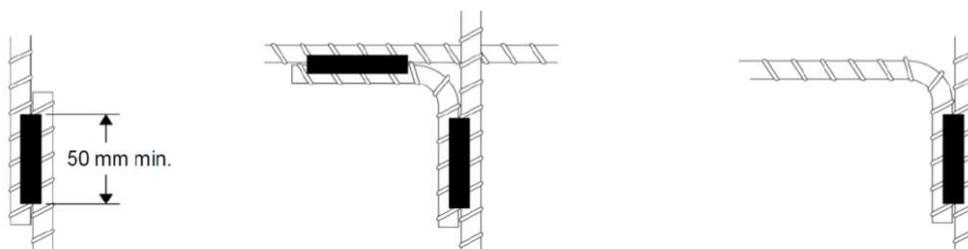
Disposição tipo B – Terra de Fundações

É importante integrar a armadura de fundação com a montagem do eletrodo de terra. O arame habitual nas ligação de fundações pode ser insuficiente. A conexão deverá ser assegurada através de ligadores de aperto mecânico, soldaduras ou através de juntas de ligação.



Eletrodo de terra – Métodos de ligação á terra segundo IEC62305-3

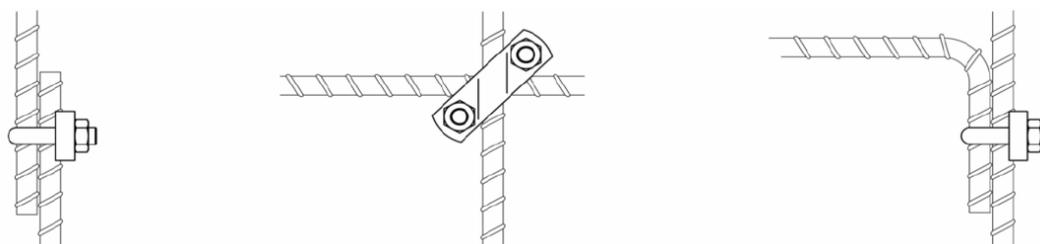
Disposição tipo B – Terra de Fundações



Juntas soldadas – Adequadas à corrente de descarga atmosférica e á CEM
(Compatibilidade eletromagnética)

Eletrodo de terra – Métodos de ligação á terra segundo IEC62305-3

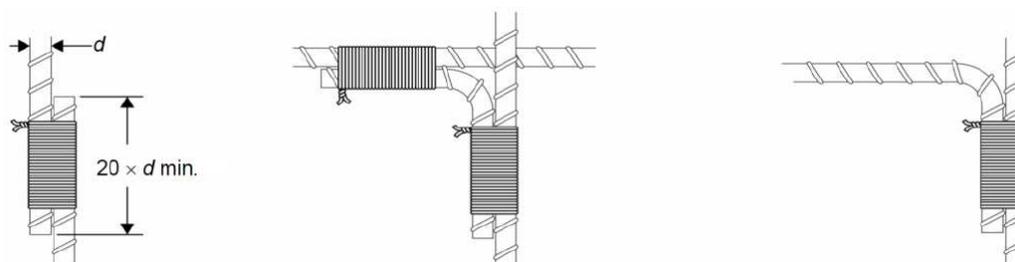
Disposição tipo B – Terra de Fundações



Juntas com aperto mecânico – Adequadas à corrente de descarga atmosférica e á CEM
(Compatibilidade eletromagnética)

Eletrodo de terra – Métodos de ligação á terra segundo IEC62305-3

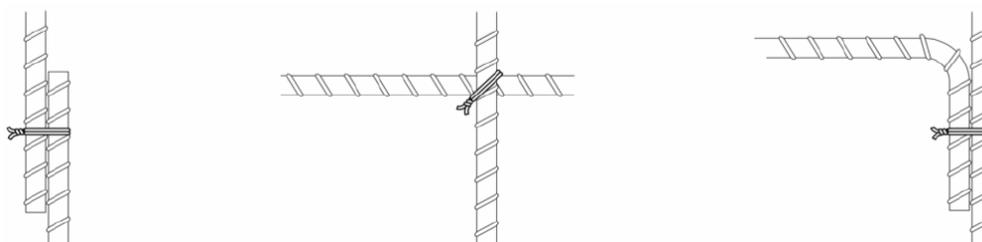
Disposição tipo B – Terra de Fundações



Juntas de ligação – Adequadas à corrente de descarga atmosférica e á CEM
(Compatibilidade eletromagnética)

Eletrodo de terra – Métodos de ligação á terra segundo IEC62305-3

Disposição tipo B – Terra de Fundações



Juntas de amarração – Adequadas apenas á CEM (Compatibilidade eletromagnética)

Eletrodo de terra – Métodos de ligação á terra segundo IEC62305-3

Disposição tipo B – Terra de Fundações



A transição do elétrodo de terra embebido nas fundações para os barramentos equipotenciais é realizada com um ponto fixo de terra instalado antes da cofragem.



Building Connections

Data: 27.out.22 Página: 25

OBO
BETTERMANN

Eletrodo de terra – Métodos de ligação á terra segundo IEC62305-3

Disposição tipo B – Terra de Fundações



- Comprimento da fita de aço nas fundações das sapatas: Mínimo 2,5m
- A ligação entre as sapatas individuais deve ser feita em anel fechado
- O condutor de ligação entre sapatas deve ser disposto de forma a garantir que seja envolvido de pelo menos 5 cm de betão, no caso do aço galvanizado.
- Em alternativa poderá ser utilizado o aço inox ou o cobre

Building Connections

Data: 27.out.22 Página: 26

OBO
BETTERMANN

Eletrodo de terra – Métodos de ligação á terra segundo IEC62305-3

Disposição tipo B – Betão de fibras / Betão não armado



- Risco: Quando o betão de fibra é espalhado, a fita de aço (FT) pode ser empurrada para a terra pelo peso dos camiões.
- A Proteção contra corrosão através do betão (mín. 5 cm) pode não ser garantida.
- Recomendação: utilização de aço inoxidável ou um material de pelo menos a mesma qualidade (cobre).

Building Connections

Data: 27.out.22 Página: 27



Eletrodo de terra – Métodos de ligação á terra segundo IEC62305-3

Disposição tipo B – Exemplos



Building Connections

Data: 27.out.22 Página: 28



Eletrodo de terra – Métodos de ligação á terra segundo IEC62305-3

Disposição tipo B – Exemplos



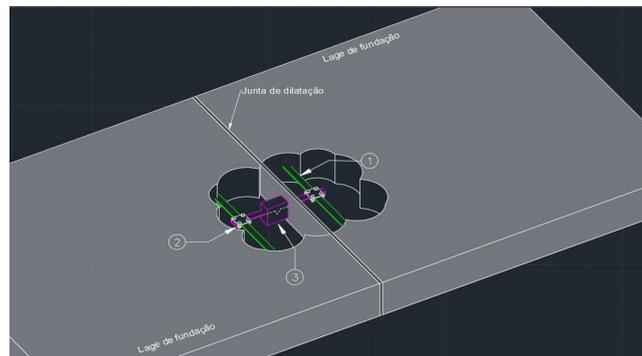
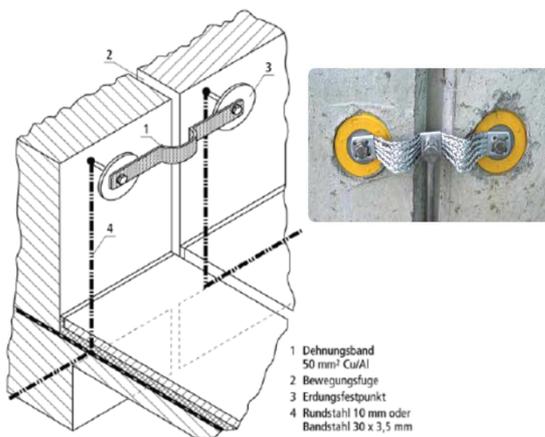
Building Connections

Data: 27.out.22 Página: 29

OBO
BETTERMANN

Eletrodo de terra – Métodos de ligação á terra segundo IEC62305-3

Disposição tipo B – Exemplos



Building Connections

Data: 27.out.22 Página: 30

OBO
BETTERMANN

Eletrodo de terra – Métodos de ligação á terra segundo IEC62305-3

Disposição tipo B – Exemplos



Building Connections

Data: 27.out.22 Página: 31



Eletrodo de terra – Métodos de ligação á terra segundo IEC62305-3

Disposição tipo B – Controlo de Potencial - Exemplos



Building Connections

Data: 27.out.22 Página: 32



Eletrodo de terra – Métodos de ligação á terra segundo IEC62305-3

Disposição tipo B – Fundações isoladas

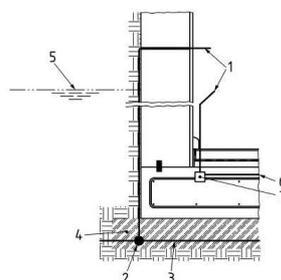
Fundações com aumento da resistência de terra

- Betão impermeável de acordo com a norma EN 206 e DIN 1045-2

- Betume de impermeabilização, como por ex. membranas betuminosas

- Folhas plásticas resistentes ao impacto

- Isolamento térmico (isolamento do perímetro) nas paredes de fundo e laterais das fundações



1. Terminal de ligação
2. Ligação com o anel de terra
3. Anel de terra
4. Placa base
5. Nível de água
6. Condutor de ligação equipotencial funcional, ligação ao ferro de reforço < 2 m.
7. Ligação ao ferro de reforço

Eletrodo de terra – Métodos de ligação á terra segundo IEC62305-3

Disposição tipo B – Fundações isoladas



Fundações não isoladas



Fundações Isoladas - Betume de impermeabilização



Fundações Isoladas - Folhas plásticas



Fundações Isoladas pelo perímetro

Eletrodo de terra – Métodos de ligação á terra segundo IEC62305-3

Disposição tipo B – Fundações isoladas



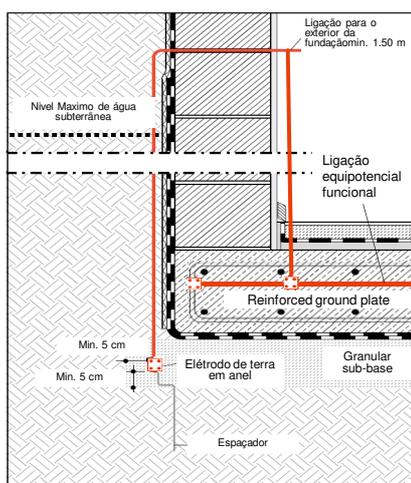
Building Connections

Data: 27.out.22 Página: 35

OBO
BETTERMANN

Eletrodo de terra – Métodos de ligação á terra segundo IEC62305-3

Disposição tipo B – Fundações isoladas



→ Deverá ser instalado um elétrodo de terra em anel e um ligação equipotencial funcional.

Building Connections

Data: 27.out.22 Página: 36

OBO
BETTERMANN

Eletrodo de terra – Métodos de ligação á terra

Disposição tipo B



- ✓ Proteção insuficiente contra a corrosão
- ✓ A transição do solo/ar ou betão ar deverá ser feita em aço inox V4A (316) ou em cobre.

Building Connections

Data: 27.out.22 Página: 37

OBO
BETTERMANN

Eletrodo de terra – Métodos de ligação á terra

Disposição tipo B



Building Connections

Data: 27.out.22 Página: 38

OBO
BETTERMANN

Eletrodo de terra – Métodos de ligação á terra

Disposição tipo B



Building Connections

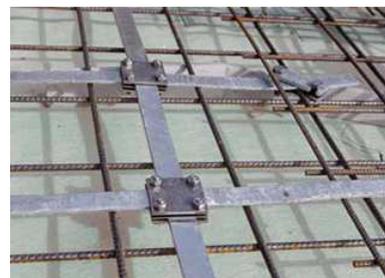
Data: 27.out.22 Página: 39

OBO
BETTERMANN

Eletrodo de terra – Métodos de ligação á terra

Em resumo

- O eletrodo de terra é um dos componentes mais importantes duma instalação elétrica, com ou sem para-raios,
- Com a terra nas fundações, atinge-se normalmente uma resistência de terra baixa, na ordem de 0-1 Ohm,
- A instalação nas fundações protege os condutores da corrosão e define uma segurança duradoura.



Building Connections

Data: 27.out.22 Página: 40

OBO
BETTERMANN

Questões?



Building Connections

Data: 27.out.22 Página: 41



Muito obrigado pela vossa atenção!

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Contactos

Luis Pinto

pinto.luis@obo.pt@obo.pt

Tlm 91 768 2023

www.obo.pt



Building Connections



Canais de informação

QR para Download de catálogos



www.obo.pt Guia de Proteção para instalações elétricas



Subscreva a nossa Newsletter www.obo.pt



Página OBO Bettermann Group



Videos de instalação dos produtos, canal OBO Betterman Portugal



Publicações na página OBO Betterman Group



Conteúdos em OBO Betterman Group

