

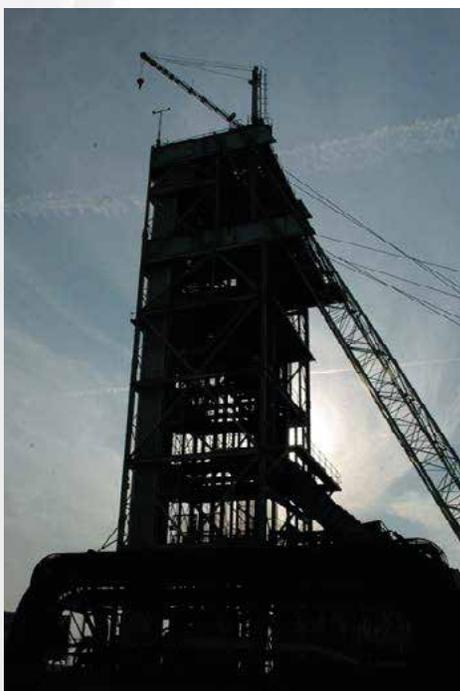
Galvanização por Imersão a Quente na Mineração



Introdução

A indústria da mineração representa investimentos significativos em infraestrutura, um tópico no qual o aço desempenha um papel essencial. Muitas estruturas de uma mina são feitas de aço, incluindo estruturas para poços e galerias (escoras, artefatos de aço para estações e cavaletes); estruturas de retenção (suportes de teto, estribos para tubos); estruturas para transporte (estações de transferência de minério, trilhos móveis elétricos) e estruturas de superfície (edificações de instalações, suportes para tanques, pórticos para tubulações, esteiras transportadoras, chaminés, estruturas de armazenamento, escadas e trilhos).

Frequentemente, a manutenção de componentes estruturais pode ser complicada devido ao ambiente ao qual estão expostos (incluindo ambientes que apresentam presença constante de gases corrosivos) ou ao seu acesso limitado (como poços/galerias às quais o acesso se limita a pequenos turnos de manutenção e onde há espaço limitado de trabalho disponível). Portanto, um sistema de proteção para o aço que não necessite de manutenção, duradouro e econômico deve ser especificado.



A galvanização proporciona ao aço proteção poderosa contra corrosão de longo prazo e resistência à abrasão. A galvanização proporciona proteção de duas maneiras: como uma barreira física contra a corrosão e através de uma proteção galvânica ou de sacrifício que é uma característica singular do zinco, o que aumenta significativamente a vida útil do zinco, mesmo nos ambientes mais complexos.

À esquerda: Mina Kinross

Foto de Capa: Cavalete de aço de Vaals Reefs

Galvanização

A galvanização por imersão a quente é um método para proteger o aço contra a corrosão utilizado por mais de 150 anos. Ao realizar a imersão do aço em zinco fundido, o zinco reage com o aço, formando um revestimento metálico.

Proteção Dupla

Todos os revestimentos são criados para proporcionar uma barreira protetora. O zinco é o único revestimento que proporciona proteção dupla ao aço: uma barreira protetora e uma proteção galvânica.

Revestimentos galvanizados por imersão a quente proporcionam uma barreira metálica impermeável e contínua que impede que a umidade entre em contato com o aço. Sem contato com umidade, não há corrosão. A natureza do processo de galvanização garante que o revestimento metálico de

zinco possua um nível mais alto de aderência e de resistência à abrasão e à corrosão. No entanto, o zinco finalmente começa a sofrer corrosão, ainda que muito lentamente; portanto, a vida útil do revestimento é proporcional à sua espessura. Revestimentos por galvanização contínua aplicados a produtos de aço em bobinas tendem a ser mais finos que revestimentos galvanizados comuns. Tipicamente, revestimentos por galvanização contínua possuem uma espessura de 20-40 microns, enquanto, em termos gerais, revestimentos galvanizados aplicados em itens de aço revestidos através de processo de imersão por batelada apresentem uma espessura que varia entre 85 e 200 microns. Para produtos de aço em bobinas, revestimentos de liga também são fornecidos; porém, as melhorias trazidas por este tipo de revestimento, em comparação ao zinco puro, devem ser cuidadosamente verificadas caso eles sejam considerados para aplicação, não confiando apenas em ensaios de corrosão acelerada. Para produtos de aço galvanizado em geral, o uso de revestimentos de zinco mais espessos, com mais de 85 μm , é normal e aumenta a resistência à abrasão e a resistência à corrosão.

Enquanto o revestimento permanecer intacto, a barreira protetora manterá sua eficácia. Quando danificado, a corrosão terá início na superfície desprotegida. As propriedades únicas do zinco de proteção galvânica do aço proporciona um segundo mecanismo de proteção muito sólido. Em vez do aço, o zinco sofre corrosão em seu lugar; portanto, quando itens galvanizados sofrem arranhões ou corte durante etapas de transporte ou montagem, o aço recebe uma proteção galvânica através de um processo de corrosão anódica do revestimento de zinco adjacente ao aço. Na prática, isso significa que

Os revestimentos de zinco proporcionam uma barreira metálica impermeável e contínua... As propriedades únicas do zinco de proteção galvânica do aço proporciona um segundo mecanismo de proteção muito sólido.

o revestimento de zinco não será rebaixado pelo aço em corrosão porque o aço não é passível de corrosão em áreas adjacentes ao revestimento de zinco. Qualquer exposição do aço subjacente não resultará em corrosão e possui efeito mínimo no desempenho geral do revestimento.

Índices de Corrosão do Zinco

O zinco possui um tempo de vida bastante prolongado. Os índices de corrosão do zinco dependem do ambiente. A corrosão ocorre somente quando a superfície está molhada; mesmo assim, isso depende da duração, da presença de umidade e do seu tipo. Quando uma superfície galvanizada fica completamente molhada por longos períodos de tempo, especialmente por um forte eletrólito, como águas de minas salinas, por exemplo, áreas relativamente extensas de aço serão protegidas, desde que haja a presença do zinco. No ar, em que a umidade não está continuamente presente (como orvalho ou chuva), áreas menores, geralmente medindo alguns milímetros, de aço nu estarão protegidas. O pH (acidez ou alcalinidade) da água ou de outros líquidos que entram em contato com o zinco possui um efeito significativo no índice de corrosão. A relação entre o pH e o índice de corrosão do zinco está ilustrada na Figura 1. O zinco permanece estável em diversas condições de corrosividade encontradas em aplicações de mineração.

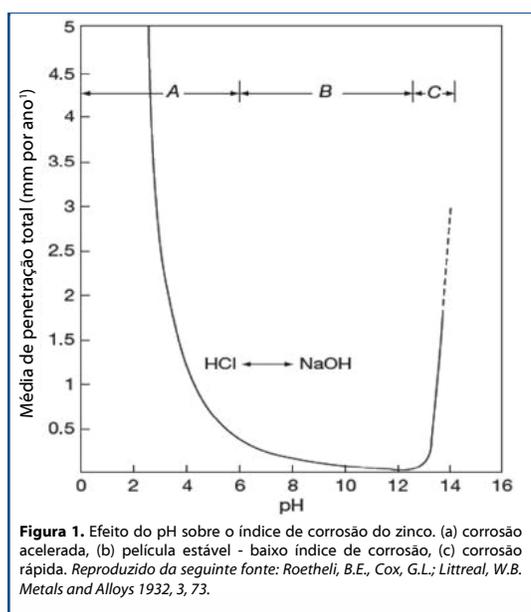
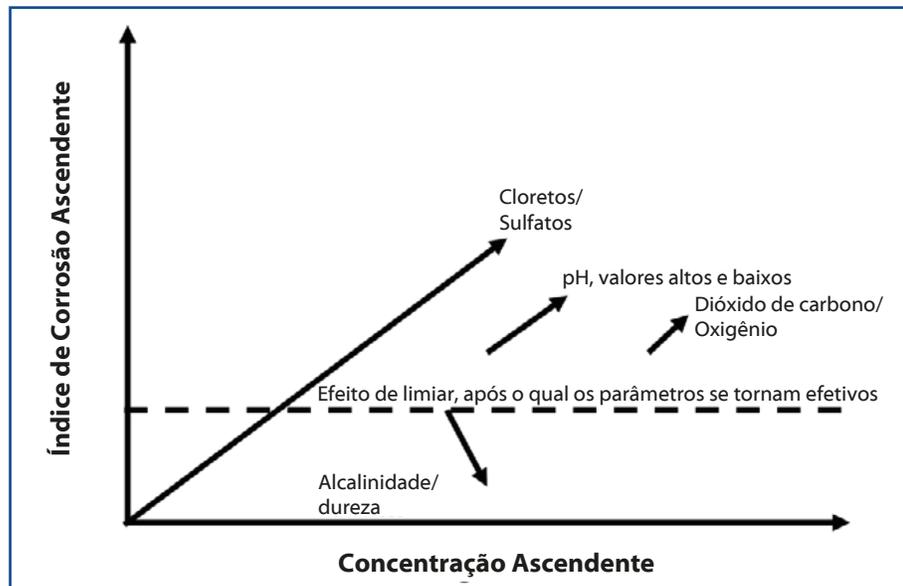


Figura 1. Efeito do pH sobre o índice de corrosão do zinco. (a) corrosão acelerada, (b) película estável - baixo índice de corrosão, (c) corrosão rápida. Reproduzido da seguinte fonte: Roetheli, B.E., Cox, G.L.; Littreal, W.B. *Metals and Alloys* 1932, 3, 73.

Além disso, a água contém diversos sais dissolvidos. Em águas provenientes de atividades de mineração, também podem ser encontrados oxigênio e dióxido de carbono dissolvidos. Os efeitos da qualidade da água no índice de corrosão estão resumidos na Figura 2.

Figura 2. Efeitos da qualidade da água no índice de corrosão de galvanizados por imersão a quente



Em águas duras, os altos níveis de cloreto (>2000 mg/l) podem ser tolerados. Geralmente, sulfatos, nitratos e fosfatos são considerados substâncias protetoras de galvanizados. Todavia, quando combinados a compostos de amônia (como resíduos explosivos em minas), pode haver a formação de compostos solúveis de zinco, resultando no aparecimento de condições ácidas e em ataques ao aço galvanizado. Compostos orgânicos, como taninos, interromperão a corrosão do aço galvanizado por imersão a quente, mas o depósito de sólidos pode gerar condições de corrosão galvânica por concentração diferencial em cantos, ranhuras, recessos, etc. Da mesma forma, a acumulação de limo deve ser evitada, já que isso pode ocasionar um processo de corrosão induzida microbiologicamente (MIC), resultando num ataque de rápida ação. Ao testar linhas de água, é importante que seja utilizada água limpa e que o sistema seja drenado caso ele seja inutilizado por um determinado período de tempo. A cloração não possui qualquer efeito sobre as propriedades protetoras do processo de galvanização. O cobre deve ser somente utilizado a jusante de tubulações galvanizadas. Isso evitará a possibilidade de corrosão localizada por cavitação.



Ambiente da Indústria Mineradora

Freqüentemente, as condições ambientais da indústria mineradora podem ser agressivas e as demandas impostas pelo serviço ao aço são muitas vezes extremas, o que sujeita o aço a um esforço máximo. Tais condições incluem:

- Imersão total em água
- Condições de abrasão e impacto
- Umidade de longo prazo em superfícies
- Temperaturas Elevadas
- Acidez e alcalinidade



Os principais ambientes de mineração são ambientes subterrâneos, ambientes para beneficiamento de minerais na superfície e ambientes de transporte. Revestimentos galvanizados por imersão a quente possuem um histórico de sucesso em termos de proteção de diversas partes de aço para estruturas.

Ambiente Subterrâneo

À medida que aumenta a profundidade e a distância do poço em direção à área de trabalho, a gravidade da corrosão e a incidência de danos mecânicos aumenta significativamente. Freqüentemente, itens utilizados em trabalhos subterrâneos se encontram úmidos e esta água tende a ser corrosiva devido à absorção de fumaças (como fumaças provenientes de explosões) e penetração de água ácida na áreas de trabalho. Áreas de poço podem se tornar agressivas para artefatos de aço devido à presença de água e poeira, além da queda de objetos, o que pode resultar na formação de materiais de cataplasma, o que permite que a corrosão continue embaixo desses materiais.

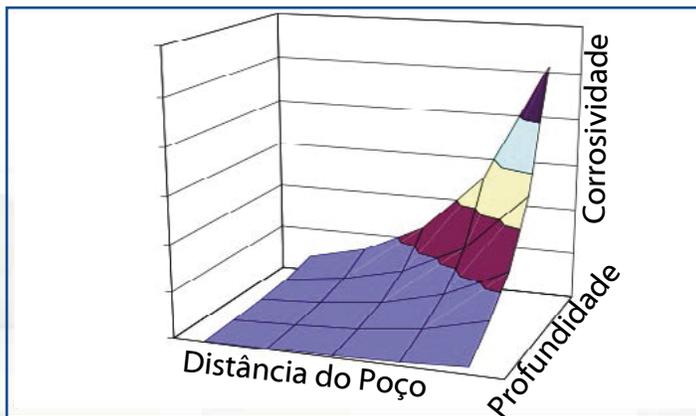


Figura 3. Em ambientes subterrâneos, a corrosividade aumenta à medida que aumenta a profundidade e distância do poço.

Ambiente onde se Encontram as Instalações de Superfície

Os ambientes atmosféricos são classificados em diferentes categorias de gravidade, de acordo com a norma ISO 9223, indicando uma série de intervalos de tempo de serviço para o zinco e para o aço nestes ambientes, conforme demonstrado na Tabela 1.

Tabela 1. Categorias de Ambiente segundo a Norma ISO 9223

ISO 9223		Ambiente Típico
Categoria	Descrição	
C3	Média	Área Costeira ou Industrial
C4	Alta	Área Costeira Calma
C5	Muito Alta	Área Costeira Propícia para a Prática de Surfe
CX	Extrema	Áreas Off-shore/Oceânicas

A relação entre a espessura do revestimento galvanizado e o tempo estimado de serviço do revestimento (definido como o tempo despendido antes que seja necessário realizar uma manutenção no revestimento para restaurar a proteção do metal-base) é mostrada na Tabela 2.

Tabela 2. Relação entre a espessura do revestimento e tempo estimado de serviço

Padrão de Referência	Espessura Mínima μm	Categoria de Corrosividade Seleccionada (ISO 9223) Mín./Máx. de Tempo de Serviço (em Anos)			
		C3	C4	C5	CX
ISO 14713-1	85	40 / >100	20 / 40	10 / 20	3 / 10
	140	67 / >100	33 / 67	17 / 33	6 / 17
	200	95 / >100	48 / 95	24 / 48	8 / 24

Os dados da Tabela 2 são mostrados em forma de gráfico na Figura 4.

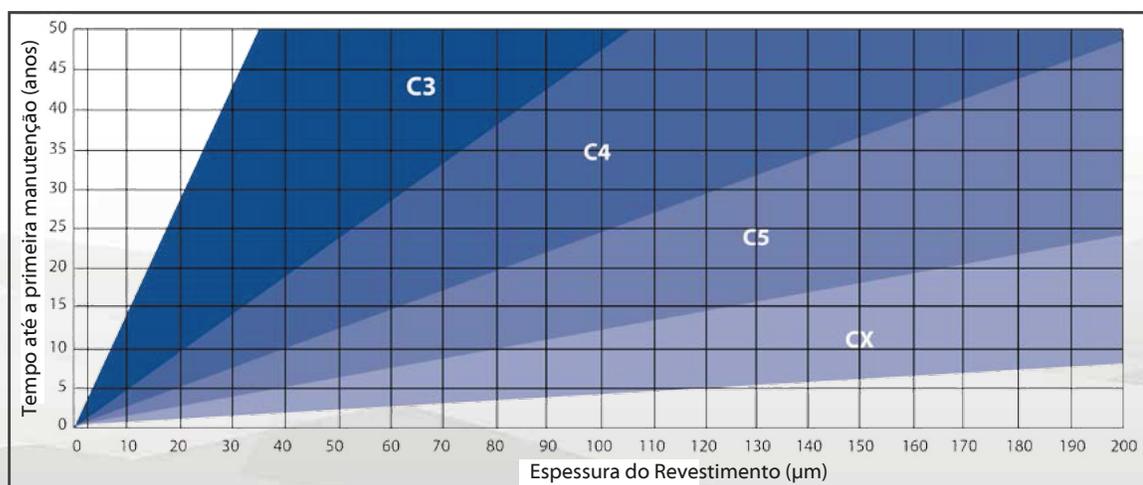


Figura 4. Relação entre a espessura do revestimento galvanizado e o tempo estimado de vida útil

Proteção Adicional e Fins Estéticos

Revestimentos orgânicos (tintas) podem ser acrescentados para aumentar a proteção contra corrosão e para fins estéticos. Geralmente, chapas com galvanização contínua são pré-pintadas nas mesmas instalações onde o revestimento galvanizado é aplicado. Isso proporciona uma preparação precisa da superfície galvanizada antes do revestimento de bobinas. Chapas galvanizadas pintadas podem ser conformadas por rolos para a produção de perfis, conforme especificações do cliente. Avanços recentes da tecnologia de galvanização e sistemas de tinta permitem que chapas galvanizadas pré-pintadas sejam conformadas por rolos com padrões notáveis, oferecendo a arquitetos novas possibilidades de cobertura e recobrimento para construções residenciais, comerciais e industriais.

Revestimentos galvanizados comuns podem ser cobertos com revestimentos orgânicos quando for necessária proteção adicional contra corrosão, segurança, ou por razões regulatórias ou estéticas. Isso incluiria o uso de revestimentos verdes e vermelhos aplicados a tubulações, para indicar seu uso.



A combinação de revestimentos com tintas em cima de revestimentos galvanizados é chamada de "sistemas duplex". Os sistemas duplex se beneficiam de um efeito de sinergia, que permite que o tempo de serviço combinado do aço galvanizado pintado seja maior que a soma dos tempos de vida dos revestimentos galvanizados e de tinta no mesmo tipo de ambiente. O fator multiplicador de sinergia varia de 1,8 a 2,7, dependendo da gravidade das condições de corrosão. O cálculo da equação e dos fatores de sinergia estão indicados na Tabela 3.

Tabela 3: Efeitos de Sinergia nos Tempos de Serviço de Aço Galvanizado Pintado

Tempo de Serviço de Sistema Dúplex = Fator de Sinergia x (Vida útil do Zinco + Vida útil da Tinta)	
Exemplo: Tempo de Serviço = 1,5 x (9 anos + 5 anos) = 21 anos com 5% de ferrugem	
Fator de Sinergia - Valores:	
Ambientes industriais e marítimos	1,8 to 2,0
Água do Mar (Imersão)	1,5 to 1,6
Ambientes Não Agressivos	2,0 to 2,7

As especificações acerca de sistemas de tinta para uso em aço galvanizado se encontram na norma ISO 12944 - parte 5, conforme a tabela 4 abaixo. As categorias de corrosividade C2, C3, entre outras, fazem referência a ambiente de corrosão da norma ISO 9223 conforme Tabelas 1 e 2 acima. Muitos fornecedores de tintas usam como referência as especificações de sistemas de tinta desta especificação, como A7.13, na publicações referentes a seus produtos.

Tabela 4: Trecho da Norma ISO 12944 - Parte 5, que mostra sistemas de tinta a serem utilizados com aço galvanizado nos ambientes de corrosão indicados.

Substrato: Aço galvanizado por imersão a quente																					
A norma ISO 12944-4 fornece alguns exemplos de preparação de superfície. O tipo de preparação de superfície depende do tipo de sistema de tinta e deve ser indicado pelo fabricante da tinta.																					
Nº. de Sistema	Revestimento(s) de Primeira Camada			Revestimento(s) Subsequentes	Sistema de Tinta		Durabilidade Estimada ⁹ (consultar item 5.5 e norma ISO 12M4-1)														
	Aglutinante	Nº. de revestimentos	NDFT ^b em µm	Tipo de aglutinante	Nº. de revestimentos	NDFT ^b em µm	C2			C3			C4			C5-I			C5-M		
							L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H
A7.01	—	—	—	PVC	1	80															
A7.02	PVC	1	40	PVC	2	120															
A7.03	PVC	1	80	PVC	2	160															
A7.04	PVC	1	80	PVC	3	240															
A7.05	—	—	—	AY	1	80															
A7.06	AY	1	40	AY	2	120															
A7.07	AY	1	80	AY	2	160															
A7.08	AY	1	80	AY	3	240															
A7.09	—	—	—	EP, PUR	1	80															
A7.10	EP, PUR	1	60	EP, PUR	2	120															
A7.11	EP, PUR	1	80	EP, PUR	2	160															
A7.12	EP, PUR	1	80	EP, PUR	3	240															
A7.13	EP, PUR	1	80	EP, PUR	3	320															

Tipo de aglutinante	Nº. de componentes	Possivelmente a base de água	Aglutinante para revestimento(s) subsequente(s)	Nº. de componentes	Possivelmente a base de água
AY = Acrílico	1 pacote	X	AY = Acrílico	1 pacote	X
PVC = Policloreto de vinil	1 pacote		PVC = Policloreto de vinil	1 pacote	
EP = Epóxi	2 pacotes	X	EP = Epóxi	2 pacotes	X
PUR = Poliuretano aromático ou alifático	1 ou 2 pacotes	X	PUR = Poliuretano aromático ou alifático	1 ou 2 pacotes	X

^b NDFT = Espessura nominal de película seca. Consulte o item 5.4 para mais detalhes

⁹ Neste caso, a durabilidade está relacionada à aderência do sistema de tinta ao substrato galvanizado por imersão a quente.

Galvanização por Imersão a Quente: Um Sistema de Proteção Econômico

Ao comparar a galvanização por imersão a quente a outros sistemas de proteção, dois elementos precisam ser considerados: os custos iniciais de aplicação do sistema de proteção e os custos do seu ciclo de vida, incluindo manutenção, para garantir que o aço esteja protegido contra corrosão durante todo o tempo do projeto de mineração. Embora os custos iniciais sejam geralmente uma pequena

parcela dos custos totais, os custos de ciclo de vida podem ser muito maiores que os custos iniciais, especialmente se são necessários frequentes trabalhos de manutenção.

Os custos iniciais da aplicação de um revestimento de zinco por meio de galvanização por imersão a quente são comparáveis aos custos de aplicação de um sistema de proteção somente composto por tinta de alta qualidade. No entanto, a maior vantagem da galvanização por imersão a quente é o seu tempo prolongado sem manutenção. Depois de aplicado, não há mais custos durante o tempo de vida do projeto. Sistemas somente com tinta apresentam falhas após alguns anos, exigindo manutenções periódicas subsequentes, resultando em grandes gastos com manutenção. A galvanização, enquanto sistema de proteção para componentes de aço em minas, pode resultar em economias de 50% ou mais em custos totais de proteção do aço num período de 30 anos em um dado projeto. Nenhum outro tipo de sistema de proteção proporciona retornos melhores sobre investimentos.

Uma Escolha Sustentável

O zinco é parte integral do meio ambiente, naturalmente presente em rochas, no solo, na água e no ar. É um micronutriente essencial para humanos, animais e vegetais. Os revestimentos de zinco aumentam significativamente a durabilidade e o ciclo de vida de produtos de aço e, assim como o aço, o zinco é 100% reciclável, conservando recursos naturais valiosos e resultando numa diminuição de gastos para as futuras gerações.



Conclusão

A galvanização por imersão a quente proporciona uma proteção de nível superior ao aço. Ela é rapidamente e facilmente aplicada, cobrindo por completo a superfície do item de aço, mesmo em áreas inacessíveis, desde que tal artigo tenha sido adequadamente projetado. Os revestimentos galvanizados por imersão a quente oferecem um tipo único de proteção dupla que previne a corrosão, mesmo que o revestimento esteja danificado. Muitas vezes, pinturas de manutenção são impossível em ambientes de mineração; portanto, a única opção para estruturas revestidas apenas com tinta é a sua substituição. Os revestimentos galvanizados por imersão a quente são duros e resistentes ao aparecimento de lascas. Eles oferecem proteção contra corrosão, sem necessidade de manutenção e por tempo prolongado, mesmo em ambientes agressivos de mineração, gerando economias significativas.

Estudos de Caso

Projetos na Superfícies

Mina de Carvão Goedehoop (Exxaro)	11
Mina Moma (Kenmare Resources)	12
Mina de Cobre Phalaborwa (Rio Tinto)	13
Projeto de Expansão de Worsley - Alumina (BHP Billiton)	14
Melhorias na Eficiência da Refinaria de Alumina Pinjarra (Alcoa)	15
Planta de Beneficiamento da Mina Sishen (Kumba Iron Ore / Anglo American)	16
Construção de Britador da Mina Sishen (Kumba Iron Ore)	17
Abóbada Modular para Armazenamento de Reservas na Mina de Zinco Skorpion (Vedanta)	18
Abóbada para Armazenamento da Mina de Cobre Highland Valley (Teck Resources)	19
Mina Red Dog (Teck Resources)	20
Mina de Chumbo e Zinco Polaris (Teck Resources)	21
Operações em Trilho (Teck Resources)	22

Mineração Subterrânea

Aplicações Siderúrgicas da Mina Kinross (fechada)	23
Mina de Platina Rasimore (Amplats)	24
Estruturas de Aço para Poços/Galerias de Vaals Reefs (AngloGold Ashanti)	25
Projeto Black Mountain Deeps (Vedanta)	26
Suportes de Mandril em Minas de Carvão (KWK "Mysłowice-Wesoła")	27

Transportadoras

Sistemas de Transportadoras na Mina de Carvão Douglas (BHP Billiton)	28
Esteira Transportadora de Longa Distância (Mina de Cobre Doña Ines de Collahuasi)	29
Mina de Minério de Ferro Brockman 4 (Rio Tinto)	30
Transportadora de Longa Distância de Worsley - Alumina (BHP Billiton)	31

Terminal Marítimo

Terminal Marítimo para Entrada de Ácido Sulfúrico e Petróleo (Interacid Chile)	32
--	----

Expressamos nosso reconhecimento e gratidão pela contribuição de galvanizadores e associações do segmento com relação a estes estudos de caso. As informações de contato destes membros da IZA podem ser encontradas nas listas de membros da IZA em www.zinc.org.

Projetos na Superfície: Mina de Carvão Goedehoop (Exxaro)

Local: África do Sul

Ambiente de Superfície: CX

A Mina de Carvão Goedehoop foi aberta na década de 80 do século XX. Na metade dos anos 90, a mina foi expandida diversas vezes, incluindo aumento das instalações de lavagem e do sistema de transportadora para fornecimento de materiais.

Inspeções das instalações já existentes revelou danos extensos nos revestimentos de tinta. A manutenção de revestimento nestas aplicações é quase impossível a menos que todas as operações sejam interrompidas.

Considerando a dificuldade de acesso e condições climáticas extremas, o revestimento recomendado para a expansão das instalações de lavagem era um sistema "duplex", composto por uma camada única de sistema de epóxi com alta resistência, isto é, sem aplicação de primer, sobre uma superfície galvanizada por imersão a quente e jateada. O revestimento de epóxi foi aplicado nas instalações do galvanizador.

Após 10 anos, uma inspeção revelou que o revestimento duplex se encontrava em condições excepcionais, tanto que o revestimento orgânico precisou ser danificado intencionalmente para verificar a aderência do revestimento orgânico e as condições gerais do revestimento galvanizado por imersão a quente subjacente.



Estrutura de aço na Mina de Carvão Goedehoop



Cortes transversais mostraram que a aderência do revestimento estava em boas condições.



Espessura de revestimento galvanizado por imersão a quente (tinta removida)



Espessura total de revestimento duplex

Projetos na Superfície: Mina Moma (Kenmare Resources)

Local: Moçambique

Ambiente de Superfície: C4 - C5

Em Moma, localiza-se o maior depósito mineral de titânio do mundo, localizado na costa de Moçambique, ao norte de Beira. O projeto abarcava o design, a fabricação de aço off-site e galvanização por imersão a quente, seguido pelas logísticas de carregamento, transporte marítimo de toda a instalação do projeto, transbordo por meio de balsa até a praia, reboque por terra cobrindo uma distância de 3 a 4 km até os locais que faziam parte do escopo do projeto. O projeto exigia um planejamento integrado de logística e coordenação de todos os regimes de abastecimento. Antes deste projeto, não existiam infraestruturas ou instalações formais.

As condições corrosivas encontradas neste local remoto podem ser classificadas como C4-C5, um nível bastante alto de acordo com a norma ISO 9223. O índice de corrosão estimado do zinco era de aproximadamente 2 a 3 μm por ano neste ambiente. Como resultado, o aço para estruturas galvanizado por imersão a quente terá um tempo de serviço livre de manutenções com duração aproximada de 30 anos.



Visão aérea das instalações de processamento.
Foto: Cortesia da Kenmare Resources.



Instalações de concentrador de líquidos e drenos em operação à noite. Foto: Cortesia da Kenmare Resources.

Projetos na Superfície: Mina de Cobre Phalaborwa (Rio Tinto)

Local: África do Sul

Ambiente de Superfície: C1-C2; CX em áreas específicas

As condições atmosféricas gerais da Mina de Cobre Phalaborwa são secas e apresentam quantidade substancial de poeira, o que aparentemente seria um ambiente C1 ou C2. No entanto, foi confirmado que existem condições climáticas agressivas nas instalações para zircônia e ácidos, onde diversos materiais corrosivos, incluindo ácido sulfúrico eram produzidos, criando um ambiente CX.

Uma inspeção realizada em 2005 das escadas de cabo de aço, instaladas na década de 80, revelou que o sistema em pó "duplex" de epóxi ainda estava em boas condições. Ao realizar um corte transversal no revestimento para verificar a aderência de tinta, o revestimento permaneceu intacto, apesar das tentativas de removê-lo na área onde o corte transversal foi feito. No entanto, diversos tipos de revestimento em componentes situados no local estão em processo de degradação. No momento da inspeção, as escadas de cabo de aço não estavam mais em uso pois a construção foi considerada supérflua.



Escadas de cabo de aço in loco na Estação de Transferência Nº. 1, considerada supérflua.



Indicação de espessura total de revestimento sobre barra lateral limpa da escada de cabo de aço;



Revestimento em pó exposto, sujeito a um ensaio de aderência por corte transversal.



A mina de cobre Phalaborwa, a céu aberto, se trata da maior cratera resultante de ação humana na África.

Projetos na Superfície: Projeto de Expansão de Worsley - Alumina (BHP Billiton)

Local: Austrália

A Refinaria de Alumina Worsley está localizada na Austrália Ocidental, em operação desde 1984. No início do século XXI, o projeto de joint venture para extensão da Worsley foi estabelecido, para aumentar a capacidade da refinaria de 1,88 milhões de toneladas por ano (mtpa) para 3,1 milhões de mtpa, considerando uma duração mínima de projeto. Por questões de precaução, os produtos químicos utilizados no processamento de alumina e revestimentos metálicos foram evitados. No entanto, visto que itens galvanizados já presentes nas instalações apresentavam um excelente tempo de serviço, como bandejas de cabos e outros itens auxiliares de aço, a situação foi reanalisada. Foram encontrados pontos valiosos e positivos na capacidade de manuseio do aço galvanizado, na imunidade à radiação solar (UV), proteção de arestas afiadas, além de outras características complementares à capacidade do aço.

Fornecimentos realizados de maneira precisa e oportuna foram essenciais para cumprir com as exigentes demandas do projeto. Oito mil toneladas de aço para estruturas foram entregues dentro de um período de 12 meses. A galvanização por imersão a quente proporcionou ajuda significativa para:

- Cumprir prazos apertados: o aço está pronto para construções, sem necessidade de pinturas realizadas in loco
- Melhorar a qualidade do sistema: fornece estruturas duráveis
- Melhorar o controle de projetos: não é necessária pintura in loco
- Permitir flexibilidade de contratos: o aço pode ser galvanizado fora do local de aplicação em diversos locais
- Reduzir riscos: o revestimento galvanizado é muito mais resistente a danos causados por transporte e montagem do que tintas.



Refinaria de Alumina Worsley

Projetos na Superfície: Melhorias na Eficiência da Refinaria de Alumina Pinjarra (Alcoa)

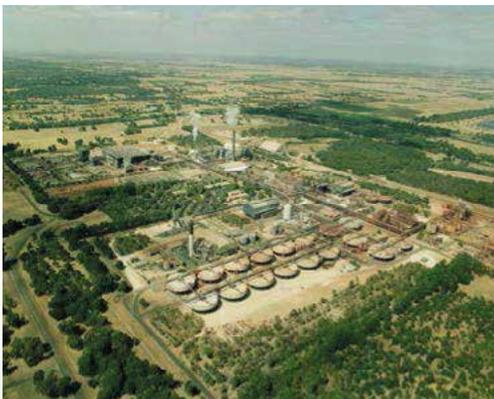
Local: Austrália

A Refinaria de Alumina Pinjarra da Alcoa, localizada a cerca de 90 quilômetros ao sul de Perth, na Austrália Ocidental, foi renovada em 2004 para aumentar a produção de alumina em 660.000 toneladas por ano. O uso significativo de aço para estruturas exigiu uma boa proteção contra corrosão.

A galvanização por imersão a quente proporcionou eficiência significativa, tanto em termos de custo quanto de tempo. Os limites de pH precisaram ser considerados com cautela, por conta de todos os materiais de revestimento. Devido a melhorias no processo e design, os níveis de pH foram reduzidos a limites aceitáveis de alcalinidade, especialmente devido ao fato de que o zinco é menos afetado por soluções cáusticas moderadas e não é propenso a degradações severas (e muitas vezes catastróficas). O uso de componentes de aço de tamanho similar fez com que o processo de galvanização se tornasse menos complicado para o galvanizador.

O projeto foi administrado por Hatch, que registrou as seguintes vantagens da utilização de aço galvanizado:

- Revestimento sem danos na entrega e durante instalação
- Ocupação reduzida do local
- Sem atrasos devido a intempéries
- Imunidade a ações severas de raios UV



Refinaria de Alumina Pinjarra



Componentes de aço galvanizado para estruturas

Projetos na Superfície: Planta de Beneficiamento da Mina Sishen (Kumba Iron Ore / Anglo American)

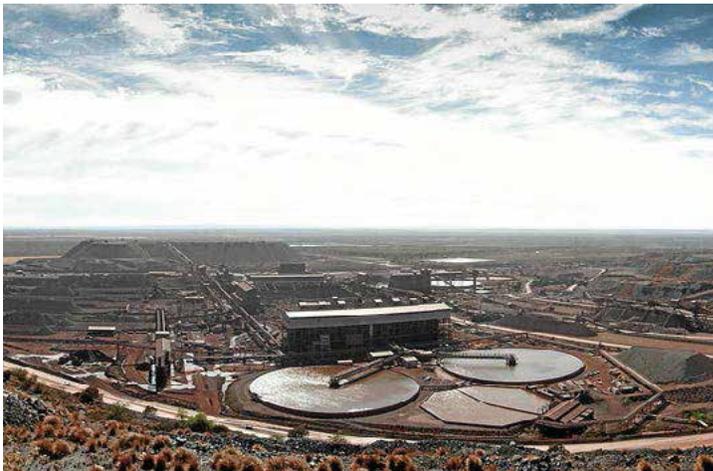
Local: África do Sul

Ambiente de Superfície: Árido

A Mina Sishen está localizada na província do Cabo Setentrional, na África do Sul. Trata-se da terceira maior mina de minério de ferro a céu aberto do mundo, produzindo 30 milhões de toneladas de minério de ferro por ano.

O aço galvanizado foi extensamente utilizado nas condições áridas apresentadas no local.

A mina realiza suas exportações através do porto de Saldanha, na Província do Cabo Ocidental, a uma distância de 861 km. Os trens possuem, em média, 3.780 m de comprimento - os maiores trens do mundo. Esta linha exclusiva faz uso abrangente de equipamentos galvanizados ao longo da linha de trem, como placas de aperto, suportes de catenárias, cercas, etc. O trem de maior comprimento e peso já utilizado media 7,5 km de comprimento, com 660 vagões, que carregava 68.640 toneladas de minério.



Mina Sishen. Foto: Cortesia da Anglo American.



Vagões partindo da Mina Sishen transportando minério de ferro. Foto: Cortesia da Kumba Iron Ore.

Projetos na Superfície: Construção de Britador da Mina Sishen (Kumba Iron Ore)

Local: África do Sul

O novo britador principal está situado no limite da cratera existente, em uma área na qual ela foi aterrada. As instalações do novo triturador principal foram fundadas a uma profundidade de 35 m abaixo do nível do solo.

Paredes reforçadas mecanicamente foram necessárias para permitir o acesso de caminhões basculantes, com 400 toneladas, ao britador. O aterro foi composto de magnetita, que possui uma densidade maior que outros tipos de material para aterragem, o que exigia características adicionais de retenção. Ensaios demonstraram que isso não possui qualquer efeito sobre a corrosão de telas de aço soldadas ou tiras de reforçamento.

Este design inovador, que resultou num registro de patente em 2006, permitiu o uso bem-sucedido da galvanização em aplicações importantes encontradas em atividades de mineração a céu aberto.



Parede B de britador quase completa



Mina Sishen de ferro a céu aberto Foto: Cortesia da Anglo American.

Projetos na Superfície: Abóbada Modular para Armazenamento de Reservas na Mina de Zinco Skorpion (Vedanta)

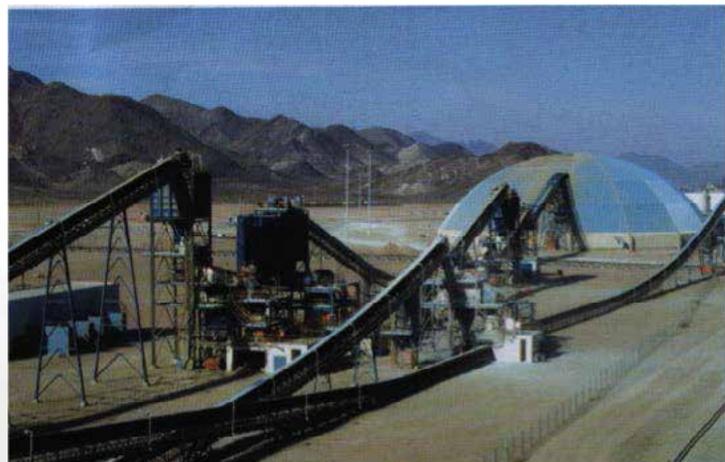
Local: Namíbia

A Mina Skorpion está localizada na região sul do Deserto da Namíbia e trata-se de uma grande operação de mineração a céu aberto. A empilhadeira circular foi instalada para trabalhar com 50.000 toneladas de minério bruto. Cerca de 300 toneladas de aço foram transportados até a abóbada, revestida com 11.300 m² de chapas galvanizadas com revestimento de tinta colorida. A abóbada possui 93 m de diâmetro e 30 m de altura. Existem 25 transportadoras e a maior delas possui vários quilômetros de extensão. As considerações do ponto de vista ambiental foram essenciais e a poeira foi uma das principais preocupações. O montante foi armazenado na abóbada e todas as transportadoras possuíam sistema de controle de entrada de poeira. Os alimentadores foram cobertos com perfis de chapas galvanizadas com revestimento de tinta colorida.

O isolamento da área demandava que grandes partes da empilhadeira/desempilhadeira fossem pré-fabricadas e transportadas até o local para montagem, com poucos trabalhos de submontagem realizados no local. A maior parte pré-fabricada media aproximadamente 45 m de comprimento, com 2,5 m de profundidade e 2 m de largura. Era essencial que a empilhadeira/desempilhadeira fosse montada antes do início de qualquer atividade que envolvesse a abóbada. A montagem da abóbada envolveu um planejamento cuidadoso, visto que a estrutura só se sustentaria depois que os últimos elementos estruturais estivessem em suas devidas posições. Considerações acerca da montagem da abóbada foram uma parte significativa do seu processo de engenharia. Suportes temporários foram necessários durante a etapa de construção. A coluna central da empilhadeira/desempilhadeira oferecia suporte, reduzindo a necessidade de estruturas adicionais de suporte. A montagem da abóbada ocorreu sem incidentes devido às especificações referentes ao aço geradas em computador e um ensaio de montagem antes do transporte até o local.



Abóbada para armazenamento de reservas na Mina Skorpion em construção



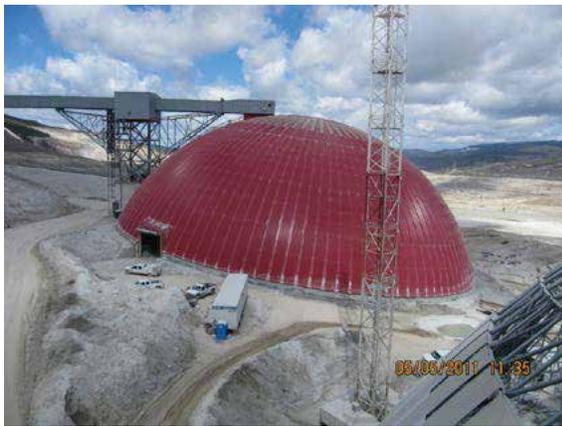
Abóbada para armazenamento de reservas na Mina Skorpion quase finalizada

Projetos na Superfície: Abóbada para Armazenamento da Mina de Cobre Highland Valley (Teck Resources)

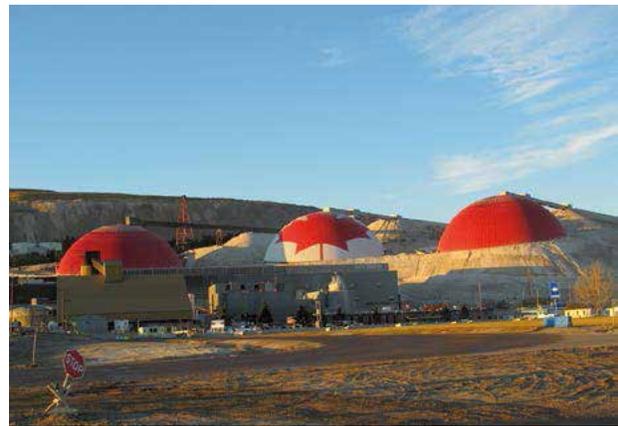
Local: Canadá

As Abóbadas para Armazenamento da Mina de Cobre Highland Valley estão localizadas em Logan Lake, na Colúmbia Britânica.

A emissão de partículas de poeira era um problema no local e não era possível borrifar o minério nas transportadoras com água para reduzir a poeira. Para minimizar a emissão de partículas de poeira, três abóbadas geodésicas foram fabricadas, para cobrir as três pilhas de estocagem. As abóbadas foram construídas para que as pilhas de estocagem permanecessem utilizáveis durante todo o período de construção. As abóbadas foram projetadas utilizando uma estrutura tubular em aço galvanizado e um sistema de cobertura de aço galvanizado. Cada abóbada possui um diâmetro básico de 100 m e uma área de superfície total de 11.000 m². A cobertura das abóbadas é formada por chapas de aço galvanizado corrugado e curvado, com painéis de enchimento de aço galvanizado de conformação customizada. A folha de bordo, na parte central da abóbada, é feita com 864 chapas de metal, maior que um estádio de futebol, com 100 m de largura e 80 m de altura.



Abóbada para Armazenamento da Mina de Cobre Highland Valley



Abóbadas para Armazenamento da Mina de Cobre Highland Valley

Projetos na Superfície: Mina Red Dog (Teck Resources)

Local: Alasca, Estados Unidos

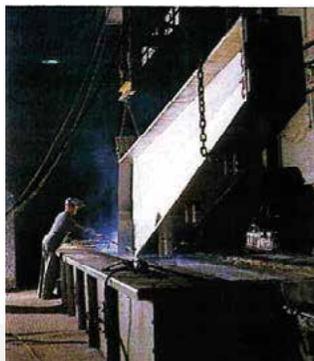
A mina Red Dog está localizada a 200 km acima do Círculo Polar Ártico e a 90 km da costa do Mar de Chukchi.

O minério é extraído e processado no local de mineração, sendo depois transportado por caminhão, percorrendo 86 km, até chegar ao porto, onde é armazenado em grandes estruturas de armazenamento de minerodutos durante o inverno, até o início da temporada de navegação, que dura de 90 a 100 dias, durante o verão ártico.

A ligação entre a mina e o porto representa um grande desafio. Para lidar com os trabalhos extensos de drenagem exigidos durante o verão, aproximadamente 10 km de galerias de escoamento foram utilizados para acomodar 646 travessias para drenagem transversal. Existem 9 importantes travessias por rios; portanto, são necessárias pontes com larguras de até 100 m. As pontes utilizaram componentes galvanizados e a estrutura para minerodutos (a maior estrutura localizada no Alasca) é recoberta com chapas de aço galvanizado pré-pintadas.

Executou-se o maior volume possível de produção fora dos locais de instalação, devido ao isolamento dessas áreas. O complexo para acomodações foi construído em Idaho, Estados Unidos, e as instalações de moagem, nas Filipinas. Especificou-se a galvanização por imersão a quente para todos os componentes externos de construção.

Após oito anos, inspeções revelaram que não havia danos de corrosão em nenhuma das estruturas galvanizadas.



Coluna de aço para suporte para estrutura de armazenamento de mineroduto. Devido ao seu tamanho, cada coluna precisou ser imersa duas vezes na cuba de galvanização.



Colunas para suporte carregadas em um caminhão para transporte. No total, 100 colunas, cada uma pesando cerca de 3.600 kg, foram galvanizadas por imersão a quente para a montagem da estrutura de armazenamento.

Projetos na Superfície: Mina de Chumbo e Zinco Polaris (Teck Resources)

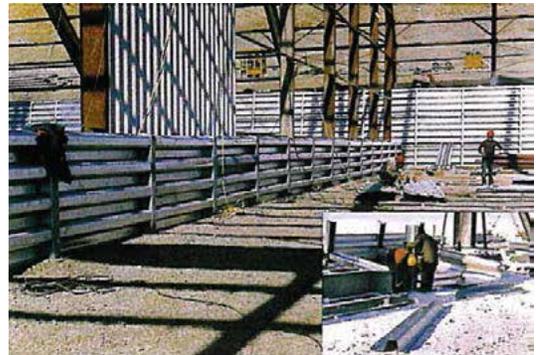
Local: Canadá

A mina de Chumbo e Zinco Polaris estava localizada na Ilha Little Cornwallis, a 100 km do polo norte magnético. A temperatura média durante o verão é de 0°C e a temperatura normal no inverno é de -45°C. O pergelissolo (permafrost) apresenta dureza como o concreto e possui 1/4 de milha de espessura, há ventos incessantes com velocidades acima de 80 km/h; além disso, durante seis meses, o local fica em total escuridão. Nestas condições, mesmo tarefas comuns se tornam problemas difíceis, que exigem soluções inovadoras.

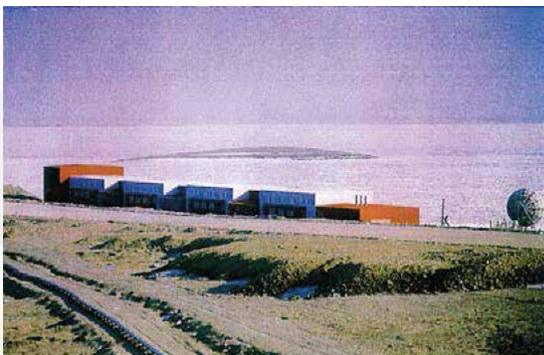
A Teck solicitou especificamente aço galvanizado por imersão a quente como o material de construção das três principais estruturas da Mina Polaris (as instalações de processamento, a estrutura de armazenamento de mineroduto e o complexo de acomodações), além de diversos componentes acessórios. As três estruturas principais fazem uso de mais de 50.000 m² de chapas de aço galvanizado pré-pintadas e mais de 5.500 kg de estruturas leves de aço galvanizado. Um desafio significativo era o fato de que, sempre que possível, instalações inteiras eram produzidas em outros locais e enviadas ao local.



As instalações de processamento a caminho do local de montagem, numa balsa em Trois-Rivières, no Quebec. No local, estas instalações abrigarão o concentrador, as áreas de manutenção e armazenamento, oficinas e quatro geradores a diesel para suprir as necessidades energéticas das operações.



Muros de arrimo de aço galvanizado compõem a base da estrutura para mineroduto. A inserção mostra a montagem de paredes para almoxarifado.



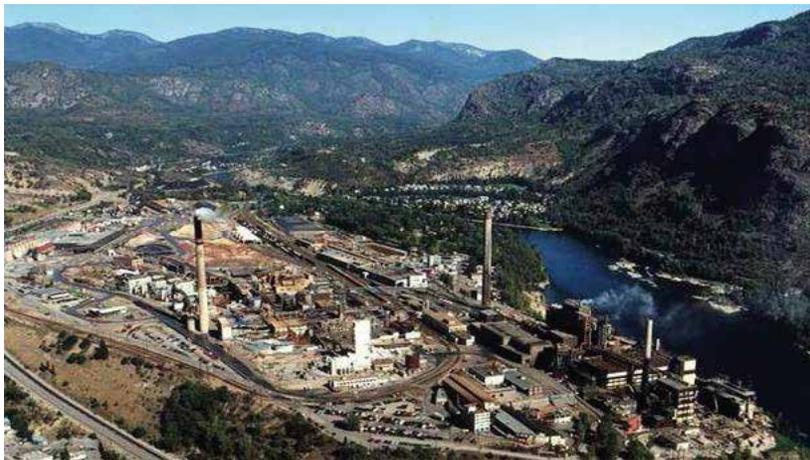
O edifício de acomodações, com 275 m de comprimento, é uma estrutura modular formada por uma disposição linear de duas ou três unidades, de maneira alternada; Construído sob um grande hangar móvel, este design premiado de aço galvanizado permitiu que os trabalhos acontecessem rapidamente, mesmo em condições muito severas durante o inverno.

Projetos na Superfície: Operações em Trilho (Teck Resources)

Local: Canadá

Localizada em Trail, Colúmbia Britânica, a Refinaria de Zinco Trail é uma das maiores produtoras de zinco no mundo.

Fez-se uso disseminado de aço galvanizado na construção das instalações, desde paredes e pisos a gabinetes para cabos, passando por corrimões, grelhas para piso e subestações elétricas. O cavalete que leva os trilhos até as instalações de preparação de alimentação para o fundidor de chumbo contém 460 toneladas de aço para estruturas galvanizadas por imersão a quente e 4.000 m² de grelhas galvanizadas para piso.



Trail Colúmbia Britânica, Canadá



Refinaria de Zinco Trail

Mineração Subterrânea: Aplicações Siderúrgicas da Mina Kinross (fechada)

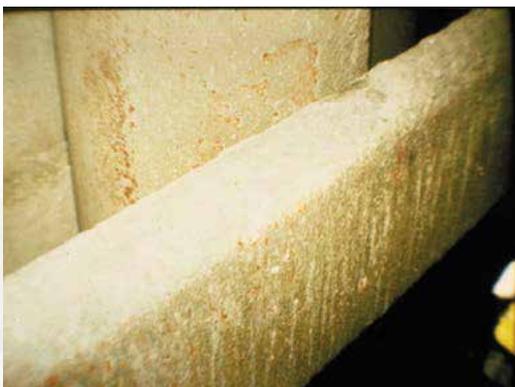
Local: África do Sul

Grande parte da experiência adquirida que permitiu a especificação do processo de galvanização por imersão a quente para aço utilizado em poços/galerias de minas remonta a uma inspeção passada realizada na mina Kinross, depois de 10 anos de funcionamento. Estabelecida em 1975, ela é um estudo de caso que mostra que a galvanização é capaz de oferecer um tempo de vida útil prolongado, superando sistemas de tinta previamente aplicados (epóxis, em geral). O poço possui mais de 2 km de profundidade e pode ser dividido em três zonas: a zona seca (até 400 m), a zona intermediária (entre 400 e 1400 m) e a zona úmida (além de 1400 m), onde concentrações de depósitos no aço e em tubulações permanecem saturadas.

Em inspeções realizadas na zona seca, onde fluxos contínuos de água não passam sobre o aço, foram identificadas medidas de espessura do revestimento acima de 110 μ m (isto é, sem perdas mensuráveis) em escoras e tubulações verticais.

Na zona intermediária, a presença de água corrente aumentou significativamente. No entanto, os efeitos corrosivos se limitavam a 15% das escoras superiores, onde ocorreu uma remoção completa da proteção de zinco. Isso confirmou as previsões de probabilidade do modelo proposto.

Na zona úmida, o aço galvanizado se encontrava protegido por um revestimento de epóxi. Uma pequena degradação do sistema dúplex era evidente em locais nos quais não ocorria saturação completa. Foi percebido um certo grau de empoamento na tubulação vertical, mas o revestimento galvanizado continuava a oferecer um excelente nível de proteção para o aço subjacente. Tanto o zinco quanto a tinta foram destruídos nas superfícies das escoras devido a impactos contínuos provocados pela queda de entulhos. A estação adjacente de aço galvanizado ainda estava em boas condições; normalmente, esta área não está exposta à saturação contínua da água ou a danos causados por impacto de entulhos.



Depósitos sobre aço galvanizado por imersão a quente e "dúplex" para poços/galerias na mina Kinross



Após dez anos, as escoras estavam em boas condições, embora as camadas mais externas apresentassem deformações, como era de se esperar. No entanto, não foi identificada nenhuma perfuração que necessitasse de reparos de alto custo.

Mineração Subterrânea: Mina de Platina Rasimone (Amplats, agora conhecida como Mina de Platina Royal Bafokeng)

Local: África do Sul

Ambiente de Superfície: CX

A construção da mina de Platina Royal Bafokeng teve início em 1997. A mina está localizada a 150 km ao noroeste de Joanesburgo. Ao contrário de minas de ouro com grande profundidade, as minas de platina costumam ser mais rasas, com profundidades que variam entre 500 e 1200 m. As águas encontradas em minas de platina tendem a ser menos agressivas que as encontradas em minas de ouro. Estas águas também são duras e quase neutras, em termos de pH, embora seja comum um nível alto de cloretos (750 mg/l).

Foram utilizadas 8000 toneladas de aço para os dois poços inclinados e para as instalações de superfície. Experiências prévias com a galvanização por imersão a quente indicaram que este processo seria adequado para os dois tipos de estrutura. A galvanização abarcou o aço utilizado para estruturas, assim como estruturas para edificações, transportadoras, grelhas para piso, corrimões e armações para equipamentos.

Uma inspeção realizada em 2002 revelou que o tempo de vida útil estimado, de mais de 25 anos, pode ser facilmente cumprido. A galvanização por imersão a quente apresenta um bom desempenho na área de moagem, área de flotação (especialmente em pisos onde ocorrem casos frequentes de derramamento), aço para aplicações subterrâneas (onde ocorre abrasão devido a queda de entulhos e acumulação de depósitos, o que compromete revestimentos alternativos), transportadoras e cavaletes. O aço galvanizado era utilizado para revestir calhas; estas apresentavam perfurações devido a condições altamente abrasivas. Na área de reagentes, a especificação de revestimento excluiu o uso de aço galvanizado por imersão a quente devido a dados incompletos referentes a desempenho; no entanto, itens de menor tamanho (como tubos e corrimões) galvanizados apresentaram um ótimo desempenho. Por outro lado, o sistema convencional de tinta orgânico (um sistema de três camadas de copolímeros vinílicos sobre uma superfície de metal com categoria de preparação Sa 21Z2 ou quase branco) utilizado em outras aplicações na área de reagentes apresentou um desempenho marginal, o que demandou substituição ou, ao menos, manutenção a cada dois anos, aproximadamente.



Mina de Platina Rafoken Rasimore. Foto: Cortesia da Royal Bafokeng Nation.

Mineração Subterrânea: Estruturas de Aço para Poços/Galerias de Vaals Reefs (AngloGold Ashanti)

Local: África do Sul

Planejamento do poço número 11 em Vaal Reefs (agora denominada Mina Moab Khotsong), iniciado em 1988. Estudos preliminares de qualidade da água que podem ser mais facilmente encontrados indicaram que o desempenho apresentado pela galvanização seria bom. A abertura de poços teve início em 1992. O poço possui 10,6m de diâmetro e 3,16km de profundidade. Todos os artigos de aço utilizados no poço foram galvanizados.

Uma inspeção de acompanhamento foi realizada em 2006, durante a qual a medição da espessura do revestimento encontrada se encontrava entre 150 e 300 μm . Em algumas áreas com danificação mecânica, o revestimento se encontrava lascado; no entanto, medições indicaram que ainda havia um revestimento com espessuras entre 25 e 35 μm (principalmente uma camada de liga de ferro-zinco). Não foi observado nenhum tipo de fluência em películas subjacentes ou outro tipo de ataque ao aço, apesar desta danificação; o revestimento galvanizado ainda desempenhava sua função de proteção.



Componentes de aço utilizados em poço montados acima do nível do solo, para garantir montagem adequada.



Guias para poço galvanizadas por imersão a quente dispostas no local de aplicação, aguardando instalação no poço.



A espessura do revestimento de escoras em quatro níveis distintos de poço foram inspecionadas; porém, como apresentava espessura residual de revestimento equivalentes, somente relatos de dois casos foram feitos. Na maioria dos casos, o crescimento calcário foi removido antes da medição da espessura residual do revestimento.



Espessura de revestimento de aço utilizado em estação de carga/descarga em poço

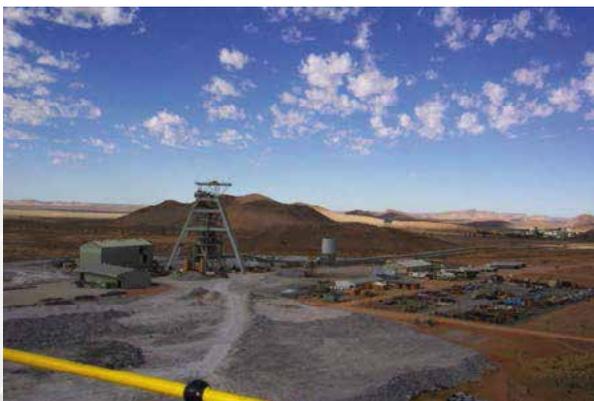
Mineração Subterrânea: Projeto Black Mountain Deeps (Anglo Operations, agora denominada Vedanta)

Local: África do Sul

Black Mountain é uma mina de cobre, chumbo e zinco localizada na Província do Cabo Setentrional, na África do Sul. O projeto abarca a instalação da infraestrutura a dois poços - o operacional, com 7,4 m de diâmetro, e o de ventilação, com 6,2 m de diâmetro. Foram utilizadas 2360 toneladas de aço galvanizado. A galvanização por imersão a quente foi identificada como o método mais eficiente para proteção contra corrosão de poços, que foram classificados como "úmidos". O uso alternativo de revestimentos orgânicos foi considerado inadequado e impossível de se manter.

Apesar da escolha da galvanização por imersão a quente para proteção contra corrosão, surgem diversas questões que devem ser percebidas:

- Crie margens em folgas e tolerâncias para garantir que flanges e faces com juntas parafusadas sejam facilmente manuseados. Variações na espessura de galvanização podem se tornar um problema com acessórios de aço que exigem um uso maciço de empacotadores.
- Verifique cuidadosamente as estampagens para garantir que mudanças adicionais não sejam necessárias. Algumas mudanças no design podem ser necessárias.
- Recomenda-se uma cooperação estreita entre o designer, fabricante, galvanizador e montador para garantir que todos os envolvidos compreendam em que casos considerações especiais para a galvanização são exigidas.
- Recomendam-se também treinamentos sobre o uso do aço galvanizado (como manuseio adequado, etc.).
- Ainda, recomendam-se limpeza e inspeção cuidadosas de áreas ocas do aço antes do processo de lingagem.
- Deve-se fixar um método de reparo objetivo para realizar reparos em galvanizados danificados.



Black Mountain Deeps



Componentes estruturais de aço galvanizado

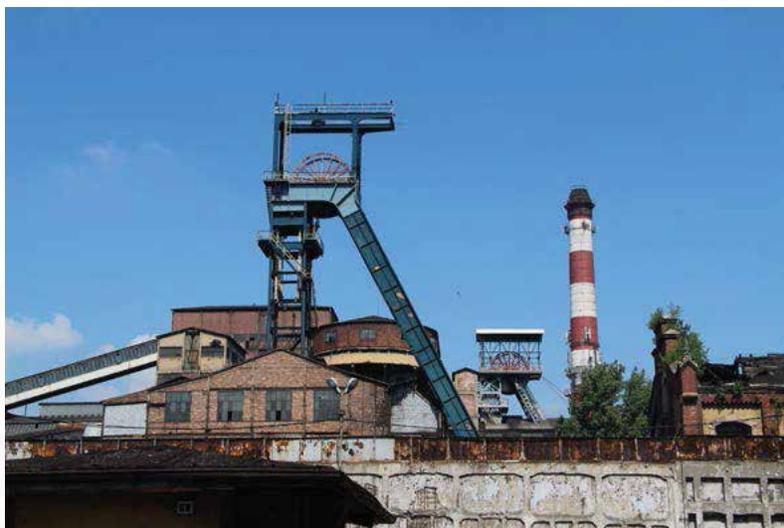
Mineração Subterrânea: Suportes de Mandril em Minas de Carvão ((KWK "Mysłowice-Wesoła")

Local: Polônia

Em 1990, 174 toneladas de aço foram galvanizadas e instaladas em mandris subterrâneos em uma mina de hulha em Mysłowice, Polônia. Esta mina se caracteriza por apresentar águas subterrâneas com alto nível de corrosividade, com 17.000–18.000 mg/l de cloreto. (Níveis acima de 200 mg/l são classificados como altamente corrosivos). O teor de íon de sulfato na água varia entre 221 e 500 g/l. Além disso, um alto índice de ventilação mantinha uma névoa no ar, o que resultava numa camada constante de umidade nas superfícies galvanizadas; também há a presença de depósitos de poeira de carvão nestas superfícies. Em muitas áreas, havia um fluxo constante de água que entrava em contato com as estruturas. O pH da água era aproximadamente 7, ou neutro. Estruturas não galvanizadas também foram colocadas nos mesmos mandris.

As estruturas foram avaliadas após um período de 20 anos. Inspeções externas comprovaram que o revestimento de zinco permaneceu nas superfícies dos suportes da mina, com uma variação de espessura residual entre 10 e 83 μm . Não havia evidência de ferrugem nas partes galvanizadas, confirmando a função de proteção contínua do revestimento. Por outro lado, corrosão ativa do aço foi observada na superfície de partes não galvanizadas dos suportes da mina. Foram observadas camadas não aderentes de corrosão de ferro, além de rachaduras na superfície de partes não galvanizadas. Devido à vida funcional prolongada de estruturas galvanizadas, fica permitido aumentar a distância entre os suportes galvanizados. Os suportes de mina não galvanizados possuem um espaçamento de 75 cm entre eles, enquanto os galvanizados possuem um espaçamento de 100 cm.

A malha de arame entre os suportes galvanizados também foi galvanizada, também demonstrando ocasionalmente sinais de ferrugem. Por outro lado, a malha não galvanizada apresentou alto teor de corrosão.



Mina de Carvão KWK Mysłowice-Wesoła

Transportadoras: Sistemas de Transportadoras na Mina de Carvão Douglas (BHP Billiton)

Local: África do Sul

Ambiente de Superfície: de C2 a alta corrosividade

Transportadoras de correia exigem um revestimento que possa proporcionar um período prolongado de serviço sem necessidade de manutenção devido às condições de frequente presença de poeira e a improbabilidade de uma preparação adequada de superfície, além do seu comprimento, muitas vezes significativamente extenso. As transportadoras de correia V3, V4 e V5 na Mina de Carvão Douglas formam um sistema e estima-se que elas tenham 25 anos de atividade.

A partir de uma perspectiva geral de corrosão atmosférica, as condições muito provavelmente caracterizam uma categoria C2, indicando que a corrosão do zinco seria bastante lenta. Porém, os problemas adicionais causados pela presença de poeira de carvão, especialmente cinza de carvão, além da presença de umidade, podem indicar que as condições sejam altamente corrosivas.

Inspeções realizadas após 25 anos de serviço demonstraram que o aço se encontra em excelentes condições, com uma espessura de revestimento que varia entre 117 e 279 μm , com uma espessura de revestimento médio de 140 μm . As medições de espessura de revestimento ainda estão acima dos níveis exigidos por especificações, indicando um período adicional de 40 a 60 anos de tempo de serviço sem necessidade de manutenção. A única preocupação era que os roletes das transportadoras estavam somente pintados e que os fixadores eletrolgalvanizados precisassem ser substituídos.



Visão geral da Mina de Carvão Douglas.



A transportadora de correia V3 foi exposta a intempéries por mais de 20 anos.



O aço galvanizado por imersão a quente para estruturas ainda apresenta um desempenho excepcional, mesmo após 20 anos em serviço.



As medições da espessura do revestimento feitas no aço utilizado para suportes ainda estavam acima do nível exigido pela especificação.



As medições da espessura do revestimento feitas no aço utilizado para a transportadora ainda estavam acima do nível exigido pela especificação.

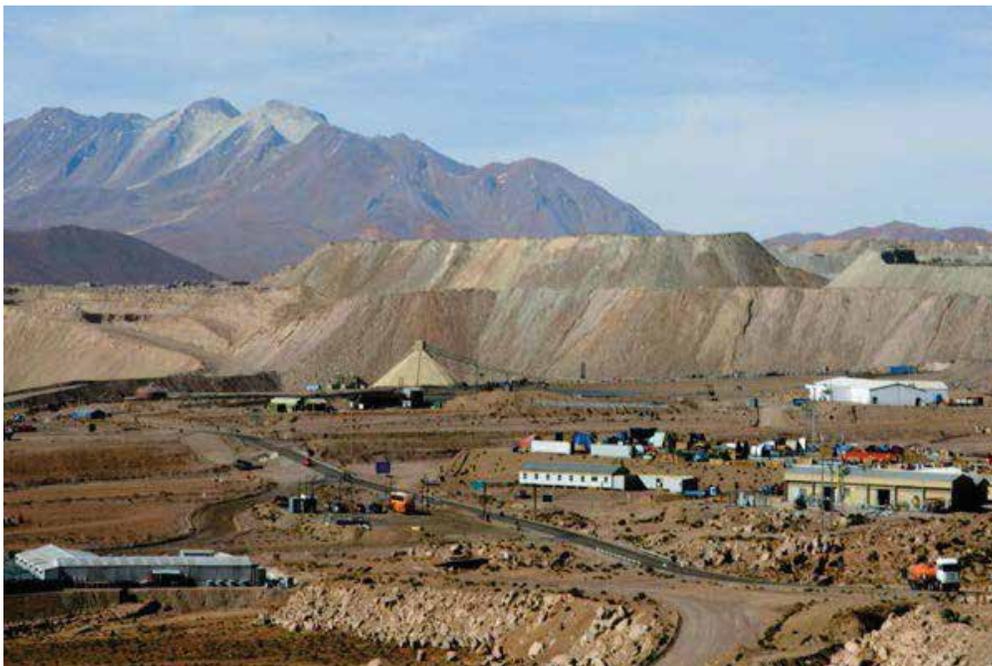
Transportadoras: Transportadora de Correia (Doña Inés de Collahuasi Copper Mining Company)

Local: Chile

A Mina de Cobre Collahuasi está localizada na parte norte do Chile, a 185 km ao sudoeste de Iquique. Trata-se do terceiro maior depósito de cobre do mundo.

O complexo inclui uma transportadora de correia com 2.600 m de comprimento, que transporta minério do britador principal, em Rosario, às instalações de concentração de Ujina. A estrutura de aço galvanizado que oferece suporte à transportadora foi montada em 2004.

Após 9 anos, uma inspeção visual revelou que ela estava em boas condições, sem qualquer tipo de corrosão.



Mina de Carvão de Collahuasi. Foto: Cortesia da Mina Collahuasi.

Transportadoras: Mina de Minério de Ferro Brockman 4 (Rio Tinto)

Local: Austrália

Ambiente de Superfície: de C2 a alta corrosividade

A mina de minério de ferro Brockman 4 da Rio Tinto está localizada em Pilbara, Austrália Ocidental e foi aberta em setembro de 2010. Tradicionalmente, tinta era utilizada para proteger o aço contra corrosão neste tipo de ambiente árido; utilizava-se um sistema de camada única (com jateamento para preparação da superfície) que consistia de um primer inorgânico de silicato rico em zinco, de cor verde e com 75 µm de espessura. Na Brockman 4, dava-se preferência ao aço galvanizado, já que ele não necessita de manutenção durante o tempo de serviço da mina.

A galvanização por imersão a quente foi utilizada como proteção contra corrosão nos módulos de transportadoras, longarinas, cavaletes, tubulações, suportes, escadas de cabo de aço e carcaças de transportadoras.

Uma colaboração próxima com os fabricantes no tocante ao design dos componentes de aço permitiu uma entrega rápida e eficiente do aço galvanizado.



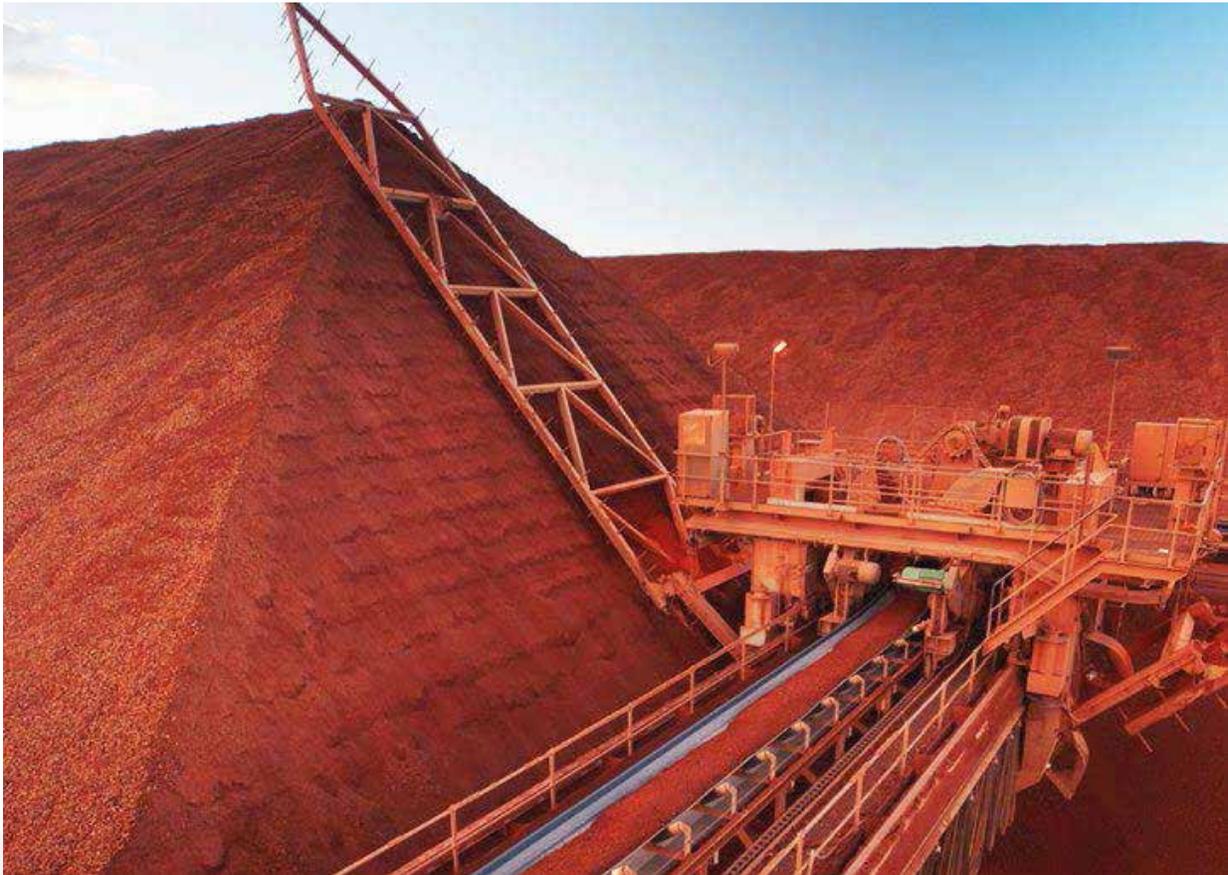
Mina Brockman 4

Transportadoras: Transportadora de Longa Distância de Worsley - Alumina (BHP Billiton)

Local: Austrália

As minas de bauxita de Worsley estão localizadas na cidade de Boddington, a aproximadamente 112 milhas ao sul de Perth, na Austrália Ocidental.

A bauxita é transportada por transportadora de correia para a Refinaria de Alumina Worsley. Em seguida, a alumina é transportada por ferrovia até o porto de Bunbury. A correia transportadora possui 52 km de comprimento, sendo uma das maiores do mundo. Todo o aço utilizado foi galvanizado por imersão a quente. A transportadora foi coberta com 67.000 chapas de aço galvanizado com liga de alumínio-zinco com revestimento de tinta.



Transportadora da Refinaria Worsley

Terminal Marítimo: Terminal Marítimo para Entrada de Ácido Sulfúrico e Petróleo (Interacid Chile)

Local: Baía de Mejillones, Chile

Ambiente de Superfície: C5 – M

O terminal marítimo está localizado na região de Antofagasta, no Chile, que possui um clima desértico. O terminal foi aberto em 19 de junho de 2007. As três estações de energia, alimentadas por carvão, estão localizadas em áreas próximas.

O aço para estruturas utilizados no cais foi galvanizado por imersão a quente antes de sua instalação. Em seguida, o aço galvanizado das superfícies externas foi pintado com um primer de epóxi, com uma cobertura de poliuretano ou acrílico, proporcionando um sistema duplex adequado para este clima, de tipo C5-M.

A estrutura inferior, abaixo do piso de madeira, foi galvanizada, mas não pintada.

A espessura do revestimento de zinco foi monitorada em dois pontos:

	Estrutura galvanizada sob o piso da ponte de acesso (Figura 1)		Estrutura galvanizada na parte frontal do cais (Figura 2)		
Ano de medição de espessura	2011	2012	2009	2011	2012
Medição média de espessura de revestimento	208µm	201µm	148µm	144µm	141µm



Figura 1. Havia alguns sinais de corrosão branca do zinco nas superfícies destas vigas; porém, não foi observada corrosão do aço.

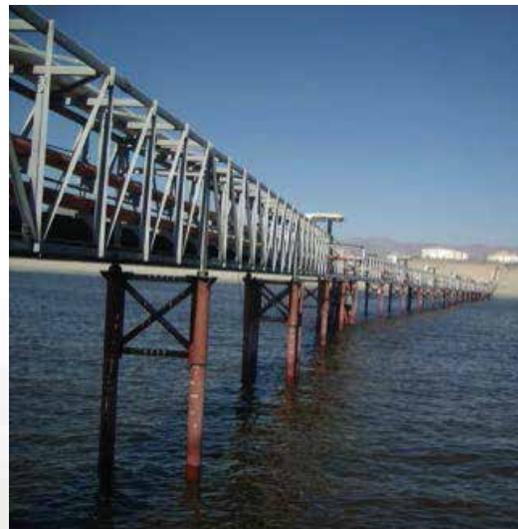


Figura 2. As diminuições na espessura do revestimento estavam de acordo com a variação de referência para o clima C5M nos termos das normas ISO 9223, 14713 e 12944.

