

Armaglass

CONHEÇA A MANTA DE FIBRA DE VIDRO ESTRUTURAL PRÉ-IMPREGNADA. MAIS UM EXCELENTE COMPOSITO PARA OS SERVIÇOS DE REFORÇO ESTRUTURAL.

Figura 1 - Aplicação do ARMAGLASS no reforço de um pilar de seção quadrada. Em cada volta da manta aplica-se previamente um spray com água para catalizar a resina que está pré-impregnada na manta.

ANÁLISE

Maria das Graças F. Xavier

E verdade absoluta que o desenvolvimento de novas tecnologias depende dos avanços que ocorrem no campo dos materiais. Qualquer que seja o setor ou campo de trabalho, toda a limitação tecnológica cairá em cima do material empregado. É o que acontece com os compósitos, que não são novidade. Seja presente na própria natureza, e um exemplo formidável são nossos ossos, que consistem de fibras curtas de colágeno envolvidas em aglomerante ou matriz chamada apatita, ou desenvolvida pelo próprio homem, bem ilustrada no dia a dia dos antigos egípcios, e presente nos mais modernos

ships e equipamentos espaciais, como o compósito epóxi fibra (CEF), significam avanço tecnológico.

A partir do lançamento do CEF de carbono, como elemento estrutural para o repairbusiness em 1995, através desta revista, a tecnologia dos CEFs vem simplificando e resolvendo inúmeros problemas estruturais.

Estruturas capengas em ambientes críticos têm sido, no entanto, motivo para novos desafios em busca do melhor ou mais adequado CEF. Algo como um CEF totalmente à prova da realidade das obras, ciente de todo inventário de problemas lá existente.

GLOSSÁRIO

Compósito – combinação de dois ou mais materiais diferentes, tanto na forma como na composição. Os materiais que compõem o compósito mantêm suas identidades, quer dizer, não se dissolvem. No entanto, fazem um excelente trabalho em conjunto, como um timão de futebol. Seus componentes podem ser identificados e exibirem uma interface comum.

Colágeno – é a proteína (substâncias orgânicas nitrogenadas com grande peso molecular) que constitui nossos ossos, cartilagens e tecidos conjuntivos.

Apatita – mineral composto por clorofosfato e fluorofosfato de cálcio.

Agente de cura – substância reativa ou catalítica que causa a polimerização quando adicionada a resina.

Polímero – palavra derivada do grego, sendo **poli**, que significa muitos, e **mero**, que significa partes pequenas. Assim, polímeros são plásticos formados por inúmeras repetições de moléculas formadas por átomos de carbono, unidos por fortes ligações covalentes, formando a espinha das cadeias. Este processo de formar monstruosas moléculas a partir de diminutas moléculas é chamado de polimerização.

A MANTA DE FIBRA
DE VIDRO ESTRUTURAL
NASCEU DE UM
MODELO INCOMUM.



ARMAGLASS

MANTA DE FIBRA DE VIDRO ESTRUTURAL

É a perfeita combinação de materiais, resistência, simplicidade e adaptação às estruturas que necessitam de reforço, com total integração à realidade das obras.



Lider em Reforços Inteligentes

Carbono – Kevlar® – Vidro Estrutural

Tele-atendimento
(0XX21) 2493-6740
fax (0XX21) 2493-5553
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 2



Figura 2 - Pilar com danos provocados por impactos e corrosão em suas armaduras. Após o tratamento das armaduras com proteção catódica com TELA G e a restituição da seção do concreto, fez-se o reforço com o ARMAGLAS, previamente impregnada com água. A impregnação com água, nos primeiros metros, pode ser feita em cima de uma mesa.

Tipo de fibra	Densidade kg/m ³	Módulo de elasticidade KN/mm ²	Resistência à tração N/mm ²
Carbono	1.700	240 – 640	2.500 – 4.000
Kevlar	1.300	80 – 200	1.800 – 2.100
Vidro Estrutural	2.600	65 – 75	1.700 – 3.000
Aço (como comparação)	7.850	200	1.170

Mas o que é um CEF?

CEF pode ser feito com três grupos de fibras, bem peculiares por sinal.

- Carbono
- Kevlar
- Vidro estrutural



Os CEFs caracterizam-se por ter altas resistências, massas insignificantes, ausência de reatividade à corrosão e excelentes propriedades físicas e mecânicas. Veja o quadro acima. Nas edições n^{os} 11, 21, 28, 29,

38, 40, 44, 54 e 58, da RECUPERAR apresentamos características e casos de CEFs com fibras de carbono e Kevlar.

Polímeros que formam matrizes

Polímeros nada mais são do que plásticos. Para o nosso caso, polímeros são as resinas epóxicas que formam a matriz do composto, e que têm a função de transferir as tensões, que as fibras suportam, para a peça estrutural a ser reforçada. Além disso, protegem as fibras e a própria peça estrutural reforçada de danos mecânicos e do próprio ambiente corrosivo. Similarmente ao composto concreto armado, onde o cimento portland é a matriz (natural-

mente enriquecida com agregados) e o aço funciona como a fibra resistente, há resinas epóxicas para serem utilizadas como matrizes em presença d'água, em trabalhos subaquáticos e em presença de ambientes quentes.



FITA DE FIBRA DE CARBONO

STATE OF ART IN STRUCTURAL STRENGTHENING



Abre-se o sulco...

...aplica-se o epóxi...

...instala-se a fita e...

...o preenchimento final com epóxi.

Fita de Fibra de Carbono MFC com Reforço por Sulco na Superfície (RSS). Rapidez, Eficiência e Economia. Fique por dentro!

Tele-atendimento
(0XX21) 2493-6740 • fax (0XX21) 2493-5553
produtos@recuperar.com.br • Fax consulta n^o 3

ADESIVO EPÓXICO 38

O concreto é o mais versátil e econômico material para a construção. Ninguém discute. O **ADESIVO EPÓXICO 38** é o resultado da evolução da arte de colar concreto. Possui a mais alta tecnologia de colagem entre concreto fresco/endurecido (juntas de concretagens) ou concreto e aço. Possui a melhor performance para "soldar" trincas de pisos, colagem entre superfícies de concreto endurecido (peças estruturais pré-moldadas), fixação de apoios de pontes, placas de comportas de barragens, ancoragem de cabos e fixação de todo tipo de material de construção. O moderníssimo **EPÓXI 38** é formulado com consistência fluida, tixotrópica para pega ultra rápida e para imprimação. Conheça hoje mesmo a mais moderna tecnologia em adesivos estruturais. Epóxis evoluem. Evolua você também. Colagem estrutural? **EPÓXI 38**.



EPÓXI 38

Tele-atendimento
(0XX21) 2493-6862
fax (0XX21) 2493-5553
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 4

Características físicas do ARMAGLASS

Propriedades	Forma do ARMAGLASS	
	MANTA	FITA
Peso do tecido sem impregnação (gr/m ²)	813	370
Espessura nominal (mm)	0,81	0,33
Resistência à tração (MPa) (ASTM D 3039)	339	4,64
Módulo de tração (KN/mm ²) (ASTM D 3039)	65	75
Resistência à flexão (MPa)	228	328
Temperatura de transição vítrea (T _g)	142°C	142°C
Resistência ao cisalhamento interlaminas (MPa)	20	21
Dureza Shore (D)	85	85
% de escoamento na rutura	1,49	1,87



Figura 3 - Um fundo de viga recebendo reforço com o ARMAGLASS. Previamente, foi feita a fresagem da superfície do concreto e a molhagem do ARMAGLASS com água.

com resina especial termoestável, viabilizando principalmente serviços de reforço estrutural em situações mais críticas. Apresenta módulo de elasticidade relativamente baixo, o que confere à estrutura reforçada uma redistribuição das tensões na região tratada incrementando, de forma acentuada, a dutibilidade da peça estrutural. Sua



Figura 4 - Enorme viga, que interliga pilares, submetida a batimentos de ondas do mar. Após o tratamento da corrosão nas armaduras com proteção catódica feita com TELA G e a restituição da seção de concreto, promoveu-se o reforço e a proteção com o ARMAGLASS.

característica mais formidável, contudo, está no catalisador da resina pré-impregnada usada para curar o sistema aplicado: a água. Tenha ela característica salgada, ácida ou básica. A molécula da água, literalmente, detona o processo de cura da manta, de maneira rápida e irreversível.

GLOSSÁRIO

Pot-life – tempo durante o qual uma tinta ou revestimento pode ser aplicado, após ser preparado. Depende da temperatura e da umidade.

Módulo de elasticidade – é o módulo de young ou valor E. Representa a rigidez de qualquer material. É a relação entre a força por unidade de área (tensão) e o alongamento por unidade de comprimento (deformação), expresso em unidade de tensão, normalmente KN/mm².

Alongamento – comprimento elástico ou plástico de uma peça estrutural sob tensão, expresso em % de deformação.

Fibra de carbono – fibras de grafite extremamente resistentes para a formação de compostos com resinas, como a MANTA DE FIBRA DE CARBONO MFC e a FITA DE FIBRA DE CARBONO MFC. O laminado de fibra de carbono com 5cm de largura está em desuso, devido às dificuldades de instalação nas obras, semelhantes às apresentadas com as antigas chapas de aço coladas.

Fibra de Kevlar – são fibras de nylon patenteadas pela DUPON.

Fibra de vidro estrutural – são fibras de vidro especiais, com alta resistência à tração e que formam compostos com resinas hidrocatálizáveis pré-impregnadas na própria fibra.

Resina epóxica – resina polimérica sintética resultante da combinação química da epícloridrina e bisfenol. Numerosa quantidade destes polímeros é formada por condensação, feita pela reação da epícloridrina com substâncias polihídricas, como os fenóis, glicóis e novolacs.

Ou seja, à medida que se aplica a manta, seja em uma laje, viga ou pilar, aplica-se simultaneamente um spray com água. Sua performance maior, provavelmente, está nos serviços subaquáticos ou em recuperações/reforços de estacas de piers e pontes, onde a própria água do rio ou do mar se encarrega de catalisar a resina pré-impregnada da manta, facilitando enormemente o trabalho.

O sistema de reforço estrutural ARMAGLASS, na forma de manta e fita, com seu

A MELHOR PENETRAÇÃO

Com viscosidade igual a da água, o **METACRILATO** preenche e monolitiza qualquer trinca ou fissura existente em pisos e pavimentos com até 0,05mm de abertura. Basta verter o produto. O **METACRILATO** também monolitiza trincas e fissuras em vigas e pilares, de maneira fácil e rápida. É só fazer um pequeno furo na parte superior da peça e verter o produto com a ajuda de um pequeno funil. Não fique perdido no tempo das injeções.

ROGERTEC
RECUPERAÇÃO
METACRILATO
ADESIVO ESTRUTURAL
COM ULTRA BAIXA
VISCOSIDADE

10 LITROS

Tele-atendimento
(0XX21) 2493-6862
fax (0XX21) 2493-5553
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 5



Figura 5 - Reforço feito com ARMAGLASS no fundo de viga e pilar. Praticidade, rapidez e 100% de proteção.

revolucionário adesivo pré-impregnado e hidro-catalisado possui outras características de interesse que o tornam extremamente atraentes para projetistas, técnicos e engenheiros.

Em termos relativos, seu custo é inferior aos sistemas de carbono e Kevlar. Sua praticidade é incomparável já que não neces-

sita de adesivos, rolos e toda aquela mecânica de misturas e aplicação. É abrir o envelope de proteção contra a umidade atmosférica e aplicar, tendo uma garrafinha plástica de spray com água como ferramenta adicional. Não possui solventes ou qualquer comprometimento com o aspecto ambiental.



Figura 6 - Como reforço (e revestimento) de estacas após o tratamento da corrosão com a JAQUETA G. O ARMAGLASS pode ser aplicado nas regiões submersas das estacas.

GLOSSÁRIO

Bi-direcional – as fibras que compõem a manta são dispostas em duas direções, produzindo-se um composto extremamente resistente.

O ARMAGLASS é utilizado também em todo tipo de tubulações, seja pra reforçá-las, como barreira anti-corrosão para interromper vazamentos ou como simples impermeabilizante. Adere praticamente em todo tipo de superfície, seja concreto, aço, plástico ou madeira.

O envelope com o ARMAGLASS deve ser bem protegido contra furos ou rasgos, já que o sistema é sensível à umidade atmosférica. A resina especial do sistema, uma vez aderida e curada, torna-se permanente.



fax consulta nº 6



RECUPERAR

Para ter mais informações sobre Reforço Estrutural.

www.recuperar.com.br

REFERÊNCIAS

- Maria das Graças F. Xavier é eng^a civil, especialista em serviços de recuperação.

Reforço Estrutural...



Manta de Fibra de Carbono



Manta de Fibra de Kevlar

PRODUTOS MFC:

- Manta de Fibra de Carbono
- Manta de Fibra de Kevlar
- Fita de Fibra de Carbono
- Barras de Fibra de Carbono
- Mantas de Fibra de Aço
- Fibra de Vidro Estrutural
- Tecnologia a toda prova

Os sistemas de reforço estrutural MFC foram desenvolvidos no Japão e EUA com o mais perfeito requisito resistência-durabilidade.

Disponos de uma formidável linha de produtos, com assessoria técnica, para todas as empresas e profissionais, aliando viabilidade, segurança, preço e qualidade.

...só com sistemas MFC.

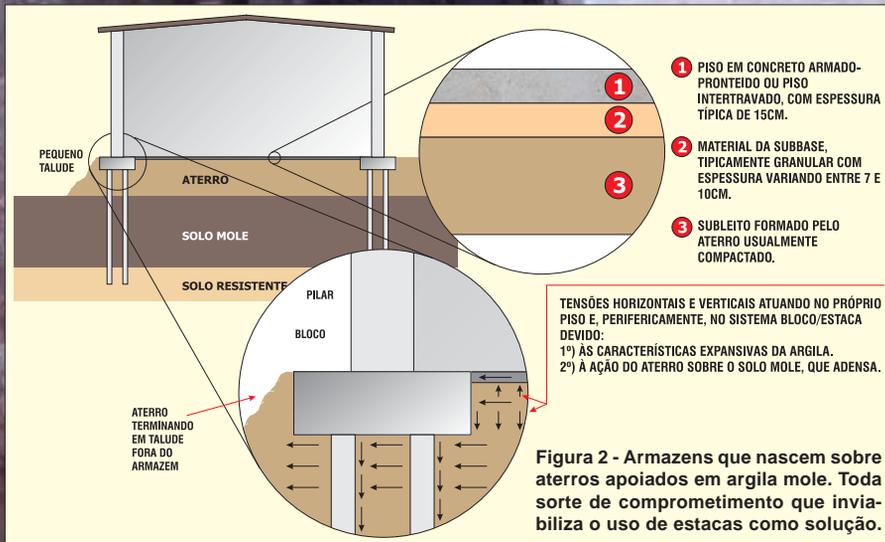


Lider em Reforços Inteligentes

Tele-atendimento
(0XX21) 2493-6862
fax (0XX21) 2493-5553
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 7

Aterros *VERSUS* Estacas

incompatibilidade de gênios?



CASOS E MAIS CASOS DE COMPROMETIMENTO DE ESTACAS, DEVIDO AO ADENSAMENTO DA ARGILA MOLE SOB CAMADAS DE ATERROS, TORNAM ESTACAS CONTRA-INDICADAS EM SERVIÇOS DE REFUNDAÇÃO. O MELHOR É INCREMENTAR A PRÓPRIA RESISTÊNCIA DA ARGILA.

Figura 1 - Bloco sobre estacas em um grande galpão. A estrutura periférica dos blocos e estacas girou para fora, devido a ação da grossa capa de aterro sobre 30m de argila mole. O piso apresenta grandes "bacias" motivadas pelo recalque. O projetista, para conter apenas os efeitos, cravou estacas metálicas em torno da fundação original, de modo a "travá-la". Na foto, a armação do novo bloco, já com as estacas metálicas cravadas sob o bloco original.

SOLOS

Jorge Luiz F. Almeida

E muito comum termos armazéns e galpões industriais com pisos de concreto armado ou com blocos intertravados, confundindo-se com sua própria fundação e a estrutura dos pilares periféricos apoiada em estacas. Ou seja, um sistema de fundação direta cercado por outro de fundação profunda. Construir fundações é uma das artes mais antigas que a humanidade conhece. Até o século XX, todos os projetos de fundações baseavam-se na experiên-

cia dos antigos. O advento da mecânica dos solos permitiu ao engenheiro geotécnico analisar esforços e deformações, além de projetar, de forma racional, ajustando a estrutura à capacidade do solo. A filosofia atual da Norma Brasileira de Projetos e Execução de fundações informa que o dimensionamento de uma fundação direta é feito a partir do valor da tensão admissível obtida, dividindo-se a tensão de rutura do solo por um coeficiente de segurança. Para fundações

GLOSSÁRIO

- Estabilização do solo** – procedimento para melhorar as propriedades naturais do solo, de modo a torná-lo mais adequado a um determinado tipo de fundação.
- Adensamento** – redução rápida ou lenta do volume de uma massa de solo sob o efeito de seu próprio peso e/ou de cargas externas ou invasivas. Ocorre em três estágios sucessivos: inicial, primário e secundário.
- Adensamento ou consolidação inicial** – deformações elásticas cizalhantes no solo imediatamente após a aplicação de uma carga. Não promove variação do volume do solo.
- Adensamento ou consolidação primária** – estágio de deformações no solo em que ocorre a expulsão progressiva da água dos seus vazios, com redução significativa do seu volume. A poropressão tende a zero.
- Adensamento ou consolidação secundária** – estágio de deformações no solo devido à compressão de seu esqueleto sólido, após a dissipação completa da poropressão.
- Grouting** – injeção de material no solo, geralmente em profundidade superior a 1,5m, fazendo com que permeie ou simplesmente formando bulbos dentro da massa do solo. O propósito é a diminuição dos vazios ou da permeabilidade, aumentando sua resistência.

CRACK-FÁCIL INJEÇÃO

NADA DE BOMBAS OU FURAÇÃO.



O novo sistema CRACK-FÁCIL é constituído por bicos injetores de contato e tubo de conexão.



Basta fixá-lo ao longo da trinca e pronto.



A injeção poderá ser feita com adesivo estrutural, através de uma pistola simples...



... ou com pistola de duplo cartucho.

A maneira mais fácil e moderna de monolitizar peças estruturais com adesivos de ultra baixa viscosidade e bicos conectores revolucionários.

CRACK-FÁCIL

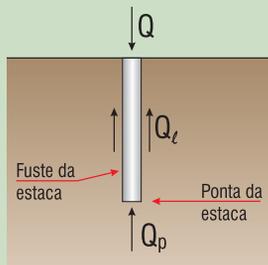
Tele-atendimento
(0XX21) 2493-6740
fax (0XX21) 2493-5553
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 11

O que é o atrito negativo?

A Resistência (R) de uma estaca compõe-se das parcelas de sua resistência de ponta (R_p) e de sua resistência lateral (RL), ou seja

$$R = R_p + R_L$$

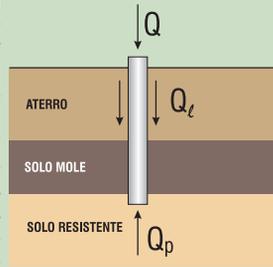
Assim, uma carga (Q) aplicada na estaca, através de um pilar, faz com que haja, em contraposição, cargas laterais (Q_L) e de ponta (Q_p). Tanto Q_L quanto Q_p atuam para cima e, combinadas,



Se $Q_p \gg Q_L$ a estaca é de ponta. Se $Q_L \gg Q_p$ a estaca trabalha apenas lateralmente ou por atrito, também chamada de estaca flutuante.

sustentam a carga do pilar (Q). Muitas vezes, no entanto, algumas camadas, senão todo o solo que circunda o fuste da estaca, movem-se para baixo em relação ao corpo da estaca, invertendo não só a direção de Q_L , como também sua função de suporte para o da carga a ser considerada no cálculo da estaca.

Esta carga lateral atuando para baixo junto a estaca, quer dizer, solo sobre a estaca, promove o fenômeno conhecido como atrito negativo. A situação mais comum é a das estacas cravadas num perfil de solo onde haja capa de



aterro, solo mole e solo resistente. O aterro faz o solo mole comprimir e ambos literalmente afundam, arrastando a estaca. Muitas fundações recalcam 10 ou mais centímetros por causa deste fenômeno. No corpo a corpo da estaca com o solo, bastam apenas 2 centímetros de movimento vertical do solo para provocar o fenômeno do atrito negativo na estaca. Na sinistrose dos casos de recalques que ocorrem em fundações de estacas também situam-se os casos em que a estaca ultrapassa apenas uma camada de argila mole, até chegar ao solo resistente. A radiografia da situação mostra o estrago que a estaca causa na argila mole, aumentando a compressibilidade do solo, devido ao aumento da poropressão em torno da estaca. O resultado é o recalque no solo, acionando o atrito negativo sobre a estaca. Cravar estacas em obras com aterros recentes, sobre solos moles, pode ser catastrófico.

profundas, o dimensionamento é feito de maneira análoga, onde a carga admissível é obtida dividindo-se a carga de ruptura por um coeficiente de segurança que, no caso da tensão admissível obtida a partir das teorias desenvolvidas na mecânica dos solos será um mínimo de três. Assim, vamos a um problema típico.

Situação típica

Sondagens feitas tornam evidente um grande problema: o piso do armazém está apoiado em uma espessa capa de aterro que, por sua vez, é sustentada por uma capa de argila muito mole, até o solo resistente. Combinando-se informações sobre o siste-

PERFIL DE SONDAÇÃO A PERCUSSÃO - SPT																					
PENETRAÇÃO	COTA DE SONDA QDEM	amort. (grad. cam)	PENETRAÇÃO (golpes 30cm)										CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL								
			GRÁFICO																		
DE	ATE		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		
100	140	140	5	5																	
200	240	190	2	2																	
300	340	280	2	2																	
400	440	280	2	2																	
500	540	550	2	2																	
600	640	550	2	2																	
700	740	780	2	2																	
800	840	800	2	2																	
900	940	800	2	2																	
1000	1040	800	2	2																	
1100	1140	1150	2	2																	
1200	1240	1150	12	10																	
1300	1340	1300	7	7																	
1400	1440	1300	4	4																	
1500	1540	1300	4	5																	
1600	1640	1570	10	10																	
1700	1740	1650	10	10																	

Sondagem típica.

ma solo-fundação-estrutura, acompanhado das patologias existentes, ou seja, desníveis de toda ordem no piso, formando verdadeiras bacias, com conseqüências na estrutura periférica das cintas, blocos e estacas e a ausência do conhecimento da velocidade com que os movimentos ocorreram, postulou-se um interessante mecanismo para os fenômenos observados. É muito comum termos no sul e sudeste solos de fundação formados por camadas de areia sobre solo mole ou muito mole. É trivial também encontrar-se grossas capas de aterros recentes na camada de superfície, promovendo processo de adensamento no solo mole, sem luz terminal no fim do túnel. Pior, durante a construção de armazens e galpões, incrementa-se ainda mais a grossa capa de aterro com mais aterro para o nivelamento da construção. Isso agrava ainda mais esta sinistrose. Há casos de escavação ou retirada do solo lateral à construção para desova na área construída, tingindo-a



Figura 3 - Detalhe das estacas cravadas pelo lado interno do galpão, esperando para serem cortadas e incorporadas ao novo bloco.

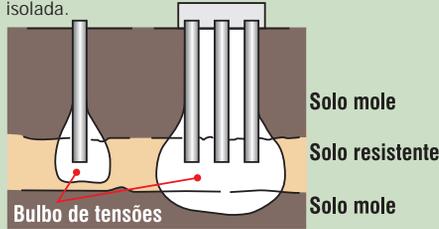
de raiva, de medo e de pânico. De raiva, pelo desequilíbrio do greide local. De medo pelo aumento da sobrecarga e mais aden-

Patologias associadas ao atrito negativo

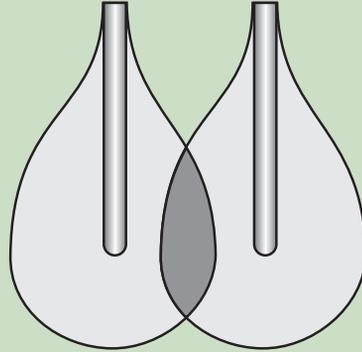
Aterros assentados sobre camadas de argila mole promovem recalques. Estacas cravadas neste tipo de terreno, tipicamente estacas de ponta, são irremediavelmente arrastadas para baixo, com o solo mole que adensa, ficando deste jeito submetidas a cargas superiores às previstas em projeto. Este fenômeno é denominado atrito negativo e é causado pelo atrito do solo mole, que recalca, na superfície lateral da estaca. A carga de projeto da estaca deverá ser a soma da carga a ser aplicada mais a do atrito negativo, não podendo ultrapassar a carga admissível da estaca.

Bloco de estacas

Estacas trabalham em conjunto, unidas por um bloco no qual nasce um pilar ou vigas que suportam pisos ou lajes. A proximidade das estacas entre si ocasiona a superposição dos respectivos bulbos de tensões e, como resultado, há um recalque maior para o conjunto de estacas do que o calculado para uma estaca isolada.



O bulbo de tensões atinge a camada de solo mole. O recalque de um conjunto de estacas é sempre maior que o de uma estaca isolada.



A proximidade das estacas ocasiona a superposição dos respectivos bulbos de tensões e, como resultado, haverá um recalque maior para o conjunto de estacas do que o calculado para uma estaca isolada.

Estacas pré-moldadas de concreto armado/protendido

Este tipo de estaca trabalha na faixa de 20 a 150 toneladas e não é recomendada quando há presença de grandes espessuras de aterros, matacões ou pedregulhos. São contra-indicadas quando a cota de ponta

da estaca for muito variável, pois não será possível selecionar regiões de comprimento constante. A figura ao lado evidencia uma situação típica tendenciosa ao desastre.

samento do solo mole sob a construção. De pânico pela possível ruína hidráulica do solo causada pela rutura por levantamento do terreno lateral à construção. O lançamento de mais camadas de aterros, durante a construção de armazéns e galpões,

aumenta a poropressão (pressão neutra) na argila mole situada abaixo, agravada com a cravação das estacas periféricas que sustentarão a estrutura, prolongando ainda mais o processo de adensamento da camada de argila mole. Com o início do fun-

cionamento do local, estabelecendo-se tipicamente sobrecargas superiores a 2.000kg/m², é posta em prática toda a mecânica dos solos relativa aos recalques produzidos pelo adensamento da camada

Continua na pág. 16.



Figura 4 - Estacas metálicas cravadas para tentar conter o efeito do adensamento provocado pelo aterro sobre o solo mole: movimento lateral do sistema paredes/blocos/estacas. Ou seja, o objetivo é apenas tratar os efeitos.



Tecnologia em fundações

- *Compaction Grouting*
- *Permeation Grouting*
- *Jet-Grouting*

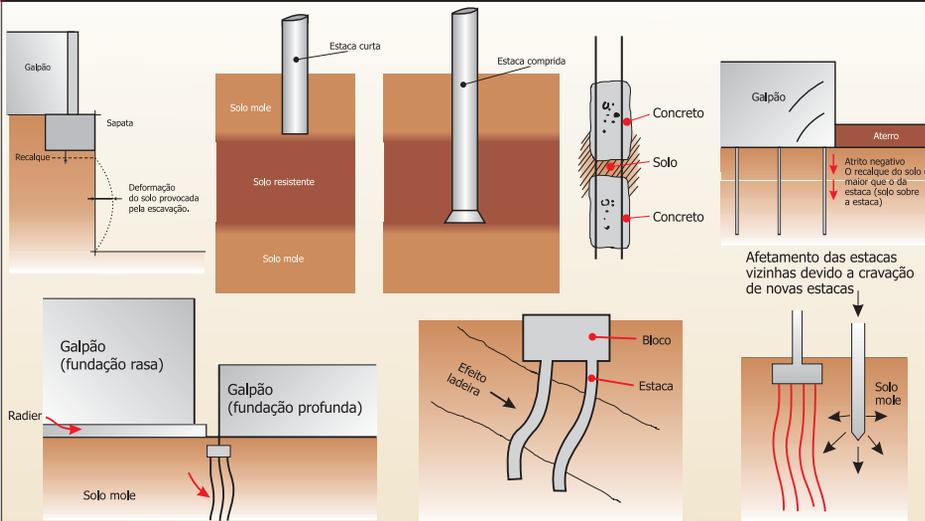
ENGEGRAUT

G E O T E C N I A

Tecnologia e Qualidade em Refundações. Este é o nosso Diferencial

tel.: (21) 2493-6740
 engegraut@engegraut.com.br
 www.engegraut.com.br

Algumas patologias de fundações



Observação: A resistência de uma estaca decompõe-se em duas parcelas: a resistência por ponta e a resistência por atrito lateral.

argilosa. Fica evidente também, a possibilidade do efeito do atrito negativo nas estacas periféricas, causado pelo processo de adensamento da camada de argila mole.

A solução convencional

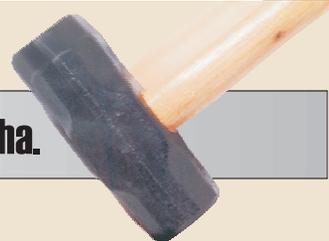
Se houvesse ensaios laboratoriais e uma análise mais profunda da situação do solo, certamente ficaria evidente a ordem de problemas futuros amoitada no ventre da camada de argila orgânica muito mole existente, devido à grossa capa de aterro, mes-

mo com a ausência das cargas da armazenagem. Outros parâmetros importantes tornam evidente a inadimplência do movimento orquestrado para uma solução convencional, com lajes e vigas apoiadas em estacas:

- A natureza da camada do solo resistente, se tiver características argilosas ou siltosas.
- Esta mesma camada de solo resistente, revelada pela campanha de sondagens, apresentar-se há muito variável, impondo comprimentos variados de estacas, o que é contra-indicado.

- A enorme quantidade de estacas a serem cravadas tornará exponencial o inconclusivo processo de adensamento, já que potencializará ainda mais o aumento da pressão (pressão neutra) na camada da argila mole.
- Com a obra de refundação pronta, ou seja, com as estacas cravadas, blocos e vigas suportando as lajes que serviriam de piso para as cargas da armazenagem teríamos, ainda, sem um único caixote de carga viva, enormes quantidades de atrito negativo atuando sobre as estacas, potencializando recalques diferenciais ao longo dos blocos.
- Isto porque, ainda sem um único caixote de carga viva de armazenagem sobre as lajes, as cargas “invisíveis” atuantes, que empurrariam as estacas para baixo devido ao atrito negativo, não seriam iguais.
- Por fim, a distribuição das tensões ao longo do solo de fundação, agora com carga viva atuante, faria com que o piso no centro do galpão fosse mais carregado que as bordas, acentuando maiores recalques na região central.
- O desfecho final ficaria por conta das inexoráveis heterogeneidades existentes, tanto das propriedades geomecânicas, endividadas pela fluência do solo mole, como pela geometria variável das camadas de solos existentes.

Existe uma forma mais inteligente de detonar uma estrutura ou rocha.



DEMEX
CIMENTO EXPANSIVO

DEMEX é um revolucionário cimento extremamente expansivo, ideal para corte de rochas e concreto. DEMEX age em função da dilatação de seu volume, exercendo nas paredes do furo força superior a 8.000t/m², provocando fraturas no material. DEMEX é um produto altamente ecológico, pois além de não ser explosivo, não produz gases e resíduos nocivos. Seu campo de ação é praticamente ilimitado. Serve para romper, cortar e demolir rochas, concreto, concreto armado em situações onde, por razões de segurança ou preservação do meio ambiente, o uso de explosivos não seja possível.

Pode ser usado para a execução dos seguintes trabalhos:

- escavações de fundações
- correção de rochas para construção de estradas
- escavações de valas para posicionamento de dutos

- escavações subterrâneas
- escavações marítimas, mesmo submarinas
- eliminação de blocos de pedra
- demolição de pilares, torres e paredes (de concreto armado ou não)
- demolição de fundações
- pré-fissuramento de formações rochosas com a criação de blocos isolados.

Qualquer pessoa pode usar. Não é perigoso, não provoca lançamento de detritos, não forma gases nem produz qualquer tipo de vibração. Para utilizá-lo não é necessária nenhuma permissão ou licença de qualquer órgão governamental ou de meio-ambiente como acontece com os explosivos.

Use tecnologia. Use DEMEX.

Tele-atendimento
(0XX21) 2493-6740 produtos@recuperar.com.br
fax (0XX21) 2493-5553 Fax consulta nº 12



Figura 5 - Na refundação sob uma sapata: mais tecnologia, menos comprometimento no local, rapidez e renivelamento da fundação.

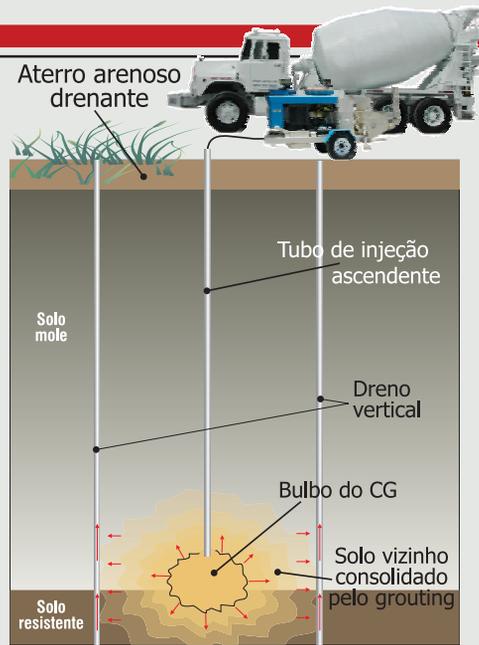


Figura 6 - Início dos trabalhos do CG na consolidação de um solo. Repare a presença dos drenos verticais que recolhem o excesso da pressão d'água dos poros do solo mole.

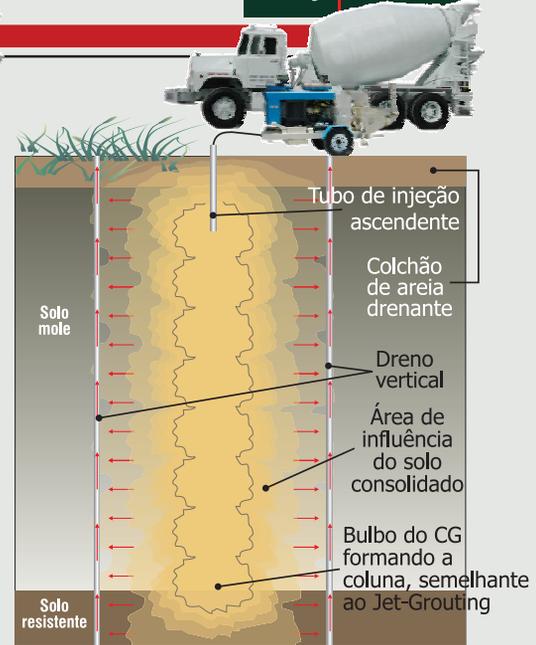


Figura 7 - Situação final da consolidação do solo com formação da coluna de CG. A proximidade das outras colunas e a drenagem do solo vizinho aumentará significativamente a resistência do solo.

Esta solução pertence à família dos groutings e chama-se Compaction Grouting adequado às argilas moles.

GLOSSÁRIO

Fundação – parte da estrutura, em contato direto com o solo, com a função de transmitir cargas.

Greide – usualmente a posição de uma superfície ou de uma estrutura existente. Mudança de nível de uma parte da superfície do terreno. Nível da superfície do solo.

Capacidade de carga do solo – máxima tensão que pode ser aplicada em um solo sem chegar a rutura. A tensão é causada pelas cargas aplicadas e transmitida pela fundação.

Poropressão – pressão que atua na água contida nos vazios do solo. O mesmo que pressão neutra.

A solução ideal

A solução ideal, para este tipo de problema em armazens e galpões, seria a formação de colunas até a base da capa de aterro, ao mesmo tempo em que a região da argila mole vizinha, quer dizer, entre colunas, seria modificada para um N_{SPT} resistente, através de drenos verticais previamente instalados. Estes geodrenos verticais promoveriam um adequado adensamento, ao longo de toda a profundidade da argila mole, de maneira uniforme, devido às tensões criadas no solo pelos bulbos das colunas do grout, a partir do solo resistente, pré-comprimindo a argila com forças da ordem de 200 toneladas, adensando-a pela dissipação do excesso da poro-pressão, promovendo mudanças nos valores do N_{SPT} insignificantes na argila mole. O atual piso permaneceria no local, havendo apenas a necessidade do renivelamento com formação do novo piso.

fax consulta nº 13



RECUPERAR

Para ter mais informações sobre Solos.

www.recuperar.com.br

REFERÊNCIAS

- Jorge L. F. de Almeida é professor e engenheiro de fundações.
- AOKI, N. "Considerações Sobre Previsão e Desempenho de Alguns Tipos de Fundações Profundas sob a Ação de Cargas Verticais" – Simpósio Teoria e Prática de Fundações Profundas – P. Alegre.
- AOKI, N. e LOPES, F.R. "Estimating Stress and Settlements Deep Foundations by Theory of Elasticity" – V PCSME, Buenos Aires
- BOUSSINESQ, J. "Application des Potentiels à l'Étude de l'Équilibre et du Mouvement des Solides Élastiques" – Paris, Gauthier – Villard.
- ALONSO, U.R. "Controle da Carga Mobilizada em Estacas Cravadas Sujeitas à Ação de Atrito Negativo" – rev. Solos e Rochas – Volume 15, nº 1.
- GOBLE, G.G.; RAUSCHE, F.G. e LIKINS, F.G. "The Analysis of Pile Driving".
- PERLOFF, W.H. "Pressure Distribution and Settlement", cap. 4 do livro Foundation Engineering Handbook – editado por Hans F. Winterkorn e Hsay-Yang Fang (Van Nostrand Reinhold Company).
- POULOS, H.G. "Settlement Analysis of Structural Foundations Systems" – Civil Eng., University of Sidney, Austrália.



Bomba Versátil MAX RG10

Bomba universal com acionamento elétrico para o transporte, injeção e projeção de tintas, natas e argamassas bombeáveis de consistência plástica e fluida com granulometria máxima de 2mm.

A Bomba RG10 possui pressão de trabalho de 30kg/cm² e variação de velocidade de bombeio. RG10 é a bomba ideal para sua obra. Está à disposição dos clientes para aluguel e venda.

MAX RG10

Tele-atendimento (0XX21) 2493-6740
 fax (0XX21) 2493-5553
 produtos@recuperar.com.br
 Fax consulta nº 14

Concreto armado na salmoura

TANQUES E PRÉDIOS EM CONCRETO ARMADO, EM CONTATO DIRETO COM SALMOURA, CHEGAM À BEIRA DO COLAPSO DEVIDO A AÇÃO CORROSIVA SALINA.

Figura 1 - estrutura suporte de um tanque que processa salmoura comprometida pela corrosão nas armaduras do concreto.

ANÁLISE

Joaquim Rodrigues

Estruturas industriais, de um modo geral, são feitas em concreto armado. Estruturas de mineradoras que extraem e tratam sais não fogem à linha. O problema é que o nobre compósito concreto armado e sais não se amam e têm sérias incompatibilidades, a ponto de se destruírem. É sério. É o tipo de contato que não deve e não pode ocorrer.

O problema todo se deve a um metal bastante resistente, basicamente formado por uma grande quantidade de ferro misturada a um pequeno punhado de outros metais, chamado aço, e que é hospedado por um

falso-sólido chamado concreto. Nada contra os sais que podem e devem ser extraídos da terra pelas mineradoras. Ocorre que a liga aço é extremamente reativa, ou seja, facilmente se desintegra através de um processo conhecido por corrosão, uma vez em contato com água salgada ou salmouras de processamentos químicos industriais.

Alguns projetistas, no entanto, ainda acreditam que este fabuloso pseudo-sólido é capaz de proteger a tal liga, a ponto de deixá-la imune quando em contato com soluções salinas. E o pior, de peito aberto, quer dizer com a superfície do concreto

GLOSSÁRIO

Compósito – combinação de dois ou mais materiais, sem chance de se misturarem e que trabalham em conjunto. Sua composição baseia-se em fibra e matriz aglomerante.

Liga – metal resultado da solidificação de uma mistura de dois ou mais metais, previamente fundidos.

Salmoura – solução aquosa concentrada à base de sais.

Sais – Composto resultante da neutralização de um ácido por uma base, com eliminação de água. É formado por um cátion proveniente de uma base e um anion proveniente de um ácido. Em geral, os sais são compostos iônicos que formam cristais. São frequentemente solúveis em água, onde os dois ions se separam. Os sais em geral têm um alto ponto de fusão, reduzida dureza e pouca compressibilidade. Se fundidos ou dissolvidos em água, conduzem electricidade.

Continua na pág. 22.

Precisão?



Para medir com precisão os potenciais de corrosão no concreto armado já está disponível o novo conjunto semi-pilha CPV-4 com voltímetro digital. A semi-pilha CPV-4 é um revolucionário instrumento que mede os potenciais de corrosão em superfícies de concreto armado e protendido. Com este equipamento poder-se-á levantar ou monitorar, de tempos em tempos, possíveis estados de corrosão e a sua velocidade, antes que a estrutura apresente sinais de ruína por sintomas de corrosão (desplacamentos).



Equipamento de medição CPV-4.

Semi Pilha CPV-4

Tele-atendimento
(0XX21) 2493-6740
fax (0XX21) 2493-5553
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 16



Figura 2 - Parte do tanque com armaduras totalmente comprometidas pela corrosão. Veja o detalhe na foto da esquerda.



O problema

Os tanques de processamento da salmoura e a própria estrutura da edificação que promove a britagem do minério (sal bruto), em concreto armado, passaram cerca de 15 anos, chegaram a um estado de pré-cólapse devido à desintegração silenciosa das armaduras no interior do concreto. Investigações feitas nas regiões internas dos tanques, que aparentavam total ausência de sintomas de danos, evidenciou uma terrível surpresa: a abertura de “janelas”, nas paredes laterais e fundos dos tanques, feita com a remoção do espesso revestimento em fibra de vidro (3mm) e a camada de recobrimento do concreto com cerca de 5cm, absolutamente íntegra, escancarou um quadro fantasmagórico de desintegração das grossas barras de aço, 25mm de diâmetro, restando apenas os buracos moldados pelo concreto, deixando somente a lembrança de que ali existiam armaduras. O resumo desta gororoba técnica deixou claro que o concreto armado dos tanques estava órfão da mãe armadura, necessitando de urgente escoramento. O que foi imediatamente feito. O prédio da britagem do minério extraído, ao contrário, bastante sintomático, apresentava grandes deslocamentos e exposição acentuada de armaduras com alto nível de perda de seção. Muleta nele também, deixando-o totalmente escorado. Nas áreas aparentemente boas, a verificação dos potenciais não deixava dúvida de que havia muita corrosão e que novos comprometimentos estavam a caminho.

totalmente aparente ou à vista. Do ponto de vista mecânico estão corretos. Quimicamente? Aí é que está o problema. Sem querer entrar na própria química do cimento portland hidratado, muito complexa por sinal, o fato é que o concreto todo duro e curado possui fabulosa rede de comunicações, através da qual todo e qualquer fluido tem sinal verde, com direito a tráfego com faixas de alta e baixa velocidade.

Fluidos líquidos ou em estado de vapor podem chegar, rapidamente, ao aço hospedado, além da camada de recobrimento mafiosa, desencadeando reações eletroquímicas que, como sabemos, levam o aço à destruição. Quanto maior o tráfego dos fluidos através dos poros e capilares do concreto, até às armaduras, maior será sua desintegração, via reações catódicas e anódicas.



Figura 3 - Potencial de corrosão, obtido na laje teto do prédio da britagem, evidenciando um potencial comprometedor para a segunda camada de armaduras ainda “protegida” pelo concreto.



Figura 4 - “Tratamento da corrosão” imposto às armaduras com “pintura inibidora da corrosão com base polimérica”. Repare que o processo de corrosão nas armaduras continuou até a expulsão do revestimento.



Estruturas de edifícios também gostam de *check-up*

Integridade é questão indiscutível em qualquer tipo de estrutura. O **INSTITUTO DE PATOLOGIAS DA CONSTRUÇÃO, IPACON**, proporciona o melhor *check-up* para a estrutura da edificação, do ponto de vista estrutural, funcional e da análise física, química e eletroquímica do concreto. Possui o mais atualizado *staff* técnico do *repairbusiness*. Seja exigente. Opte pela arte das técnicas de diagnóstico. Algumas atividades:

- ✓ Condição estrutural.
- ✓ Projetos de recuperação e reforço.
- ✓ Provas de carga.
- ✓ Monitoramento.
- ✓ Revisão de projetos.
- ✓ Instrumentação.
- ✓ Ensaios não destrutivos.
- ✓ Microanálise

Solicite o **IPACON**.

Engenharia Diagnóstica



IPACON

Instituto de Patologias da Construção

Tele-atendimento
(0XX21) 2493-6740
fax (0XX21) 2493-5553
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 17



Figura 5 - Após o escoramento e a remoção da camada de recobrimento do concreto antigo, pelo lado interno, instalaram-se novas armaduras, foi colocada proteção catódica com TELA G...



...seguida da projeção de concreto nas paredes do tanque...



...e no seu piso. Após a cura, repetiu-se o tratamento pelo lado externo do tanque, restabelecendo-se a seção original do concreto.

A solução

Com o risco do desabamento controlado pelas escoras metálicas, promoveu-se a recuperação do prédio da britagem, em etapas, reintegrando novas armaduras e introduzindo-se proteção catódica com TELA G aderida às novas bar-

ras. Antes da concretagem, feita com concreto projetado, verificou-se os potenciais da TELA G aderida às novas armaduras. Em todo o prédio da britagem foram deixados eletrodos por onde circulariam os fios interligados aos anodos e armaduras, para futuro monitoramento dos potenciais.

A recuperação estrutural e o tratamento da corrosão nos tanques foram feitos de forma controlada, de modo a não paralisar a mineradora. A estratégia de tratamento dos tanques, com armadura dupla na laje de fundo e paredes, foi feita inicialmente removendo-se a camada de recobrimento das paredes internas e fundo. Novas armaduras foram incorporadas,

concreto

armadura protegida com TELA G

TELA G

(a) A instalação junto a armadura.

(b) A eletroquímica da proteção catódica e a corrente de proteção.

Concreto armado-protendido sem corrosão?

Só com TELA G

O aço da construção é reativo e corrói fácil. Armaduras e cordoalhas de protensão são de aço. O concreto é um falso sólido. A proteção do aço é apenas passiva. Com esta situação, a defesa natural e efetiva do aço é a proteção catódica. Sua atuação é facilmente checada e monitorada com uma semi-pilha. Concreto armado-protendido sem proteção catódica é uma fria. Use TELA G preventivamente ou na recuperação. E ainda tem 20 anos de garantia.

Tele-atendimento (0XX21) 2493-6740
 fax (0XX21) 2493-5553
 produtos@recuperar.com.br
 Fax consulta nº 18

juntamente com a proteção catódica na forma de TELA G. Novamente foram feitas verificações dos potenciais, deixando-se eletrodutos por onde passariam pares de fios ligados à tela e as armaduras até as caixas de passagem estrategicamente posicionadas do lado de fora. A seguir, foi aplicado o concreto projetado. Após a cura do concreto, na região interna, promoveu-se o remanejamento da camada de recobrimento pelo lado externo das paredes e da laje teto, procedendo-se à mesma metodologia anterior. De modo a evitar o contato direto da salmoura com o concreto, pelo menos a curto prazo, com a conseqüente ativação da proteção catódica, aplicou-se revestimento elastomérico emborrachado nas superfícies internas e externas dos tanques. Isto, porque revestimentos poliméricos não apresentam 100% de impermeabilidade por melhor que sejam. Assim, o objetivo do revestimento elastomérico serviu apenas para retardar ao máximo a nova contaminação do concreto e, naturalmente, a ativação da proteção catódica. Algumas semanas após, com os tanques e o prédio da britagem revitalizados e em total funcionamento, verificou-se os potenciais eletroquímicos através das caixas de passagem previamente deixadas tanto nos tanques quanto no prédio da britagem. A maioria das leituras evidenciou a ausência da ativação da proteção catódica, ficando claro que o revestimento elastomérico emborrachado estava funcionando, não deixando contaminar o concreto. Algumas leituras, no entanto, informaram o que já era esperado, ou seja, o revestimento polimérico permitiu a penetração da salmoura, ocorrendo a contaminação do concreto pelos sais e ativando a proteção catódica. Missão cumprida, armaduras sem corrosão, apesar da contaminação do concreto.

fax consulta nº 19



Para ter mais informações sobre Corrosão.

www.recuperar.com.br

REFERÊNCIAS

- **Joaquim Rodrigues** é engenheiro civil, membro de diversos institutos nos EUA, em assuntos de patologias da construção. É editor e diretor da RECUPERAR, além de consultor de diversas empresas.

ELEMENTOS DE FUNDAÇÃO DESPROTEGIDOS?



TERRA ANODO G (TAG)

Elementos de fundação como sapatas, blocos e estacas ficam em contato com a água freática e o próprio solo, que podem ter características ácidas ou uma diversidade de contaminantes. Corrosão na certa, tanto nas armaduras quanto em cabos de protensão. TERRA ANODO G é proteção contra a corrosão na medida certa. TERRA ANODO G é proteção catódica específica para estruturas de concreto armado e protendido enterradas.

**Instale e confira.
Damos total assessoria técnica.**



O TERRA-ANODO G é fornecido com diversas seções e comprimentos.

Terra Anodo G

Tele-atendimento
(0XX21) 2493-6740
fax (0XX21) 2493-5553
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 20

Proteção Catódica com Zinco Termo Projetado (ZTP)

O sistema de tratamento por proteção catódica interrompe a corrosão no concreto armado. É considerado como a única técnica de recuperação que consegue interromper a corrosão em pontes, viadutos, edifícios civis e industriais contaminados com cloretos, sulfatos, CO₂, independente do teor de ataque.

A proteção catódica utiliza a mesma técnica eletroquímica da corrosão para garantir que reações de oxidação não ocorram no aço estrutural. Isto é possível adicionando-se um anodo exterior ao sistema, capaz de manter as reações de oxidação sem sofrer qualquer dano físico.

Vantagens:

- Mínimo custo para a recuperação da estrutura.
- Proteção efetiva e confiável das armaduras contra a corrosão em situações onde há contaminações por cloretos etc.
- Não há necessidade de corte do concreto, mesmo com presença de corrosão.
- Sobre a aplicação do ZTP pode ser feita a aplicação de qualquer tipo de tinta de acabamento.
- O ZTP é o método mais efetivo de proteção e prevenção contra a corrosão das armaduras, oferecendo proteção galvânica e uma barreira, em forma de pintura.
- Não há limite de área para a aplicação do ZTP.
- Não há perda de tempo para a cura do ZTP. É instantânea.
- O ZTP é versátil, pois permite a aplicação de acordo com a proteção necessária. Quanto mais espessa a aplicação do ZTP, maior a durabilidade. Poder-se-á aplicar diferentes espessuras em uma mesma estrutura, consoante com o grau de exposição da peça estrutural.
- O prazo mínimo de garantia é de 20 anos.

Zinco Termo Projetado

Tele-atendimento
(0XX21) 2493-6740
fax (0XX21) 2493-5553
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 21

Tensões térmicas mostram suas garras

ANTES DE ESTABILIZAR/REFORÇAR UMA ESTRUTURA É NECESSÁRIO CONHECER SEU COMPORTAMENTO DIANTE DOS EFEITOS TÉRMICOS.

ANÁLISE



Carlos Carvalho Rocha

Figura 1 - Todo tipo de estrutura está sujeito a tensões térmicas, responsáveis por enorme quantidade de patologias.

Fundamentos II

Patologias das Construções

Estruturas de concreto possuem massa crítica suficiente para produzir efeitos térmicos desastrosos, quando submetidas a gradientes de temperatura, induzindo compressão exotérmica sobre as bases deste material que sustenta o mundo.

Certamente, o principal efeito da temperatura no concreto é a mudança de volume amoitada, imposta na marra e a qualquer preço. Este movimento orquestrado que

relaciona a mudança de volume com temperatura tem nome e se chama coeficiente de dilatação/contração térmica. Essas mudanças de volume criam um grande tráfego de tensões nas superfícies planas e curvas das estruturas, limitadas ou impedidas de dilatar/contrair, podendo ser de tração, cisalhamento e compressão. Tensões estas que dinamitam a ponte para o comportamento exemplar do concreto, causando movimentos acompanhados de fissuras e

Continua na pág. 32.

GLOSSÁRIO

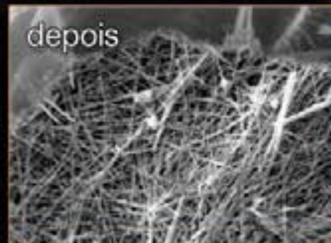
Deflexão – movimento a partir da posição original de um elemento estrutural motivado por deformações causadas por flexão, cisalhamento etc, provocado por seu próprio peso, cargas aplicadas, mudanças de temperatura e umidade.

Tensões – força por unidade de área. Utiliza-se o termo especialmente para indicar os esforços a que se submetem os sólidos, reservando-se o termo pressão para os exercidos pelos fluidos. A tensão pode ser de compressão, tração ou de cisalhamento.

Coefficiente – propriedade de qualquer fenômeno de poder ser avaliado numericamente. Grau.

Coefficiente de dilatação/contração térmica – é a mudança, em uma dimensão linear, por unidade de comprimento por grau de temperatura a que fica submetido um material.

Água, é covardia.



PENETRON

Todo grande lutador sabe que a melhor estratégia é usar a própria força do adversário contra ele mesmo.

A moderníssima fórmula impermeabilizante por cristalização e densificação PENETRON reage, na presença d'água, formando intrincada rede de cristais insolúveis que preenchem e densificam totalmente poros, vazios, microfissuras, trincas e fraturas, tornando a área que está sendo trabalhada virtualmente estanque e impermeável, mas deixando-a "respirar". É fácil e de rápida aplicação, com custo benefício bem superior às fórmulas antigas concorrentes. PENETRON pertence a uma das maiores empresas de impermeabilização em todo o mundo. PENETRON é peso-pesado.

BRASIL



Tels: (21) 2494-4099 / 2493-4702
Fax: (21) 2493-5553
www.rogertec.com.br
rogertec@rogertec.com.br

Acesse www.penetron.com e leve o melhor peso-pesado impermeabilizante para sua obra.



Figura 2 - Tanques com geometrias diversas sofrem terrivelmente o efeito das tensões térmicas: vazamentos generalizados provocados por trincas verticais, nas juntas de construção horizontais, nas juntas laje-paredes, ocasionando também desalinhamentos de trilhos etc...

trincas, na maioria das vezes cíclicas, além de deslocamentos, deflexões excessivas, descolamentos de revestimentos etc.

As mudanças de volume causadas pela temperatura

Como qualquer corpo que respira e tem movimento, o concreto não é diferente; muda constantemente de volume quando submetido a mudanças de temperatura. Ou seja, trata-se de um fenômeno extremamen-

te sensível. Um aumento de temperatura significa um aumento nas dimensões do concreto, algo como um estufar de peito. De modo contrário, uma diminuição de temperatura faz com que o concreto perca barrega, quer dizer, diminua de volume. O marco principal ou a ocorrência dos movimentos térmicos ocorrem principalmente nas mudanças de estação. No entanto, para nossas condições, ganhos e perdas térmicas rápidas e até extremas são uma constante, principalmente durante o dia, ocasi-

onando tensões problemáticas na estrutura, em especial nos seus cantos ou nas juntas (quando existem) com insuficiente tolerância a movimentos. O mecanismo do surgimento de trincas e até de desastres devido ao movimento térmico, dependerá da velocidade com que ocorrem as mudanças e, naturalmente, do movimento diferencial entre as peças da estrutura. Evidentemente, quanto maior a estrutura, ou a peça estrutural, maiores as tensões térmicas. Estrutu-

Continua na pág. 34.

O que dizem os dois componentes do concreto armado

Material	Condutividade térmica	Coeficiente de dilatação térmica linear	Densidade	Movimento normal sem qualquer retração numa mudança de 50°C	Tensão de rutura		
					Compressão	Tração	Flexão
Concreto	1,60 watt/m°C	9x10 ⁻⁶ mm/mm/°C	2.400kg/m ³	0,55 mm/m	200kg/cm ²	20kg/cm ²	40kg/cm ²
Aço	50,00 watt/m°C	11x10 ⁻⁶ mm/mm/°C	7.850/kg/m ³	0,55 mm/m	—	>5.000kg/cm ²	1.650kg/cm ²

A VERDADEIRA RESISTÊNCIA DO CONCRETO?



- 100% eficiente.
- Normatizada pela ASTM C-803 e outras.
- Memória e acesso para PC.
- Valores rápidos.
- Econômica.
- Inteligente.

PISTOLA WINDSOR

Tele-atendimento
(0XX21) 2493-6862
fax (0XX21) 2493-5553
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 30

A melhor proteção para tubulações

Tubulações aéreas e enterradas têm que ser protegidas contra a corrosão. A melhor e mais eficaz barreira protetora contra a corrosão chama-se **DENSO**. Seu mais novo lançamento – **DENSO BANDA VERDE** – é um não tecido de fibra sintética termofixado e revestido com massa anticorrosiva à base de petrolatum, parafina, cargas minerais e agentes anticorrosivos. Protege, com **garantia mínima de 20 anos, tubos e tubulações**, além de válvulas e acessórios de gasodutos e aquedutos, barras de ancoragem etc. Nada de pinturas. Proteja uma vez só. **Use DENSO.**



DENSOFLEX
Tele-atendimento
(0XX21) 2493-6862
fax (0XX21) 2493-5553
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 31

O que são coeficientes de dilatação

Se um material de construção é submetido a uma variação de temperatura, ocorrerão conseqüentes modificações em seu comprimento, área e volume. A quantidade de mudança dependerá do coeficiente de dilatação linear (CDL), que reflete a mudança no seu comprimento, por cada unidade de comprimento, quando há variação de 1°C de temperatura. Por outro lado, o coeficiente de dilatação superficial (CDS) é, aproximadamente, duas vezes o CDL, e o coeficiente de dilatação volumétrica (CDV), pouco utilizado para sólidos e mais para líquidos e gases é, aproximadamente, três vezes o CDL. Uma viga de concreto armado ou uma simples barra de aço terá seu comprimento aumentado com o aumento da temperatura e, inversamente, com a diminuição da temperatura. Esta mudança de comprimento (ΔC) será

$$\Delta C = CDL \times C_0 \times (T_2 - T_1) \quad (1)$$

onde T representa as mudanças de temperatura e C_0 o comprimento inicial. Trabalhando a expressão anterior, podemos obter a desejada deformação térmica, $D_{term} = CDL \times (T_2 - T_1)$,

que deve ser manipulada da mesma maneira que a deformação provocada por cargas aplicadas. Por exemplo, se uma viga de concreto sofre aquecimento mas não é permitido que expanda, as tensões originadas σ_{term} , podem ser calculadas com a própria deformação térmica e a lei de Hooke, $\sigma_{term} = E \cdot D_{term}$.

1º exemplo: viga de concreto tem 30 metros de comprimento a 25°C. Submetida ao sol e com extremidades livres para expandir, sua temperatura chega a 45°C. Seu comprimento nesta situação será obtido com a fórmula (1). Variação no comprimento a 45°C = $9 \times 10^{-6} \times 30.000 \times 20 = 5,4\text{mm}$

2º exemplo: uma viga com 20m de comprimento e seção de 0,12m² foi concretada dentro de uma estrutura em um ambiente com temperatura de 30°C, de modo a reforçá-la, sem que houvesse qualquer junta, ficando totalmente confinada em suas extremidades. Qual a força de compressão, provocada pela viga exposta ao sol e aquecida a 45°C?

$$D_{term} = 9 \times 10^{-6} (45 - 30) = 135 \times 10^{-6}$$



Como o módulo de elasticidade do concreto é $E = 30.000 \text{ N/mm}^2$, a tensão de compressão térmica, σ_{term} é dada pela lei de Hooke:

$$\sigma_{term} = E \cdot D_{term}$$

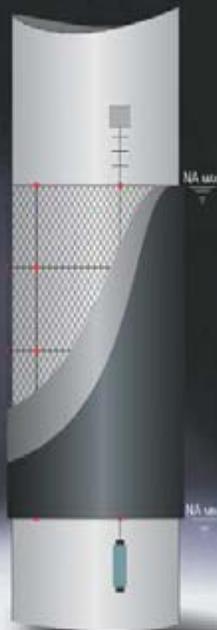
$$\sigma_{term} = 30.000 \times 135 \times 10^{-6} = 4\text{N/mm}^2$$

Logo, a força compressiva que a viga promoverá será:

$$F = \sigma_{term} \times A = 4 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \times 120.000\text{mm}^2 = 480.000\text{N} \text{ ou } 48 \text{ toneladas}$$

Obs.: 1N (Newton) = 0,1kg

Evolução



JAQUETA G



Anti-Corrosion Protection System for Reinforced Concrete Piles

Barreiras passivas não protegem nada na zona de variação da maré. Água salgada e aço não combinam. Proteção total contra a corrosão em estacas de concreto armado-protendido? **JAQUETA G.**

JAQUETA G

Tele-atendimento
(0XX21) 2493-6862
fax (0XX21) 2493-5553
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 32

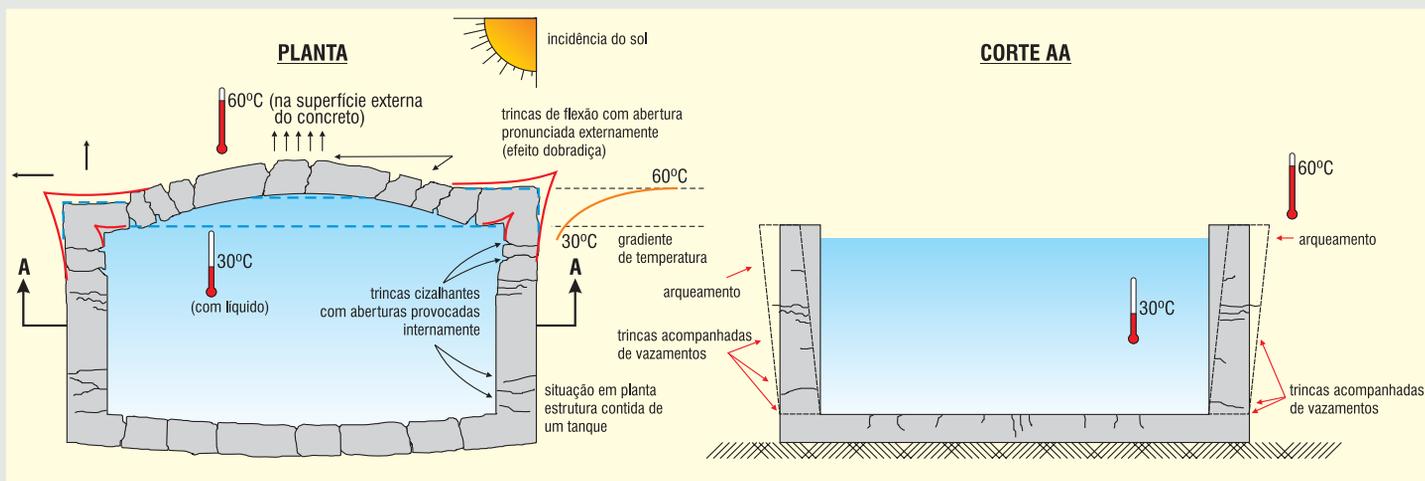


Figura 3 - Um tanque retangular com 30mts de parede (maior dimensão) pode sofrer uma “barriga” de 50mm no meio do seu comprimento ao final da tarde, fazendo com que suas extremidades girem, promovendo uma salada de tensões e deformações.

ras com diferentes módulos de elasticidade, ou seja, com peças rígidas e flexíveis, ficarão submetidas a uma sinistrose de tensões, incentivando o aparecimento de sons inaudíveis acompanhados de trincas e deslocamentos. Hipoteticamente não existirão trincas nem deslocamentos se o processo de contração/dilatação não for impedido. Na vida real, no entanto, existirá sempre alguma ligação que impedirá ou limitará o movimento da estrutura.

Cargas térmicas desiguais

Gradientes de temperaturas atuam em, praticamente, todas as estruturas. A temperatura do lado externo da parede de concreto armado de um tanque industrial, exposto a ação direta do sol, pode chegar a 60°C, enquanto esta mesma parede, pelo lado interno, pode ficar amoitada em míseros 30°C, devido à presença do líquido estocado. Ou seja, obtém-se um aquecimento solar de 30°C (diferença), o que causa uma expansão relativa da superfície externa, promovendo arqueamento ou envergamentos.

Se uma peça ou estrutura está teoricamente livre para mover-se, devido a imposição de gradientes de temperatura, umidade e cargas diversas, não haverá motivo para a formação e o crescimento de tensões em seu corpo. Por outro lado, se esta mesma

peça ou estrutura está limitada ou contida, perde-se de vista a lógica e a única moeda de troca que tem valor nessa transação são tensões de toda sorte e intensidade. A liberação ou dissipação destas tensões dá um sacolejo nas regiões mais frágeis da peça ou da estrutura, principalmente nas ligações com outras partes. No calor da discussão acadêmica, não vai faltar papo sobre trincas de tração, de cisalhamento e de flexão.



fax consulta nº 33

RECUPERAR

Para ter mais informações sobre Fundamentos.

www.recuperar.com.br

- REFERÊNCIAS**
- Carlos Carvalho Rocha é Engenheiro Civil, especialista em serviços de recuperação.
 - ASTM STP 169-A - Concrete and concrete making materials.
 - Behavior of concrete under temperature extremes, SP-39, American Concrete Institute.
 - Neville, A.M. hardened concrete: physical and mechanical aspects, monograph 6 American Concrete Institute.
 - ACI 209R-82, prediction of creep, shrinkage and temperature effects in concrete structures.

INSTITUTO DE PATOLOGIAS DA CONSTRUÇÃO

www.ipacon.com.br

Junta Evazote



JUNTA EVAZOTE é resistente à ação mecânica e química. Ideal para ser aplicada em todo tipo de juntas de dilatação, tanto de pontes como de edificações. Trata-se de uma borracha extremamente resistente ao tempo e ao desgaste abrasivo, sendo totalmente impermeável, formada com copolímeros de polietileno de baixa densidade e acetato de etileno vinílico.

100% atóxica, pode ser usada em contato com água potável.

JUNTA EVAZOTE
 Tele-atendimento
 (0XX21) 2493-6862
 fax (0XX21) 2493-5553
produtos@recuperar.com.br
 Fax consulta nº 34

GLOSSÁRIO

Limitação de uma estrutura – restrição ao livre movimento da estrutura. Esta restrição pode ser interna ou externa e atua em uma ou mais direções.

Mudança de volume – um aumento ou diminuição do volume (comprimento, largura e altura).