

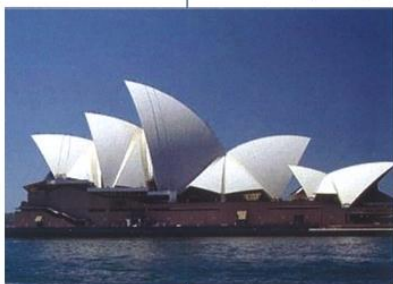
Zinco *protege!*

VERGALHÃO GALVANIZADO POR IMERSÃO A QUENTE
UM INVESTIMENTO CONCRETO



Introdução

O concreto reforçado é um dos materiais de construção modernos mais amplamente usados. Ele é barato, facilmente disponível, possui uma gama de propriedades e características atraentes e é adequado para diversas aplicações em



Sydney Opera House

construções e edificações. Ele também é usado em inúmeras condições de exposição, o que em alguns casos destaca uma das principais deficiências do concreto reforçado: o potencial para o reforço de aço (vergalhão) sofrer corrosão, resultando em descolamento, rachadura e falha do concreto a sua volta.

Por mais de 50 anos, os revestimentos de zinco obtidos através de galvanização por imersão a quente têm sido usados ao redor do mundo para proteger os vergalhões da corrosão, de modo econômico e eficaz.

O problema da corrosão dos vergalhões

O concreto é um material poroso constituído de pequenos poros e capilares, através dos quais os elementos corrosivos como a água, os íons de cloreto, o oxigênio, o dióxido de carbono e outros gases se infiltram na matriz de concreto, eventualmente atingindo os vergalhões. Para cada mistura de concreto, em alguns níveis críticos de elementos corrosivos, o aço despassiva-se e a corrosão se inicia. O concreto por si só exibe boa

resistência de compactação, mas possui pouca resistência de tensão, geralmente cerca de um décimo da resistência de compactação. Quando o ferro se enferruja, os produtos resultantes da corrosão são 2-10 vezes mais volumosos do que o aço original, o que gera tensão que excede a capacidade de tensão do concreto ao seu redor, fazendo-o rachar e fragmentar-se. Após a rachadura ter ocorrido, a capacidade estrutural do elemento pode ser comprometida, podendo ser necessários reparos caros para ampliar sua vida útil.

Como prevenir a corrosão dos vergalhões

O método mais econômico e eficiente de minimizar o risco da corrosão do vergalhão é assegurar que o concreto que cobre o reforço seja da espessura adequada e que o concreto em si seja denso e impermeável.

Outra linha de defesa importante é proteger o próprio vergalhão por galvanização por imersão a quente. Os revestimentos obtidos através de galvanização por imersão a quente formam uma barreira constituída de camadas intermediárias de ferro-zinco e zinco metálico ao redor do aço, que isola a superfície do aço do concreto ao redor. Os vergalhões galvanizados oferecem muitas vantagens sobre os vergalhões convencionais sem proteção, incluindo:

- O zinco possui limite de concentração de cloreto mais alto para corrosão que o aço descoberto. Isso retarda significativamente o início da corrosão, a partir da infiltração de cloretos, na superfície dos vergalhões galvanizados.
- A velocidade de corrosão do zinco no concreto é menor que a do aço, e os produtos de corrosão que o zinco forma não provocam tensões internas tão prejudiciais como as que o aço produz, quando sofre corrosão dentro do concreto.



Efeito da corrosão nas armaduras de aço



- Os revestimentos de zinco proporcionam uma proteção de sacrifício ao aço, o que significa que se ocorrer alguma imperfeição ou rachadura no revestimento, expondo o aço, a corrosão se concentrará preferencialmente na camada de zinco circundante, proporcionando assim uma proteção eletroquímica ao aço exposto. Desta forma, o revestimento galvanizado não pode ser debilitado pelos produtos resultantes da corrosão do ferro, como ocorre no caso de outros revestimentos tipo barreira, como por exemplo, o epóxi.

- A maior resistência à corrosão dos vergalhões galvanizados permite uma maior tolerância à diversidade e aplicações do concreto.
- O revestimento de zinco fornece proteção contra a corrosão dos vergalhões antes de serem embutidos no concreto.

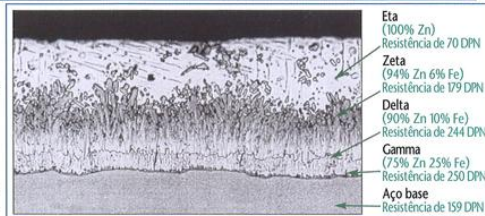


Vergalhões galvanizados

Essas características dos vergalhões galvanizados reduzem sensivelmente o risco de que sejam afetados pela corrosão, que é a responsável pelo aparecimento de manchas de óxido, de rachaduras e de fragmentação do concreto. O uso de vergalhões galvanizados prolonga os intervalos de manutenção das estruturas de concreto e reduz substancialmente o custo de manutenção como um todo.

Vergalhões galvanizados por imersão a quente

O processo de galvanização por imersão a quente permite a aplicação de um revestimento contínuo de zinco metálico sobre o vergalhão de aço, mediante a imersão das barras em banho de zinco fundido, a uma temperatura de cerca de 450°C. Durante essa imersão ocorre uma reação metalúrgica entre o aço e o zinco, produzindo um revestimento formado por uma série de camadas de liga ferro-zinco que se formam na interface aço/zinco, com uma camada externa de zinco puro (a fase eta), que se



Microestrutura dos revestimentos galvanizados por imersão a quente

forma por solidificação do zinco fundido que adere à superfície externa do vergalhão, quando o mesmo é retirado do banho de zinco.

A estrutura única dos revestimentos galvanizados a quente oferece vantagens muito importantes sobre os demais revestimentos. O revestimento galvanizado é ligado metalurgicamente ao aço da



Vergalhões emergindo do banho de zinco líquido

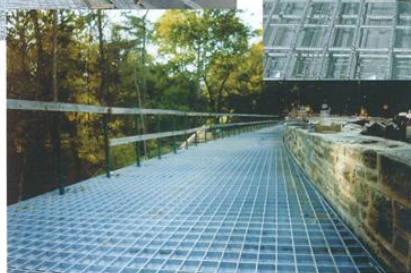
estrutura metálica, produzindo um revestimento que tem uma ordem de grandeza de adesão maior do que, por exemplo, os revestimentos de epóxi aplicados por fusão. Além disso, as camadas de liga ferro-zinco do revestimento são mais duras do que o aço subjacente e combinadas a uma camada externa menos rígida de zinco puro, produzem um revestimento extremamente durável, resistente à abrasão. De uma forma geral, os vergalhões galvanizados podem ser tratados do mesmo modo que os vergalhões sem revestimento e não exigem precauções especiais para proteger o revestimento durante o manuseio, transporte e instalação na obra. Assim mesmo, a aderência dos vergalhões galvanizados ao concreto não é menor do que a dos vergalhões sem revestimento; e em muitos casos é ainda melhor. Isso permite utilizar as mesmas especificações de projeto no concreto armado (tamanho das barras, comprimentos das sobreposições, etc), que se aplicam no caso dos vergalhões sem proteção.



Vergalhões galvanizados no canteiro de obras



Pisos de pontes na América do Norte



Aplicações do vergalhão galvanizado

O uso dos vergalhões galvanizados e outros acessórios (incluindo parafusos, amarras, âncoras, barras de segurança e tubulações) está amplamente generalizado em diversas estruturas e elementos de concreto reforçado. Algumas das aplicações em que a galvanização das estruturas leva a uma decisão de engenharia rentável são as seguintes:

- infra-estrutura de transporte, incluindo pisos de

pontes, pavimentos de estradas e barreiras de segurança;

- os elementos de proteção pré-moldados leves para fachadas e outros elementos arquitetônicos de construção;
- vigas e pilares exteriores e forjados, expostos às intempéries;
- construções pré-fabricadas incluindo elementos tais como módulos de cozinhas e banheiros e barracões móveis;
- elementos submersos ou enterrados sujeitos aos efeitos da água subterrânea e às flutuações das marés;

- estruturas costeiras e marítimas;

- estruturas de alto risco instaladas em ambientes agressivos.



Painéis de janelas pré-fabricados



Tubulações de esgoto

Canais de resfriamento para água do mar



Barreiras de segurança



Túnel



Túnel ferroviário



Existem muitos exemplos ao redor do mundo onde os vergalhões galvanizados têm sido usados com sucesso em diversos tipos de edificações, estruturas e construções de concreto reforçado, incluindo:

- pisos e pavimentos de pontes em concreto reforçado;
- torres de resfriamento e chaminés;
- armazéns para armazenagem de carvão;
- revestimentos de túneis, tanques e instalações para armazenagem de água;
- cais, quebra-mares e plataformas marítimas;
- marinas e ancoradouros flutuantes;

- diques e balastradas costeiras;
- fábricas de papel, plantas de saneamento e tratamento de águas residuais;
- instalações industriais e plantas de produtos químicos;
- equipamentos, fixações para auto-estradas e barreiras de proteção;
- postes e torres de transmissão de energia feitos em concreto.

Alguns exemplos importantes dessas aplicações, muitos dos quais estão presentes em construções e estruturas bem conhecidas ao redor do mundo são descritos mais adiante, na página 10.

Diques



Marina flutuante



Planta siderúrgica – depósito do forno de coque



Estudos de campo das instalações com vergalhões galvanizados

A experiência prática e as pesquisas durante muitos anos demonstram claramente as vantagens da galvanização para a proteção anticorrosão do reforço em aço em muitos tipos de ambientes, incluindo situações de exposição a uma alta concentração de cloreto. A Galvanização tem demonstrado retardar o início da corrosão nas armaduras de aço e reduz o risco de danos físicos nas estruturas de concreto, causados por delaminação, rachaduras e fragmentação.



Ponte Tioga, PA, EUA

Pisos de pontes nos Estados Unidos

As inspeções periódicas realizadas em muitos pisos de pontes nos Estados Unidos, incluindo a retirada de amostras de seções dos vergalhões

galvanizados, demonstraram que os mesmos sofreram somente corrosão superficial e que os pisos estavam em boas condições e sem rachaduras. Em muitos casos, os pisos das pontes examinadas tinham mais de 30 anos e continham níveis de cloreto relativamente altos, muito além do valor limite estabelecido pelo Comitê 201 do Instituto Americano do Concreto para corrosão em vergalhões de aço não tratados, que é de 0,15% por peso de cimento (1,0 libra de Cl-/jarda cúbica de concreto). A Tabela 1 demonstra um resumo dos resultados obtidos a partir dessas investigações, realizadas pelo Laboratório de Tecnologias da Construção. Mais detalhes desses relatórios podem ser obtidos no endereço:

www.galvanizedrebar.com.

Tabela 1
Resumo das inspeções realizadas em pontes dos Estados Unidos pelo Construction Technologies Laboratories, Inc

Localização	Instalação	Data de Inspeção	Conteúdo de Cloretos	Espessura de revestimentos de Zinco	
			Solúveis em Água (% por peso de cimento)**	Milipolegadas	µm
Ponte Boca Chica, FL*		1972	0,3	5,1	130
		1991	0,26 – 0,40	4,0	102
		1999	0,38 – 0,74	6,7	170
Ponte Tioga, PA*		1974	0,1	5,9	150
		1991	0,15	8,8	224
		2001	0,35	7,8	198
Ponte Curtis Road MI	1976	2002	0,14 – 0,96	6,1	155
Ponte Spring Street, VT	1971	2002	0,43 – 1,14	7,5	191
Evanston Interchange, WY	1975	2002	0,85 – 1,55	9,3	236
Ponte NYS Thruway I-87	1990***	2003	0,07 – 0,11	8,0	200
Autopista Río Sêneca NYS	1990***	2003	0,02 – 0,27	14	355

* Múltiplas inspeções foram feitas nessas pontes. Como as medições da espessura do revestimento foram feitas nas amostras dos vergalhões retiradas do centro dos pisos das pontes, é impossível realizar as inspeções no mesmo local. Além disso, a espessura dos revestimentos galvanizados por imersão a quente pode variar ao longo do comprimento das barras. Isso explica como uma espessura maior do revestimento pôde ser lida na mesma ponte em uma data posterior.

Calculado a partir de um conteúdo de cimento de 14%. *Data estimada da construção.



Ponte Athens, PA, EUA



Ponte Boca Chica, FL, EUA



Vista aérea das Ilhas Bermudas



Ponte New Watford, Bermudas

A experiência das Bermudas

Desempenho similar dos vergalhões galvanizados foi obtido nas Ilhas Bermudas, o que confirma a durabilidade a longo prazo do concreto armado com vergalhões galvanizados, em ambientes marítimos. Há mais de 50 anos, todos os cais, quebra-mares, pisos de pontes, sub-estruturas e outras infra-estruturas nas



Pier no Royal Bermuda Yacht Club

Bermudas são regularmente construídas com vergalhões galvanizados. Em 1995, uma inspeção com a retirada de material do interior da Ponte Longbird, que na ocasião tinha 42 anos, reve-

lou que os vergalhões galvanizados ainda tinham a espessura do revestimento de zinco muito além dos valores da nova especificação para revestimento galvanizado por imersão a quente, mesmo com níveis de cloreto no concreto entre 3 a 9 libras/jarda cúbica (1 a 4 kg/m³). Além disso, um exame detalhado das amostras do

concreto dessas estruturas revelou que os produtos resultantes da corrosão do zinco migraram para uma distância considerável (cerca de 0,4mm), a partir da interface zinco/concreto, para o interior da matriz do concreto circundante, sem produzir nenhum efeito visível no concreto. Os estudos demonstram que em concreto de boa qualidade e que esteja bem compactado, bem conservado e com uma espessura adequada de recobrimento, os vergalhões galvanizados se conservam por períodos mais longos e são um método econômico de proteção à corrosão. Em concretos de má qualidade, particularmente aqueles que contêm uma elevada proporção de água/cimento e um recobrimento deficiente sobre a armadura, a galvanização retardará o aparecimento da corrosão do reforço provocada pela presença de cloreto, mas seus efeitos são mais limitados.



Cais de Penno, Bermudas



Central de energia de Tynes Bay, Bermudas (acima e à esquerda)

Como o zinco protege o vergalhão no concreto

A proteção contra corrosão oferecida pela galvanização aos vergalhões do concreto armado deve-se a uma combinação de vários efeitos benéficos. De primordial importância é o limite de cloretos que determina o início da corrosão, que é substancialmente mais alto (2-4 vezes) no caso do aço galvanizado, em comparação ao aço sem revestimento. Além disso, o zinco tem um limite de pH de passivação muito maior do que o aço, o que faz com que o vergalhão galvanizado resista melhor aos efeitos da redução do pH produzidos pela carbonatação, à medida que o concreto envelhece. Mesmo quando se inicia a corrosão do revestimento de zinco, sua velocidade de corrosão é consideravelmente menor do que a do aço não revestido.

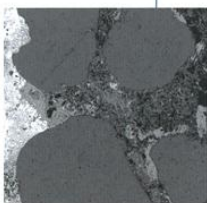


Imagem de microscópio eletrônico (SEM) da região interfacial entre o revestimento galvanizado (fase branca, esquerda) e a matriz do concreto. Os produtos resultantes da corrosão ricos em zinco (fase cinza claro, à esquerda) podem ser vistos migrando para a matriz de cimento. Partículas grandes de cor cinza são de areia fina. (Aumento de 100X).

Por que o vergalhão galvanizado mantém a integridade do concreto

Os produtos resultantes da corrosão do zinco são compostos minerais mais pulverulentos e menos volumosos do que os produtos resultantes da corrosão do ferro e são capazes de migrar da superfície do vergalhão galvanizado para a matriz do concreto adjacente. Como resultado, a corrosão do revestimento de zinco provoca muito poucas rupturas físicas no concreto ao seu redor.

Também há evidências que sugerem que a difusão dos produtos resultantes da corrosão do zinco ajuda a preencher os espaços porosos na interface concreto/vergalhão, tornando essa área menos permeável e ajudando a reduzir o transporte de substâncias agressivas (como os cloretos) através desta interface, que dá acesso ao revestimento de zinco. As reações entre o zinco e o concreto e a difusão dos produtos de corrosão resultantes também explicam porque os vergalhões galvanizados têm uma aderência tão boa ao concreto.



Parede de concreto armado

Reação inicial do zinco no concreto fresco

Quando o zinco reage com o concreto úmido ocorre a formação de hidroxizincato de cálcio, acompanhado pela evolução do hidrogênio. Este produto da corrosão é insolúvel e protege a camada de zinco subjacente (sempre e quando o pH da mistura de concreto circundante esteja abaixo de 13,3). As pesquisas têm demonstrado que durante este período de reação inicial e até que a passivação do revestimento e o endurecimento do concreto ocorram, parte da camada de zinco puro do revestimento é dissolvida.

Entretanto, esta reação inicial cessa quando ocorre o endurecimento do concreto e há a formação da camada de hidroxizincato. As análises dos vergalhões galvanizados, recolhidos de estruturas em campo, indicam que o revestimento permanece neste estado de passivação por períodos de tempo mais longos, mesmo estando expostos aos altos níveis de cloreto do concreto circundante. No caso de concreto com pH elevado ou quando se espera a presença de uma certa concentração residual de cloretos, a superfície do zinco pode ser passivada, usando-se vários pós-tratamentos comerciais, com o intuito de protegê-la contra a evolução excessiva de hidrogênio, o que pode, em casos mais extremos,

reduzir a força de aderência dos vergalhões. Quando o concreto se encontra em condições normais, as pesquisas têm demonstrado que não existe nenhuma diferença estatística na força de aderência do vergalhão galvanizado, tanto no caso de ter sido passivado como no caso de não ter sido.



Sistema profundo de túneis de esgoto, Cingapura

Custo da corrosão

Nas estruturas de concreto reforçado expostas a ambientes agressivos, tais como as regiões costeiras e as zonas industriais, ou quando se utiliza sais de descongelamento, o problema da corrosão dos vergalhões é grave e generalizado e requer a adoção de uma estratégia de combate à corrosão. Um estudo solicitado em 2001 pela Administração Federal de Auto-Estradas dos Estados Unidos, estimou o custo da corrosão nos Estados Unidos em aproximadamente US\$300 bilhões por ano. Somente as pontes das auto-estradas, grandes consumidoras de aço reforçado, contribuíram com mais de US\$8 bilhões desse total. A cifra corresponde, sobretudo, às deficiências estruturais provocadas pela corrosão dos vergalhões de aço dos pisos e das sub-estruturas de concreto armado.



Suporte de concreto com corrosão

Aspectos econômicos dos vergalhões galvanizados

A galvanização por imersão a quente é um investimento pequeno, mas muito importante. É usada exaustivamente em todo o mundo, todos os anos, para proteger milhões de toneladas de aço contra a corrosão. A galvanização por imersão a quente é, portanto, um serviço amplamente disponível, com um custo muito competitivo em relação a outros sistemas de proteção dos vergalhões de aço. Quando comparado ao custo total da construção ou da edificação, e aos enormes custos potenciais associados à manutenção prematura do concreto danificado ou falhas da estrutura, o custo adicional pago pelo vergalhão galvanizado é muito pequeno e plenamente justificado.

Códigos de aplicação e padrões

Mundialmente, as especificações que regulam a galvanização por imersão a quente dos vergalhões de aço diferem de um lugar para outro. Alguns países tratam os vergalhões de aço do mesmo modo que qualquer outro produto de aço, e a galvanização por imersão a quente desses vergalhões enquadra-se nas normas de galvanização geral (Tabela 2). Em outros países foram desenvolvidas normas específicas para a galvanização dos vergalhões de aço por imersão a quente, como também está indicado na Tabela 2.

Modelo comparativo de vida útil em atividade dos vergalhões não revestidos versus vergalhões galvanizados



Os revestimentos de zinco têm limite de corrosão por cloretos (Cl^-) mais alto (2-4 vezes) que o aço não revestido, o que retarda significativamente o início da corrosão. Uma vez iniciada a corrosão do revestimento de zinco, as propriedades dos produtos resultantes da corrosão e sua capacidade de penetrar na matriz do concreto, reduzem a geração de tensões no concreto circundante, o que aumenta a vida útil da estrutura de concreto reforçado.

Resumo

Por um longo período de tempo, a galvanização por imersão a quente tem demonstrado ser uma forma econômica e confiável de proteção do aço do concreto armado, em diversas condições de exposição. A galvanização por imersão a quente é uma das diversas medidas de proteção contra corrosão, usadas para melhorar a durabilidade geral do concreto reforçado. A conveniência de fabricação e fornecimento do produto, o fácil manuseio, transporte e instalação, a sua durabilidade comprovada e o fato de não haver nenhum requisito especial de projeto, favoreceram mundialmente a aceitação do aço galvanizado por imersão a quente, para aplicação numa ampla gama de construções em concreto.



Piso de Ponte



Torre ASER, Adelaide Austrália

Exemplos de estruturas importantes utilizando vergalhões de aço galvanizados

Austrália / Nova Zelândia

Sydney Opera House: painéis de 35 mm de espessura para proteção da cobertura em forma de vela e dos diques do edifício.

Comissão Hidroelétrica, Hobart: proteção com 950 painéis pré-fabricados galvanizados.

Centro de Exposições de Telecomunicações, Melbourne: revestimento com painéis pré-fabricados.

Hotel Intercontinental, Sydney: 1.549 painéis e janelas pré-fabricadas.

Biblioteca Tower, Sydney: barras galvanizadas em colunas e painéis externos.

Tribunal Supremo e Galeria Nacional, Canberra: barras galvanizadas em várias áreas críticas.

Novo edifício do Congresso, Canberra: 1.800 painéis de proteção galvanizados.

Centro Nacional de Tênis, Melbourne: hastes de suporte do estádio pré-fabricadas.

Edifício do Congresso da Nova Zelândia, Wellington: proteção com painéis pré-fabricados.



Tribunal de Townsville, Austrália

Ásia

Templo de Lótus, Índia: vergalhão galvanizado em painéis brancos pré-fabricados.

Piers em Ominichi, Japão: reforço galvanizado em toda a estrutura.

Sistema profundo de túneis de saneamento, Cingapura: 10.000 m de vergalhões galvanizados.



Templo de Lótus, Índia

Estados Unidos e Canadá

Banco do Havaí, Waikiki: arcos decorativos pré-fabricados, com vergalhões galvanizados.

Complexo "Financial Plaza of the Pacific", Honolulu: painéis de proteção pré-fabricados.

Edifício Crocker, San Francisco: elementos estruturais de aço galvanizados.

Edifício Levi Strauss, Califórnia: painéis pré-fabricados.

Universidade de Wisconsin: painéis pré-fabricados e concreto "in-situ" em diversos prédios.

Ginásio de Esportes Wrigley, Illinois: painéis pré-fabricados na plataforma dos assentos.

Estádio de Futebol Hall of Fame, Canton, Ohio: vergalhões galvanizados.

Universidade Georgetown, Faculdade de Direito, Washington, DC: painéis pré-fabricados.

Alojamentos da Guarda Costeira dos Estados Unidos, Elizabeth City, Carolina do Norte: barras de aço galvanizadas em 237 painéis pré-fabricados.

Pisos de pontes e construção de estradas em New York, New Jersey, Flórida, Iowa, Michigan, Minnesota, Vermont, Pensilvânia, Connecticut, Massachusetts, Carolina do Sul, Ontário e Quebec.

Colégio Comunitário Staten Island, New York: painéis pré-fabricados brancos brilhantes.

Divisão de Processamento de Dados da IBM, White Plains, New York: armaduras galvanizadas nos painéis pré-fabricados da fachada.

Centro Cívico de Arkansas: reforço galvanizado em colunas finas externas.



Pisos de pontes na América do Norte

Europa

Teatro Nacional, Londres: mais de 1.000t de barras de aço galvanizadas em paredes de parapeitos expostos.

Teatro do Congresso de Eastbourne, Grã Bretanha: painéis de proteção e das janelas.

Edifício de Escolas Universitárias, Londres: barras e telas galvanizadas.

Estádio Universitário, Birmingham: painéis de 37 mm de espessura usando barras galvanizadas.

New Hall, Universidade de Cambridge: tela galvanizada em segmentos do teto.

Barclays Bank, Londres: janelas pré-fabricadas galvanizadas.

Escritórios, Westminster Bridge, Londres: painéis de revestimento brancos com armaduras galvanizadas.

Cúpula da Mesquita, Roma, Itália: reforço galvanizado.

Equipamento de perfuração de petróleo da ANDOC no Mar do Norte: 2.000t barras de aço galvanizadas no teto do tanque de armazenagem.

Central Elétrica, Spijk, Holanda: dutos de água de resfriamento totalmente galvanizados.

Torres de refrigeração de coque, Dunkirk, França: reforço estrutural galvanizado.

Viaduto Toutry, Ponte St Nazaire e Viaduto Pont d'Ouche, França: vergalhões de aço galvanizado.

Piers Riva di Traiano, Roma, Itália: reforço galvanizado ao longo de toda a estrutura.



Sistema profundo de túneis de saneamento, Cingapura

Tabela 2. Padrões para a galvanização por imersão a quente para aço de reforço.*

Designação	Título do Padrão
Padrões da galvanização por imersão a quente	
Austrália/ Nova Zelândia	AS/NZS 4680
Canadá	CAN/CSA G164
África do Sul	SABS ISO 1461
Europa	EN ISO 1461
Padrões Internacionais	ISO 1461
Padrões de Galvanização por Imersão a Quente de Aço de Reforço**	
Estados Unidos	ASTM A 767
França	NF A35-025
Itália	UNI 10622
Índia	IS 12594
Organização Internacional de Padrões	ISO 14657

* As associações regionais de galvanização constantes em www.galvanizedrebar.com podem disponibilizar ajuda e instruções adicionais para a criação de especificações relativas a vergalhões galvanizados por imersão a quente.

**Um novo padrão europeu para "Aço de Reforço - Aço de Reforço Galvanizado" está atualmente em desenvolvimento. Além disso, na Alemanha, existe a especificação nacional de qualidade/conformidade Z-14-165 "Allgemeine Bauaufsichtliche Zulassung - Feuerverzinkte Betonstähle" ("Autorização geral das autoridades da construção: vergalhão galvanizado").

Mais informações

Para mais informações e detalhes sobre vergalhão de aço galvanizado por imersão a quente, visite o site www.galvanizedrebar.com ou envie um correio eletrônico para galvrebar@iza.com

Esta publicação baseia-se nas informações fornecidas através do livro Galvanized Steel Reinforcement in Concrete (Vergalhão de Aço Galvanizado para Concreto), editado por Stephen R. Yeomans,

Universidade de New South Wales, Canberra, Austrália, publicado por Elsevier.

www.elsevier.com

ISBN: 008044511X



Esta publicação destina-se somente a informação. O editor, a International Zinc Association, tomou todo o cuidado possível para assegurar a precisão das informações contidas nesta publicação, mas não assume nenhuma responsabilidade por perdas ou danos causados a qualquer parte, de qualquer modo, resultantes do seu uso. Esta publicação não pode ser reproduzida, no todo ou em parte, ou em qualquer formato, sem o consentimento prévio, por escrito, do editor.

Zinco *protege!*

Design: Boudreau Design Communications, Canada • Janeiro de 2006

www.galvanizedrebar.com

Website dedicado a promover o conhecimento a respeito
dos Vergalhões Galvanizados por imersão a quente.

As perguntas técnicas podem ser enviadas para:

galvrebar@iza.com

International Zinc Association (IZA), 168 Avenue de Tervueren, B-1150 Bruxelles - Bélgica
Tel: 32.2.7760070 Fax: 32.2.7760089 E-mail: info@iza.com
Internet: www.zincworld.org

