

RECUPERANDO COM OVERLAYS DE CONCRETO.

NOVOS CONCEITOS PARA RECUPERAÇÃO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS E FLEXÍVEIS FACILITAM E DINAMIZAM ESTA TÉCNICA.

Antigo pavimento industrial de concreto sendo fresado para receber overlay de concreto.

ANÁLISE

Patrícia
Karina Tinoco

Antiga aceitação, pura e simples, de pavimentos asfálticos (flexíveis) como solução para a recuperação de tudo acabou de ruir. É a miragem da glória para o mercado das empresas especializadas ou não em pisos e pavimentos de concreto, mais para este último, como aquele sonho em que um novo lugar é sintetizado diante dos olhos, do corpo, dos sentidos e o percorremos, por vezes, em labirinto.

Mas não é que ainda existem opiniões insensatas de que recuperação de pavimentos de concreto e até de concretos asfálticos com concreto, mais precisamente com overlays de concreto é cara, ao invés do indefectível concreto asfáltico? Estas opiniões tendem a ruir pelo fato de que há enormes reduções de custos com os overlays de concreto, considerando-se as novas estratégias pertinentes a esta nova tecnologia.

GLOSSÁRIO

Overlay de concreto – é um revestimento ou camada de concreto, normalmente com altura superior a 25mm, feito no local, sobre pisos de asfalto ou concreto muito castigado, de modo a restituir sua situação original de tráfego.

Retração – é a diminuição do comprimento ou do volume das peças de concreto, como resultado da variação do teor de umidade ou de mudanças químicas, devido ao endurecimento.

Retração por secagem – retração devido a perda de umidade.

Retração plástica – ocorre antes que a pasta de cimento, argamassa, grout ou concreto endureça.

Junta de dilatação – abertura programada em uma estrutura de concreto, de modo a regular a surgência de movimentos dimensionais em diferentes regiões da estrutura.

Continua na pág. 6

RECUPERAR • Julho / Agosto 2008



Piso-Dur

NO CORR



O **Piso-Dur NO CORR** é um revestimento cimentício (cimentos especiais) moderníssimo que atende à norma NBR-17505-2 para proteção secundária em bacias de tanques industriais que estocam óleos orgânicos/inorgânicos ou corrosivos.

Piso-Dur NO CORR é auto-nivelante e reveste superfícies desgastadas de concretos, cerâmicas etc.

- **Basta adicionar água.**
- **Aceita pintura epóxica (opcional) 48 horas após.**
- **Excelente aderência.**
- **Nas cores cinza e branco.**
- **Pega inicial, 15 minutos – pega final, 60 minutos.**



PISO-DUR NO CORR
Tele-atendimento
(0XX21) 3154-3250
fax (0XX21) 3154-3259
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 01

A novidade

Este artigo, na verdade, introduz a forma de recuperar pavimentos de concreto e também asfálticos, utilizando-se recapamentos feitos com concreto armado, ou melhor, overlays de concreto armado, através de metodologias simples e com alternativas. Esta nova tecnologia consegue otimizar o clímax, exatamente no parâmetro custo-benefício, vejamos por que:

- Overlays de concreto duram e duram, mantendo sua superfície intacta durante décadas. O que, infelizmente, não acontece com overlays asfálticos.
- Overlays de concreto também são eficientes e rápidos de construir.
- Adaptam-se para uma variedade de patologias que, normalmente, ocorrem em nossas estradas. E que estradas!?
- Os equipamentos necessários são os usuais.
- Poder-se-á utilizar dosagens convencionais.
- Overlays de concreto são 100% recicláveis, ou seja, poder-se-á removê-los e reutilizá-los, inclusive como material de base.
- Os serviços feitos com overlays de concreto têm a mesma durabilidade de um pavimento novo feito com concreto.
- Adapta-se, sem problemas, às exigências mundiais que clamam por estradas mais largas.
- A armação pode ser feita com tela de fibra de vidro estrutural.



Situações de pavimentos rígidos e flexíveis, candidatos a overlays de concreto.

Esclarecendo

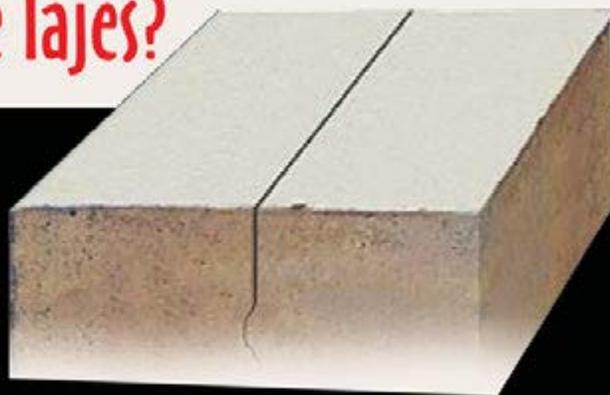
Esta nova tecnologia impõe novos termos, comparando-se aos antigos utilizados. Queremos dizer que, o pessoal que constrói pavimentos de concreto poderá fazer alguma confusão misturando o termo overlay com

a técnica chamada de Whitetopping, em relação aos novos conceitos de overlay aderido, parcialmente aderido e não aderido. De forma apropriada e normatizada para evitar qualquer confusão, a Associação Americana de Pavimentos de Concreto (ACPA) adotou uma linguagem ou nomen-

Juntas serradas ou trincas de um modo geral em pisos e lajes?

Só com Epóxi Semi-Rígido 36

A melhor solução para juntas serradas ou monolitização de trincas de retração por causas térmicas, secagem etc. é o EPÓXI 36, pois adere nas bordas, permitindo que a junta "trabalhe" adequadamente e que as trincas sejam profundamente coladas. O uso de argamassas pré-fabricadas para preencher trincas é desaconselhado, devido a incompatibilidade (módulo, dilatação etc.). Passe a makita nelas e preencha...



Use Tecnologia.

Use EPÓXI 36

Agora também para injeção, com apenas 90cps.

EPÓXI 36

Tele-atendimento
(0XX21) 3154-3250
fax (0XX21) 3154-3259
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 02



Situações típicas, onde são sugeridos overlays de concreto aderido (OCA).



clatura bem simples de ser compreendida. A nova tecnologia chama-se overlay de concreto e é organizada em apenas duas famílias: o aderido e o não aderido, que podem ser executados tanto sobre pavimentos de concreto danificados quanto em pavimentos asfálticos esburacados e até na mistura dos dois, o que é bastante comum. Para atender a estas três condições, idealizou-se 6 tipos de overlays de concreto:

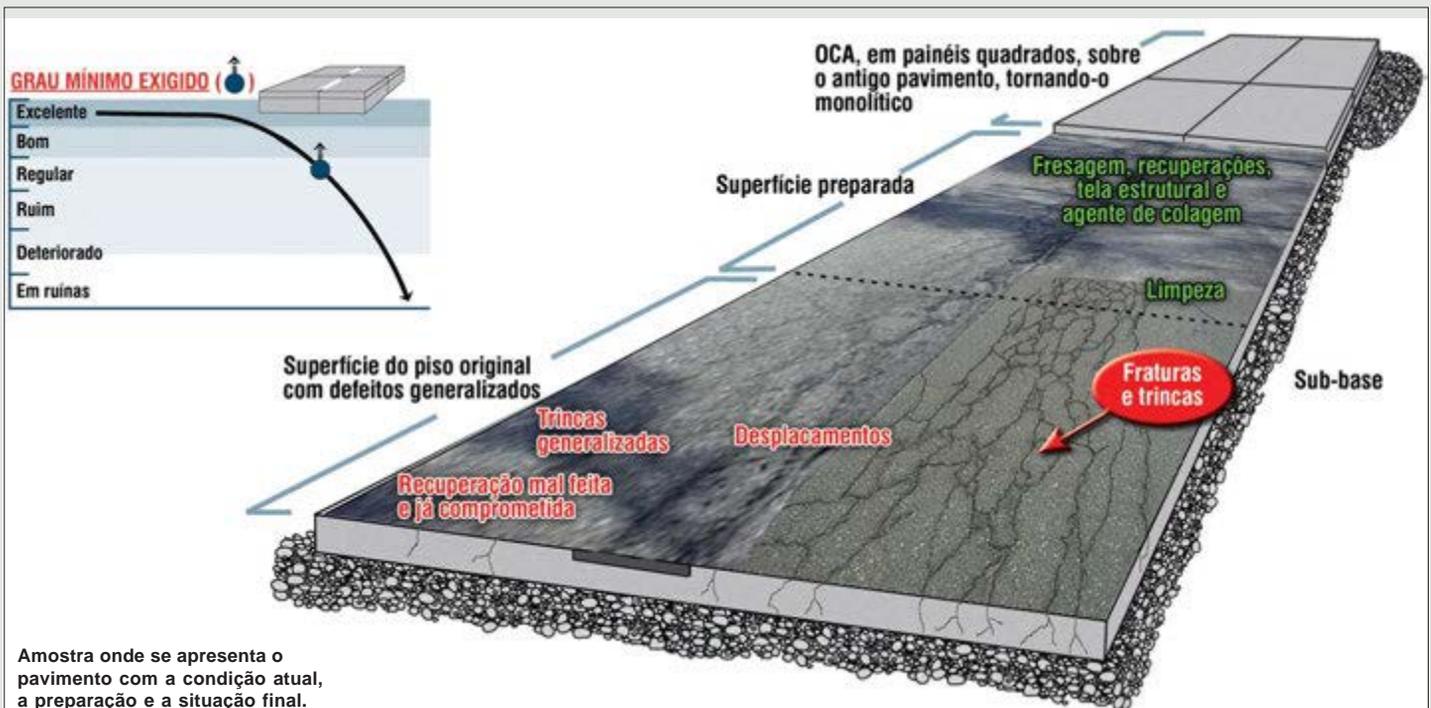
- O aderido sobre pavimentos de concreto, asfalto e misturas dos dois.
- O não aderido com as mesmas condições.



OCAs e OCNAs

Overlays de concreto aderidos (OCAs) são projetados para se integrarem ao pavimento original, desde que este apresente ainda alguma condição de tráfego, de modo a compor ou formar um único pavimento, monolítico, com características estruturais superiores. Dá para perceber que a aderência é essencial para a obtenção desta empreitada. Em caso contrário o overlay ficará sem pai nem mãe e o resultado não será o esperado.

Já os overlays de concreto não aderidos (OCNAs) são projetados para trabalhar independentemente, como um novo pavimento, desconsiderando-se o pavimento original, bastante danificado e impres-



Amostra onde se apresenta o pavimento com a condição atual, a preparação e a situação final.

tável, servindo apenas como base estável. Ambos irão trabalhar cada um para seu lado, independentes. Desta maneira, nada será exigido da aderência entre ambos, ou seja, a perda de adesão não resulta em comprometimento para o OCNA. Na prática, é comum conseguir-se alguma aderência ao aplicá-lo sobre pavimentos asfálticos. Nenhum prejuízo. Por outro lado, ao executá-lo sobre um pavimento de concreto, dever-se-á aplicar uma membrana separadora, fazendo com que ambos trabalhem independentes, eliminando a possível ressurgência de trincas/fissuras antigas provenientes do antigo pavimento.

Bem projetados, OCAs e OCNAs são, hoje, a melhor programação para a recuperação duradoura de pavimentos de rodovias e os existentes dentro de plantas industriais.

Ficou no ar a idéia de que um OCA teria características de uma recuperação e um OCNA de uma obra de reconstrução. Na verdade, ambos podem e devem ser utilizados em conjunto, até mesmo em uma mesma obra, adicionando-se melhorias como, por exemplo, o aumento da largura do pavimento.

Projetando OCAs e OCNAs

Tudo deverá ser avaliado: a importância do pavimento, se é uma auto-estrada, um pavimento de rua ou um pavimento industrial. Suas condições (a do pavimento), sua sub-base e subleito, podendo-se utilizar um falling – weight deflectometer. Naturalmente, se haverá ou não adicionais como alargamentos no pavimento e, claro, dinheiro suficiente para a empreitada. Afim eliminar qualquer dúvida que possa ainda existir sobre a aplicação de OCAs e OCNAs, vamos apresentar as duas famílias na forma de quadros.

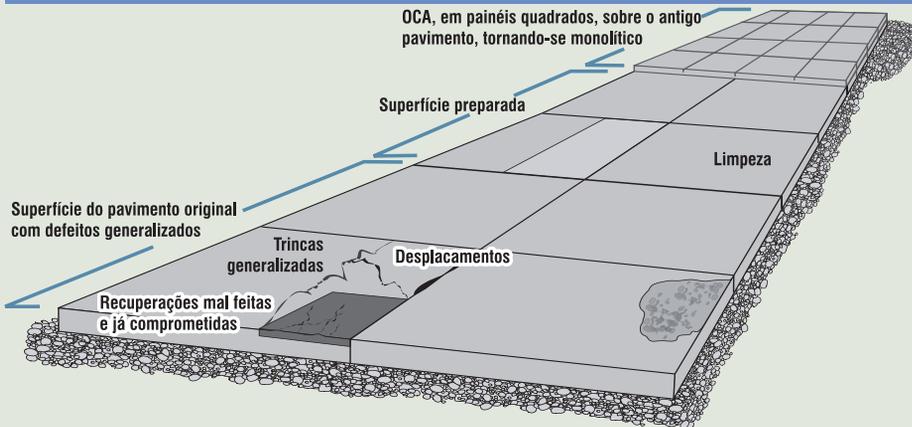
Condições ideais para um OCNA

Pavimentos de concreto ou asfáltico com fraturas e deslocamentos generalizados, reatividade álcali-agregado (pavimentos de concreto), subleito comprometido, seja com borrachudos, desnivelamentos, drenagens insuficientes, recalques etc. Algumas práticas construtivas e detalhes para a execução de um bom OCNA são os seguintes:

FAMÍLIA ADERIDA (Overlay de concreto aderido)

Dependendo da garantia desejada, terá espessura de 5 a 13cm. Considerar-se-á a carga do tráfego e o solo de fundação.

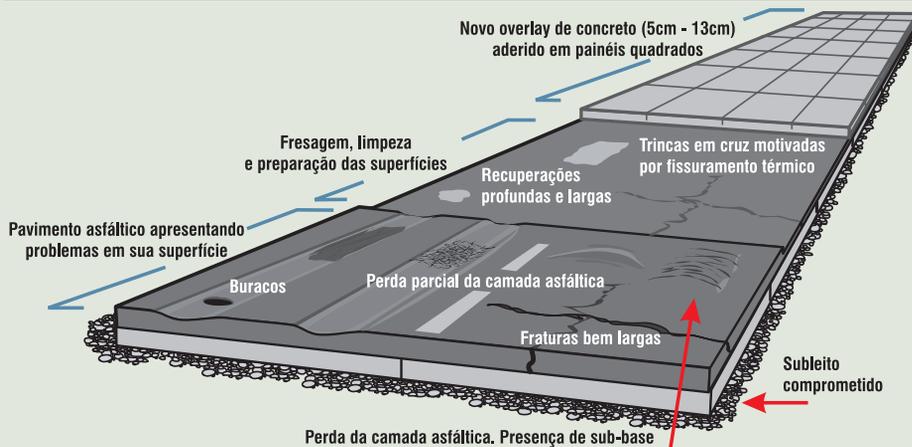
Recapeamento de pavimentos de concreto com overlay aderido (Overlay e concreto antigo em conjunto)



Recapeamento de pavimentos mistos (concreto e asfalto) com overlay aderido (Overlay e concreto/asfalto atuam em conjunto)



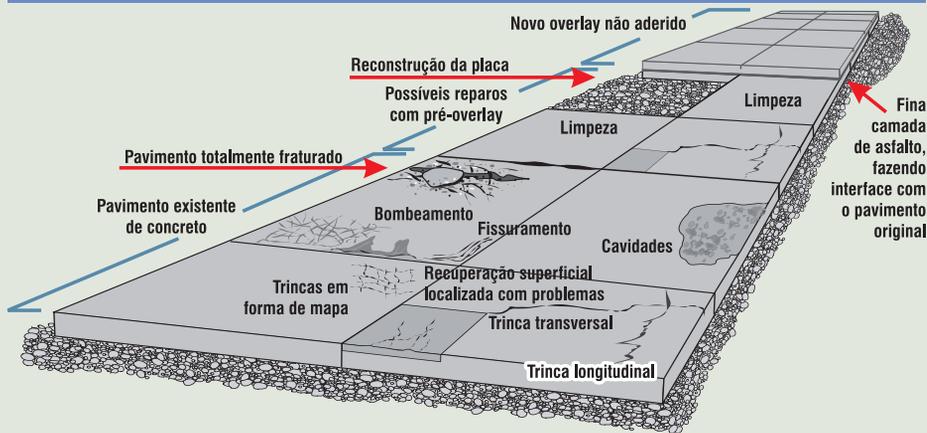
Recapeamento de pavimento asfáltico com overlay aderido (Overlay e asfalto atuam em conjunto)



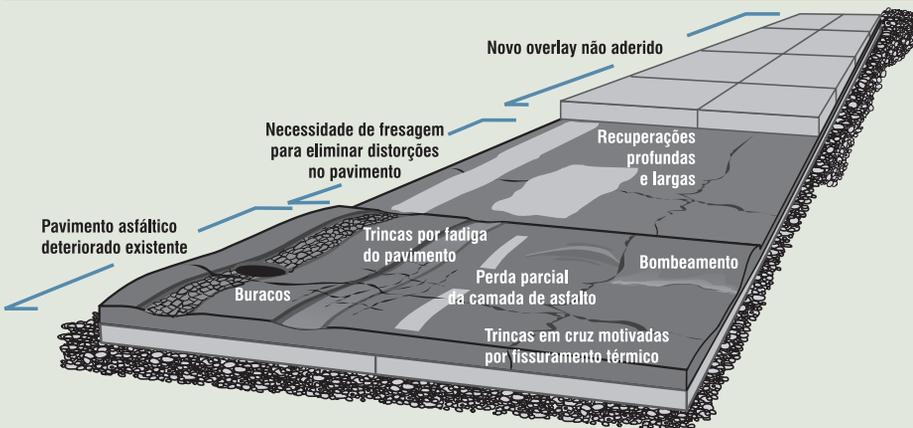
FAMÍLIA NÃO ADERIDA (Overlay de concreto aderido)

Dependendo da garantia desejada, terá espessura de 10 a 28cm.
Considerar-se-á a carga do tráfego e o solo de fundação.

Recapeamento de pavimentos de concreto com overlay não aderido (O resultado é um novo pavimento com base estável)



Recapeamento de pavimentos mistos (concreto e asfalto) com overlay não aderido (O resultado é um novo pavimento com base estável)



Recapeamento de pavimento asfáltico com overlay não aderido (O resultado é um novo pavimento com base estável)



• Restabelecendo a condição suporte do pavimento original

Pavimentos de concreto

A maioria dos problemas existentes em sua superfície não precisa ser recuperada, apenas sua condição suporte ou estrutural, de modo a não comprometer o OCNA. Assim, painéis comprometidos pela condição do subleito ou totalmente fraturados e sem base estável (recalques) precisam ser bem recuperados, antes do OCNA.

Pavimento asfáltico e mistos

Caso existam apenas sulcos ou aqueles riscos característicos ao longo do pavimento com largura menor do que 5cm, poder-se-á lançar diretamente o OCNA, sem que haja qualquer trabalho de fraturamento do pavimento para melhorar sua estabilidade. Se houver desnivelamentos, dever-se-á corrigi-los, a fim de assegurar a espessura mínima do OCNA. Mas cuidado no corte para não desestabilizar sua condição suporte.



Preparação para lançamento de uma placa de OCNA.

Lápis medidor de PH para Superfícies de Concreto



LÁPIS PH

Tele-atendimento
(0XX21) 3154-3250
Fax consulta nº 03



Situações típicas, onde são sugeridos overlays de concreto aderido (OCA).

• Preparando a superfície para receber o OCNA

Preparar antigas superfícies de pavimentos de concreto e asfalto exige técnicas distintas para receber o OCNA.

Pavimentos de concreto

Torna-se necessário isolar o pavimento de concreto com uma camada de asfalto com espessura variando de 2 a 3cm. Poder-se-á utilizar tecidos asfálticos adequados. Trata-se de uma medida necessária para impedir que a antiga superfície do pavimento asfáltico, cheia de trincas e fissuras, adira ao overlay, comprometendo-o. Atenção à temperatura do antigo pavimento. Caso esteja quente, lave-o e assegure uma condição natural.

Pavimentos asfálticos e mistos

Basta dar uma boa vassourada para remover a sujeira, porventura existente. Atenção, caso a temperatura do antigo pavimento asfáltico esteja alta, geralmente superior a 45°C, poderá comprometer o OCNA, pro-

vocando ou acelerando as trincas de retração. Lave as superfícies com água e cheque a temperatura. Antes de lançar o OCNA, retire todas as poças d'água.

• Espessura do OCNA

Varia de 10 a 30cm. As exigências para o novo pavimento é que definirão a espessura adequada.

• Dosagem do concreto

Geralmente utiliza-se a dosagem padrão utilizada em pavimentos, com a particularidade obrigatória do acelerador de pega para liberação rápida do tráfego.

• Corte e cura

O corte das juntas de controle (serradas) do OCNA deverá ter um padrão diferente dos pavimentos tradicionais. As juntas deverão ser bem mais próximas, de modo a reduzir as tensões e as conseqüentes fissuras que poderão existir.

Condições ideais para um OCA

A adesão é a condição primordial para este tipo de overlay. A melhor prática construtiva é a seguinte:

• Restabelecendo a condição suporte do pavimento original

De modo geral, dever-se-á restabelecer regiões severamente danificadas, antes de executar o OCA.

Pavimentos de concreto

Toda e qualquer trinca que exista no pavimento original refletirá no OCA, a não ser que se construa juntas de controle sobre estas trincas. Evidentemente fraturas e grandes aberturas deverão ser adequadamente, quer dizer, profundamente preenchidas com concreto, antes do OCA.

Pavimentos asfálticos e mistos

Todo e qualquer grande defeito, como aquela aparência de pele de jacaré, muito característico em antigos pavimentos



Um dos tipos de fresa para preparação do pavimento.



Trincas induzidas pelo corte da junta de controle.

asfálticos mal tratados, deverão ser removidas. Assim como comprometimentos de seu subleito ou sub-base. Desniveletamentos maiores que 5cm deverão ser corrigidos, de modo a não comprometer a espessura do OCA. Cuidado para não cortar muito o antigo asfalto, pois servirá de base para o OCA. Caso existam grandes trincas ou fraturas transversais, muito características, provocadas por fraturas térmicas, deverão ser desobstruídas e preenchidas com argamassa ou concreto.

Pavimento misto

Situação típica de pavimento asfáltico sobre concreto. Caso exista fratura com movimentação, devido à falta de base, deverá-se analisar a situação, podendo ser necessárias injeções de calda de cimento naquela região. Se forem apenas fraturas, poder-se-á colocar pedaços de tela de armação sobre o local, de modo a neutralizar este problema.

• Preparando a superfície para receber o OCA

Pavimento de concreto, asfáltico e mistos

Todo pavimento deverá ser fresado, de modo a assegurar a aderência com o OCA. Como opção, poder-se-á utilizar hidrojetamento com areia, quando o pavimento for muito frágil. A limpeza deve ser absoluta, de preferência lavando-se e removendo-se poças d'água. Atenção à temperatura das superfícies. O ideal é que a temperatura da superfície esteja igual ao do OCA no momento do lançamento. Caso contrário, problemas poderão aparecer. Claro, trincas de retração, muitas.

• Juntas e cura

Evidentemente, overlays relativamente finos apresentam grandes chances de sofrerem rápidos processos de retração e expansão, além de empenamentos de bordas. Tudo isto motivado por tensões que cai-

rão de pau exatamente na interface de colagem. Assim, o desenho projetado para as juntas de controle e a estratégia do posicionamento das juntas de concretagem será extremamente importante para liberar e jogar para longe estas tensões malucas. Falamos no desenho ou no projeto das juntas de controle, mas não há um padrão, já que é muito comum encontrarmos antigos pavimentos com diferentes padronizações de juntas. De qualquer maneira, é muito útil dar uma olhada antes no software Hiperpav, que estabelece a condição ideal para o corte de juntas de controle.

Em pavimentos de concreto

As juntas deverão ser feitas exatamente sobre as existentes, de modo a evitar a reflexão de trincas. O corte deverá atingir toda a espessura da OCA, avançando mais 1,5cm.

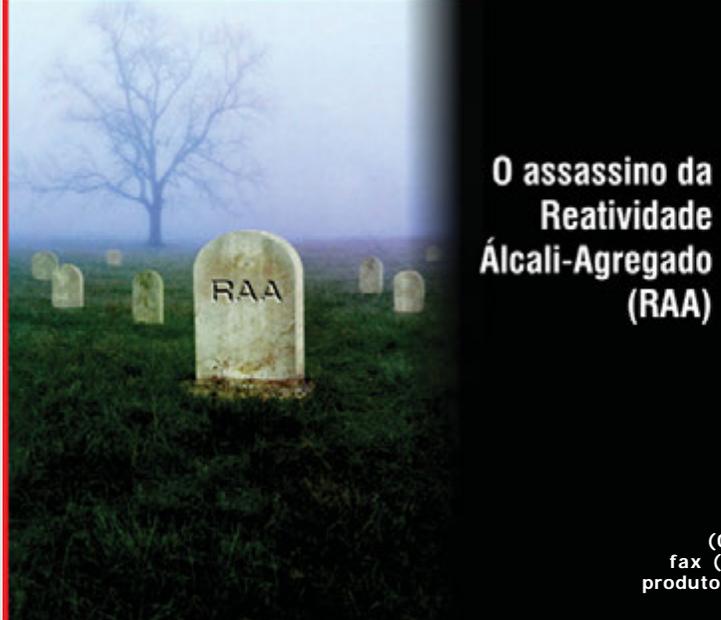
Em pavimentos asfálticos e mistos

O corte deverá estabelecer pequenos "pauzinhos" que variam de 1m a 2,5m ou, segundo uma outra padronização, de 12 a 18 vezes a espessura do OCA. A junta longitudinal deverá ser feita afastando-a o máximo possível da trajetória das rodas dos veículos.

A cura aqui também é importantíssima para controlar as tensões e manter a super importante adesão. É muito interessante utilizar película de cura química pigmentada (esbranquiçada), de modo a visualizar-se sua aplicação, inclusive nas bordas verticais do OCA.



Típica degradação do pavimento asfáltico, devido a falta de condições para tal: ideal para overlay de concreto.



**O assassino da
Reatividade
Álcali-Agregado
(RAA)**



RENEW
TRATAMENTO DA REATIVIDADE
ÁLCALI-SILICA

RENEW
Tele-atendimento
(0XX21) 3154-3250
fax (0XX21) 3154-3259
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 04

fax consulta nº 05



RECUPERAR
CONSULTA

Para ter mais
informações sobre
Análise.

www.recuperar.com.br

REFERÊNCIAS

- **Patrícia Karina Tinoco** é engenheira civil especialista em química e física da construção.
- Mellinger, Frank M., Structural design of concrete overlays, ACI Journal.
- "Bonded Concrete Resurfacing", Bulletin HB-23 2nd Ed., Portland Cement Association.
- Design of Concrete Overlays for Pavements ACI 325.1R-67.
- National Concrete Pavement Technology Center, Guide to Concrete Overlay Solutions. January 2007.

SOLO MOLE, FUNDAÇÃO PROBLEMÁTICA

CONSTRUIR SOBRE SOLOS COMPRESSIVOS (MOLES) É UM DESAFIO CADA VEZ MAIS FREQUENTE, EM FUNÇÃO DO DESENVOLVIMENTO, DA EXPANSÃO DAS CIDADES E DA CRESCENTE INFRA-ESTRUTURA PARA TRANSPORTES. COMO GARANTIR A ESTABILIDADE DA FUNDAÇÃO EM SITUAÇÕES COMO ESTAS?

SOLOS



Jorge Luiz
F. Almeida

Estabilidade de talude em áreas de florestas: monitoramento constante para garantir o coeficiente de segurança.

Para fazermos a fundação de uma casa ou edificação é preciso que a condição geotécnica do terreno seja estável e que o investimento esteja isento de riscos ativos. Caso os riscos sejam de natureza aleatória ou recorrente, o projeto da fundação deverá considerar possíveis ações inibidoras, como melhoria das condições do solo ou medidas especiais para os elementos de fundação. A presença de solo mole no terreno de fundação, seja a partir da superfície ou presente em camadas subhorizontais incorre em sério problema

de estabilidade. De um modo geral, deverá tomar medidas especiais para as seguintes condições:

- A** Camadas de solos fracos e heterogêneos, com resistências e deformabilidades diferenciadas sob a área da fundação.
- B** Camada resistente profunda, em relação à cota da fundação.
- C** Fatores geotécnicos adversos, como nível freático alto e camadas de baixa resistência.
- D** Presença de aterros de resíduos urbanos.

GLOSSÁRIO

Solo mole – são solos sedimentares com baixa resistência à penetração (valores de SPT inferiores a 4 golpes), em que a fração argila imprime as características de solo coesivo e compressível (plástico). São argilas moles ou areias fofas. Os depósitos ou ambientes de deposição variam desde fluvial (aluviões nas várzeas dos rios) até o costeiro, passando pelos pântanos, onde ocorrem os depósitos orgânicos chamados turfas.

Compressibilidade – propriedade de um solo quanto a sua susceptibilidade à diminuição de volume sob o efeito de uma carga, que pode ser externa ou interna.

SUBSTITUINDO SOLO?



Existe maneira mais moderna, inteligente e barata para consolidar solos sem resistência em grandes áreas.

COMPACTAÇÃO PROFUNDA RADIAL (CPR)

Peça hoje mesmo informações.

CPR
Tele-atendimento
(0XX21) 2493-6740
fax (0XX21) 2493-5553
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 08



Colapso do solo de fundação nesta rodovia: causas previsíveis.

E Solo mole, a partir da superfície até profundidades consideráveis.

Os itens A, B e C necessitam corriqueiramente de fundações profundas, já que fundações superficiais estariam comprometidas com análises custosas e grandes

possibilidades de insucesso. Todos os itens, contudo, têm na melhoria do solo uma solução comum.

Critérios a serem obedecidos

Todo projeto exige critérios. O de uma fundação não foge a regra. Assim, exigir-se-á

os seguintes critérios para a execução de um projeto de fundação:

- Estabilidade, ou seja, um coeficiente de segurança adequado.
- Que as deformações ou recalques sejam tolerados pela estrutura.
- Que não se afete as construções vizinhas.
- Que seja durável, mantendo-se durante toda a vida útil da estrutura, considerando-se possíveis alterações das condições iniciais, tais como:

o Não ocorra mudanças de volume no solo de fundação, como é o caso de terrenos mal compactados.

o Comprometimento do concreto do elemento de fundação, devido ao contato com águas ou solos contaminados.



Várias camadas de um solo de fundação: resistências diferenciadas.



Escavação para obtenção da cota de fundação.

ESTACA METÁLICA COM CORROSÃO

Sua estaca metálica está com corrosão?

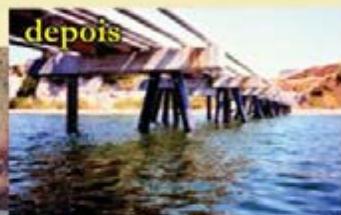
Só existe uma solução efetiva e específica:

PROTEÇÃO CATÓDICA COM JAQUETA AG. É a mais completa solução para estacas metálicas ou "tubadas", pois reúne o melhor custo-benefício em matéria de proteção catódica, associado ao mais efetivo revestimento protetor. Oferecemos planos de garantia superiores a 20 anos.

Corrosão não pára.

Interrompa este processo com segurança.

Jaqueta AG
The Right Jacket.



JAQUETA AG
Tele-atendimento
(0XX21) 3154-3250
fax (0XX21) 3154-3259
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 09



Execução de um grande radier para a construção de um centro comercial.

- Oscilações do nível d'água, ocasionando mudanças nas tensões efetivas e alterando a resistência e a deformabilidade do solo de fundação.

Para a elaboração do projeto serão necessários dois levantamentos básicos:

Dados para o projeto

Para o caso de casas e edificações, significa o tipo de estrutura, as dimensões, a forma e as armaduras das fundações, a situa-

ção dos pilares ou apoios e, naturalmente, as cargas previstas, essencialmente verticais, além de outros dados.

Presença de solo mole

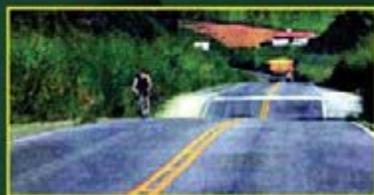
Evidentemente os dados importantes serão sua resistência ao esforço cortante ou coesão, seu peso específico e sua deformabilidade. Com relação à resistência, deverá ser analisada sem drenagem. Sua deformabilidade tem a ver com seu módulo de deformação ou com o índice de compressão.

Resistência ao cisalhamento – todos os solos rompem por cisalhamento, que está combinado à coesão (c) e ao atrito interno (ϕ). A coesão tem a ver com a adesão entre as partículas do solo, o que é significativo nos solos argilosos e zero nas areias lavadas. O ângulo de atrito interno (ϕ) deve-se a aspereza estrutural entre partículas do solo, considerável nas areias e fraca nas argilas. Assim a resistência ao cisalhamento é igual a coesão + tensão total $\times \text{tg } \phi$. A tensão total, fundamental para a resistência ao cisalhamento, divide com a poropressão essa importância, já que esta última absorve parte da carga imposta, reduzindo-a. Lembramos que a tensão total é igual a tensão efetiva + poropressão. A tensão total, em qualquer plano do solo, é a soma da tensão efetiva, ou seja, tensão entre partículas sólidas do solo e a pressão do fluido existente em seus vazios.

Poropressão – pressão que atua na água contida nos vazios do solo. O mesmo que pressão neutra. Quando um solo compressível, saturado e de baixa permeabilidade é tensionado, de alguma forma, as tensões são, no início, transferidas ou suportadas pela água de seus poros, que acarreta o chamado excesso de poropressão e que, aos poucos, vai sendo transferido para a estrutura do solo.

Compactação profunda radial (CPR) – técnica de consolidação do solo mole ou fofo com a redução da compressibilidade e o aumento de sua resistência, através da instalação prévia de geodrenos e a posterior compactação de suas partículas, devido a formação de bulbos de grout bombeado a alta pressão. O Compaction Grouting é uma variação do método.

Adensamento ou consolidação – redução progressiva do volume de uma massa de solo mole ou fofo com conseqüente perda d'água, sob o efeito do seu próprio peso e/ou de um acréscimo de tensões na massa do volume do solo provocadas pelas técnicas de estabilização com geodrenos/aterro temporário ou geodrenos/compactação profunda radial (CPR). A quantidade de compressão aplicada por um dos dois processos, em qualquer período de tempo, não se relaciona apenas às cargas desenvolvidas, mas principalmente à quantidade de tensões transmitidas no contato das partículas, ou seja, à diferença entre a tensão imposta e o excesso de poropressão, quer dizer a tensão efetiva.



tel.: (21) 3154-3253
 engegaut@engegaut.com.br
 www.engegaut.com.br

Refundações sem Complicações?

- CPR
- Compaction Grouting
- Permeation Grouting
- Jet-Grouting
- Estacas injetadas
 - Estaca raiz
 - Micro estacas

ENGEGRAUT

G E O T E C N I A

Tecnologia em Grouting
 Este é o nosso diferencial.

Como é prudente prever recalques diferenciais em longo prazo, é bastante útil conhecer o coeficiente de consolidação. A falta de uniformidade do solo mole e sua heterogeneidade são pródigas na produção de recalques diferenciais, conseqüência das diferentes condições de apoio entre sapatas ou outros elementos de fundação. Dever-se-á conhecer a tensão de ruptura do solo e determinar-se o desejado coeficiente de segurança a ser adotado, de modo a estabelecer a tensão admissível. Finalizando, dever-se-á estimar os movimentos provocados pelas cargas aplicadas no solo, ou seja, os temidos recalques e a tolerância a ser obedecida.

A opção pela fundação direta

O dimensionamento de uma fundação direta exige cálculos com uma série de parâmetros pertinentes ao solo (mole) que está lá. Existem dois tipos fundamentais de fundação direta:

1 Sapatas

Que podem ser isoladas, para um só pilar, ou combinadas, que recebem vários pilares e é chamada de sapata corrida.

2 Radier

Segundo a NB de fundações, um radier deve ser dimensionado para receber todos os pilares da edificação.



Sapata corrida, típica para conjunto de casas populares.

Os critérios de segurança

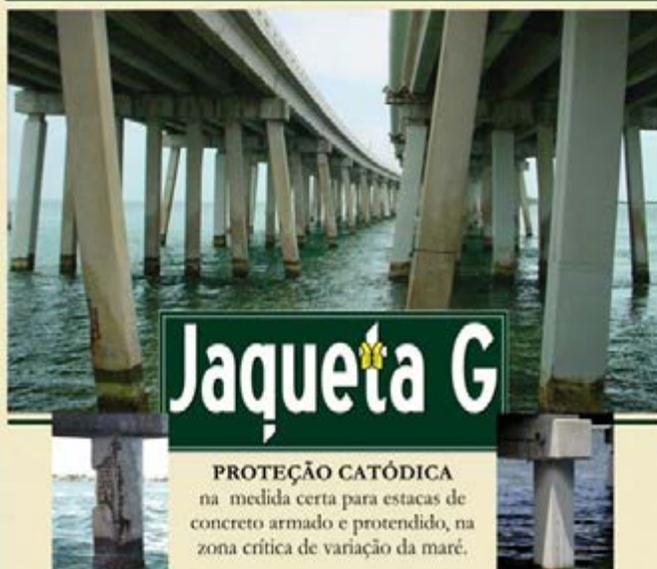
É prática na engenharia de fundações estimar a segurança frente às condições geotécnicas de instabilidade do terreno, mediante um coeficiente de segurança que, verdadeiramente, indica, de forma determinística, a relação entre as forças estabilizantes e desestabilizantes atuantes, tendo como parâmetro uma situação de equilíbrio limite. Este Coeficiente de Segurança

(**K**) define-se como um número através do qual se reduzirá a resistência do solo de fundação para que ela alcance o estado de equilíbrio limite. Este número ou valor depende do grau de conhecimento dos pa-

GLOSSÁRIO

Adensamento secundário – deformações lentas que desenvolvem-se no solo com tensão efetiva constante, mesmo após finalizados os recalques previstos pela Teoria do Adensamento.

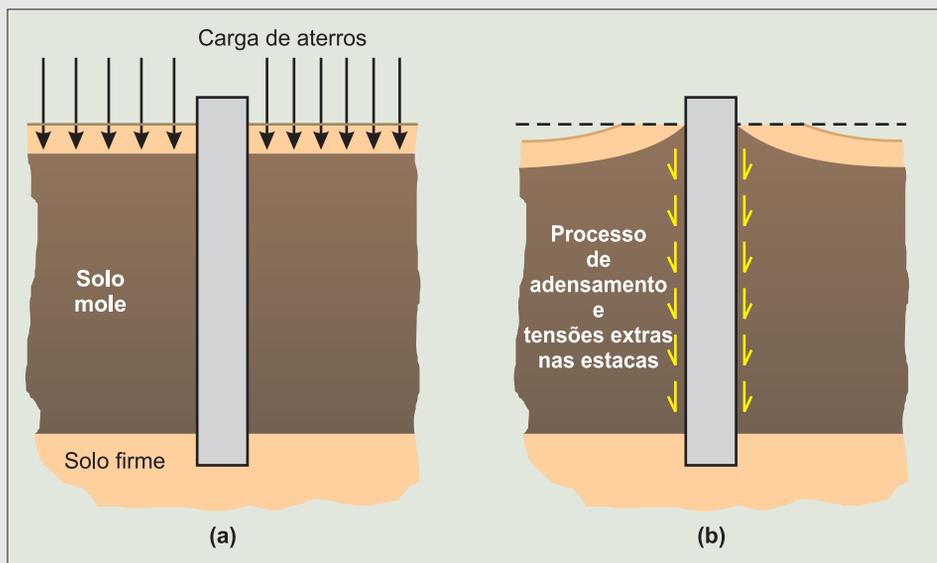
CORROSÃO EM ESTACAS DE CONCRETO ARMADO-PROTENDIDO?



Há mais de 10 anos a **JAQUETA G** substitui os antigos tratamentos à base de massinhas e revestimentos que só mascararam a eletroquímica da corrosão. **JAQUETA G** é o mais moderno e eficiente sistema de **Proteção Catódica**, na medida certa para a zona crítica de variação da maré e abaixo, com planos de garantia superiores a 10 anos. Somente **JAQUETA G** permite total monitoramento de sua eficiência, a qualquer hora, ano após ano. Concreto armado-protendido e água salgada não combinam. Com **JAQUETA G** a história é outra.

Jaqueta G

Tele-atendimento
(0XX21) 3154-3250
fax (0XX21) 3154-3259
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 10



Sobrecarga no terreno em torno da estaca e o perfil correspondente dos recalques: atrito negativo na estaca e, naturalmente, mais carga atuante.

râmetros do solo, como pressões hidrostáticas, superfícies de ruptura, recalques, intensidade das cargas da edificação etc. Quando um terreno apresenta solo mole, ou seja, reais possibilidades de grandes recalques na futura edificação, dever-se-á considerá-los nos cálculos de estabilidade e segurança, incorporando-os. Geralmente, o coeficiente de segurança fica a cargo do projetista. No entanto, recomenda-se $1,5 < K < 3,0$.

Distribuição das tensões no solo

Para o dimensionamento de uma fundação direta é preciso conhecer todas as forças que atuam sobre ela. As que a estrutura transmi-

te são conhecidas. No entanto, há outras mais complexas, como a distribuição das tensões de reação no solo, sob a sapata ou radier, que dependem do tipo de solo e da rigidez do elemento de fundação escolhido. A presença de solo mole para qualquer tipo de fundação, seja sapata ou radier, a presença de solo mole torna todo o cálculo bastante complicado. Melhorar as condições do solo torna-se menos complicado.

Estimando os recalques

Trata-se de um cálculo obrigatório, pois toda fundação ao ser carregada sofre recalques. O cálculo dos recalques é, sem dúvida, um dos problemas mais complexos da

mecânica dos solos. O problema agrava-se ainda mais quando desejamos estimar os recalques diferenciais na estrutura, pelo fato de que sua interação com o solo suporte dá lugar a uma reorganização de cargas e movimentos associados. Veremos a seguir que, para o caso de solos moles, torna-se obrigatória a melhoria do solo.

Os três tipos de recalques a serem considerados

Invariavelmente, à medida que a construção é erguida, produz-se um recalque instantâneo (R_i). Solos de baixíssima permeabilidade e saturados, como solos moles, fazem com que durante os momentos iniciais, a água não seja capaz de “escapar” dos seus poros, embora haja aumento da pressão neutra ou poropressão, ou seja, estabeleça-se um excesso da pressão intersticial sem, no entanto, haver qualquer drenagem da água, de maneira que o recalque inicial corresponda a uma distorção do solo, sem qualquer mudança de volume.

Depois da ocorrência do Recalque Instantâneo (R_i) inicia-se, timidamente, a dissipação daquele excesso de pressão intersticial ou poropressão gerados e, naturalmente, o recalque, devido à consolidação primária (R_{cp}). Os problemas não param aí. Solos moles caracterizam-se por recalcar bem mais após todo aquele excesso de poropressão ter escoado ou dissipado, já com tensões efetivas atuantes, ou seja, com a parcela (nada) resistente da água do solo neutralizada. Este último fenômeno denomina-se

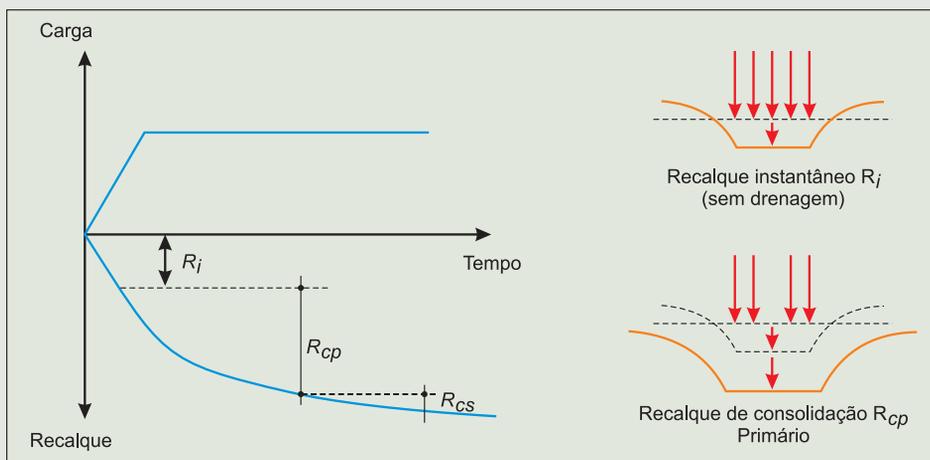


Tecnologia e Qualidade
em Investigações.
Este é o nosso Diferencial.

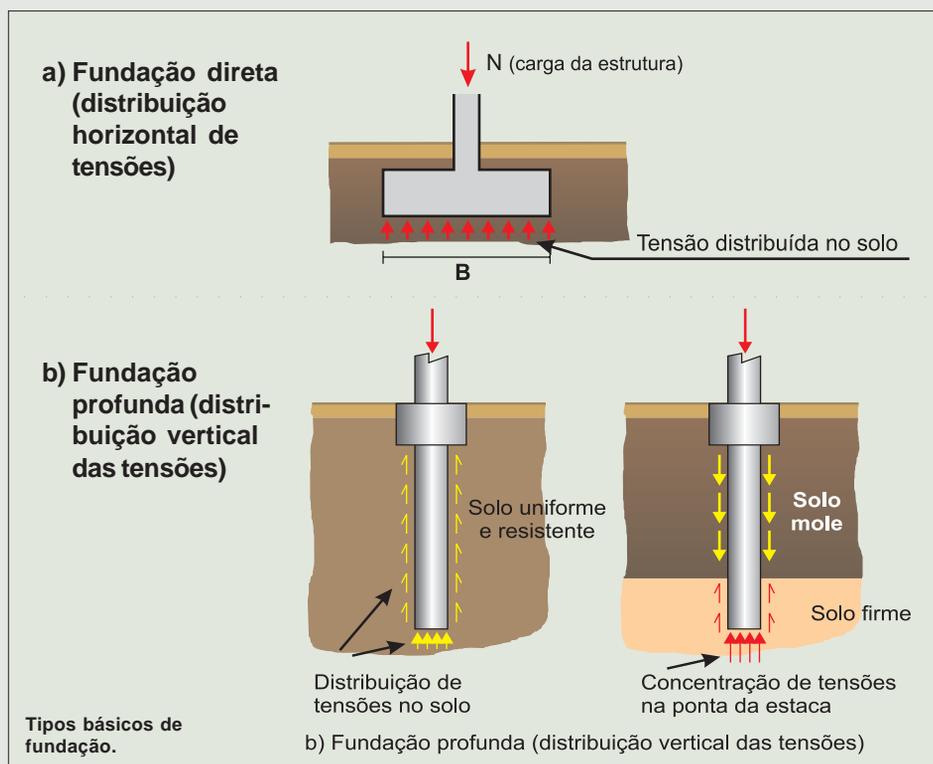
tel.: (21) 3154-3255
atendimento@ipacon.com.br
www.ipacon.com.br

SOLOS

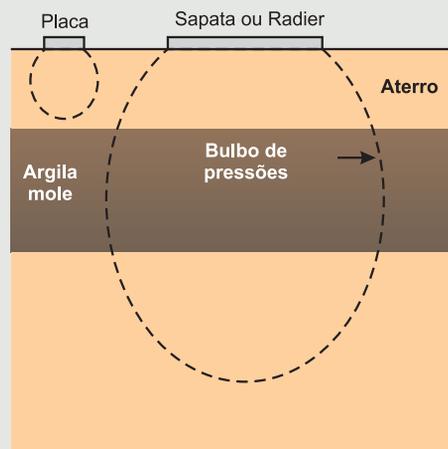
- PDA - Prova de Carga Dinâmica (NR-13208).
- PIT - Ensaio de Integridade.
- Prova de Carga Estática (sapatas e estacas).
- Controle de Recalques.
- Acompanhamento Técnico da Execução.
- Ensaios CPT-CPTU/PIEZOCONE (medida de pressão neutra).
- Ensaios DMT - "Dilatômetro de Marchetti".
- Ensaios "Vane Test".
- Sondagem SPT e SPPT.
- Ensaios DPL - Penetrômetro Dinâmico Leve.
- Ensaios de Perda D'água.
- Avaliação e Seleção de Áreas.
- Laudos Geológicos - Geotécnicos.
- Instalação de Poços de Monitoramento.
- Instalação de Inclínômetros e Piezômetros.



Representação do recalque instantâneo (R_i), do relativo à consolidação primária (R_{cp}) e secundária (R_{cs}).



fluência do solo, ou recalque devido à consolidação secundária (R_{cs}). Como consequência, o recalque total que a estrutura se submeterá será a soma dos três componentes citados, ou seja, $R_i + R_{cp} + R_{cs}$. Adicionalmente aos três recalques, é comum ocorrer também, paralelamente, movimentos laterais no solo de fundação, criando transtornos para construções anexas à edificação que está sendo construída. A execução de provas de carga com ensaios de placa, não deverão ser executadas, pois, como se viu, não representa as condições a que estará submetida a construção. Em resumo, qualquer elemento de fundação direta assentado em solo mole, principal-



O ensaio de placa não "vê" o que ocorrerá sob a fundação.

mente com o agravante do lençol freático alto, deve ser motivo, primeiro, de consolidação ou melhoria, de modo a eliminar futuros problemas.

A opção por fundação profunda

Quando as camadas superficiais do terreno não são resistentes ou são muito compressíveis, como é o caso de solos moles, fica difícil projetar fundações diretas com coeficiente de segurança adequado ou com limitação de recalques a valores toleráveis. A opção por fundações profundas, utilizando-se estacas, exige que haja substratos resistentes, geralmente distantes da superfície. Mesmo assim, havendo presença de solos estruturalmente instáveis, como turfas, argilas moles, areias fofas e solos colapsíveis, concomitantemente com execução de aterros nos locais da construção, o que é comum, o estaqueamento estará sujeito ao fenômeno do atrito negativo e de deslocamentos laterais (efeito Tschebotarioff), estabelecendo-se recalques diferenciais perigosos. Evidentemente, o custo de uma fundação profunda é relativamente grande para grandes e pequenos projetos.

A opção pela melhoria do solo (Compactação Profunda)

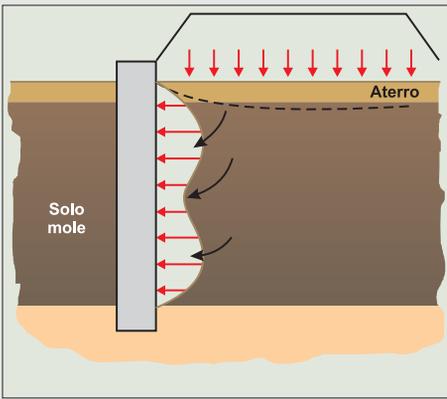
Compactar ou consolidar solos saturados ou com umidade significa unir mais suas partículas, reduzindo os espaços presentes ocupados até então pelo ar e pela água. Conseqüentemente, aumenta-se sua densidade, tornando-o mais resistente. Existem quatro técnicas de consolidação profunda específicas para solos moles: a remoção do solo mole, a precompressão, as estacas de compactação e Compactação Profunda Radial (CPR).

A remoção do solo mole

Esta técnica, bastante antiga, já não é mais utilizada pelo fato das restrições ambientais. Assim mesmo, sua atuação resumia-se às camadas de, no máximo, 4 metros.

Precompressão

Também denominada aterro provisório ou aterro sobre solo mole é a técnica mais antiga de consolidação de terrenos onde existem solos moles. No entanto, ainda causa



Empuxo lateral na estaca devido a cargas de aterros.

surpresa aos projetistas, tanto no que diz respeito a rupturas como a grandes recalques e deslocamentos inesperados. Previamente, instalam-se geodrenos ou estacas de areia, de modo a acelerar a drenagem da água, diminuindo a trajetória da mesma dentro da massa do solo compressível. A seguir, instalam-se equipamentos para monitorar as tensões e a poropressão. Constrói-se, então, o aterro sobre a camada mole, em uma ou várias etapas, podendo-se utilizar geotêxteis na interface aterro-solo mole, com o objetivo de dar mais estabilidade ao conjunto. O aterro comprime o solo, impondo cargas superiores à futura construção e acelerando os futuros recalques. Após certo tempo, re-

move-se o aterro e inicia-se a construção. Os grandes inconvenientes desta técnica de consolidação:

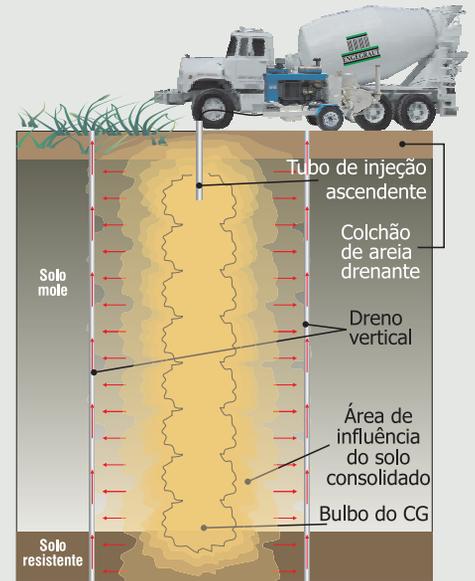
- 1 Demanda tempo, geralmente meses e até anos.
- 2 A instrumentação e o cálculo de sua estabilidade e efetividade são caras, às vezes problemáticas.
- 3 O aterro provoca mais deslocamentos horizontais no solo mole do que propriamente deslocamentos verticais.
- 4 Sua atuação é restrita a terrenos onde a camada de solo mole é pequena, pois as tensões/deformações induzidas atingem apenas uns poucos metros. Casos de aterros de resíduos urbanos sobre solos moles inviabilizam esta técnica.
- 5 Sua efetividade é melhor quando utiliza colunas de material granular ao invés de geodrenos fibroquímicos.
- 6 Em resumo, sua eficácia é bastante limitada.

Estacas de compactação

Esta técnica é indicada apenas para solos arenosos, quando muito para solos arenos-siltosos. Nunca para solos moles. Se o teor de finos do solo ultrapassa a 20% sua eficácia fica comprometida. Geralmente as estacas são feitas com areia, argamassa, concreto e até madeira.

Compactação Profunda Radial (CPR)

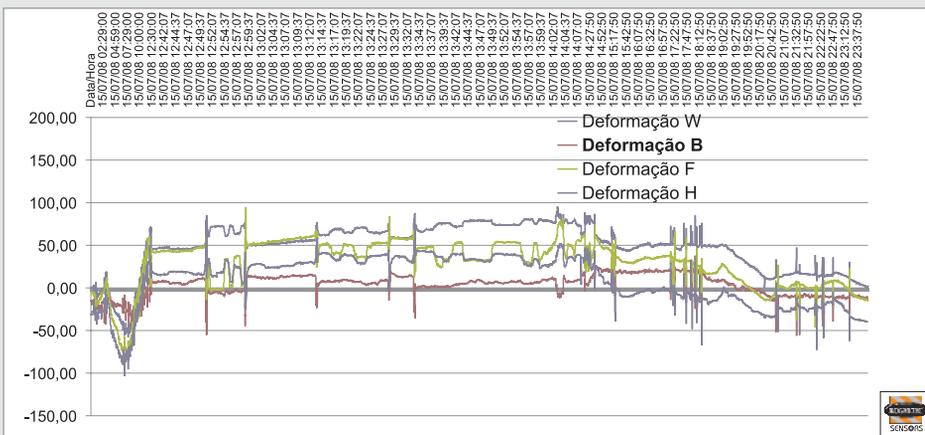
Técnica específica para solos moles, já que envolve instalação prévia de geodrenos, através de malha de cravação previa-



mente dimensionada, seguida da cravação dos tubos de bombeamento do grout específico, que promoverá a compactação do solo mole ao longo de toda a sua profundidade. Seus equipamentos permitem identificar, previamente, a resistência não drenada do solo mole (coesão), ao longo de toda a sua altura, à semelhança do ensaio pressiométrico. Com isto, ao finalizar o bombeamento de cada bulbo, pode-se prever o grau ou a intensidade de consolidação imposta a cada metro da camada de solo mole. Trata-se de uma técnica moderna, isenta de inconvenientes técnicos, já que alia rapidez e eficiência.



Monitoramento das condições do solo de fundação anexo à estrada de ferro: A amplitude das cargas dinâmicas correspondentes à passagem do trem é o informativo mais precioso de sua estabilidade. Suas amplitudes precisam estar estáveis enquanto o trem passa. Em áreas de risco, como taludes e pontes, o MAE torna-se obrigatório.



A amplitude das deformações dinâmicas precisa situar-se dentro de uma área estável para confirmar a segurança do solo de fundação.

fax consulta nº 11



REGUPERAR

Para ter mais informações sobre Solos.

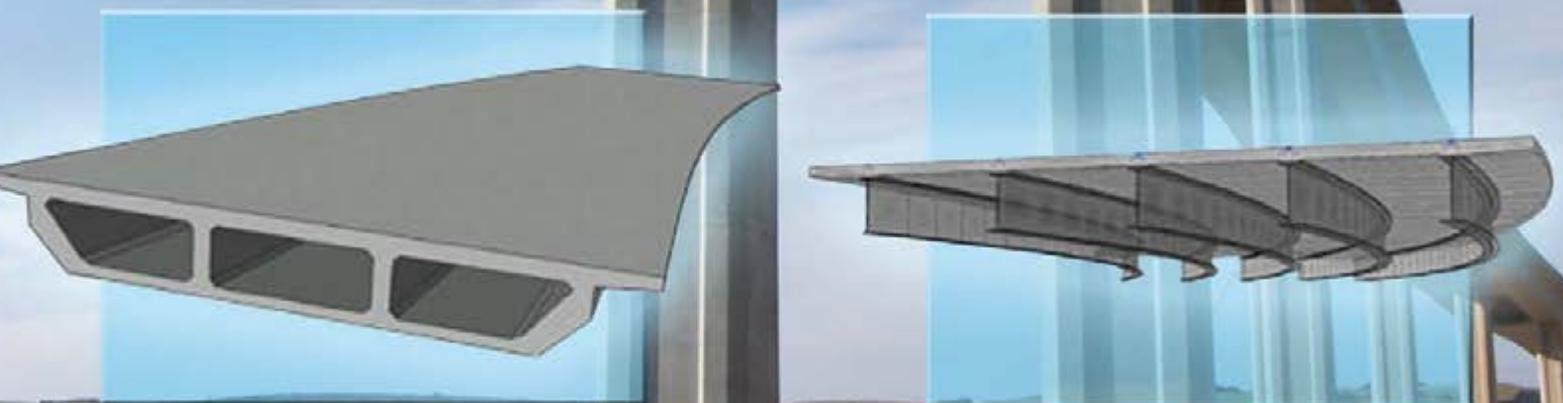
www.recuperar.com.br

REFERÊNCIAS

- Jorge L. F. de Almeida é professor e engenheiro de fundações.
- Jiménez Salas, J.A., Justo Alpañes, J.L. y Serrano González, A.. Geotecnia e Cimientos II.
- Serions, N.E., and Menzies, B.K. A short course on foundation engineering.
- Bjerrim, L., Problems of Soils Mechanics and Construction on Softsoils, 8° ICSMFE.
- Uriel, A., Cimentaciones en la edificación.

DISTORCENDO A DISTORÇÃO

MUITO POUCO SE SABE A RESPEITO DESTE FENÔMENO, PRESENTE EM GRANDE PARTE DAS PATOLOGIAS DA CONSTRUÇÃO E QUE PASSA DESPERGEBIDO NOS DIAGNÓSTICOS TÉCNICOS.



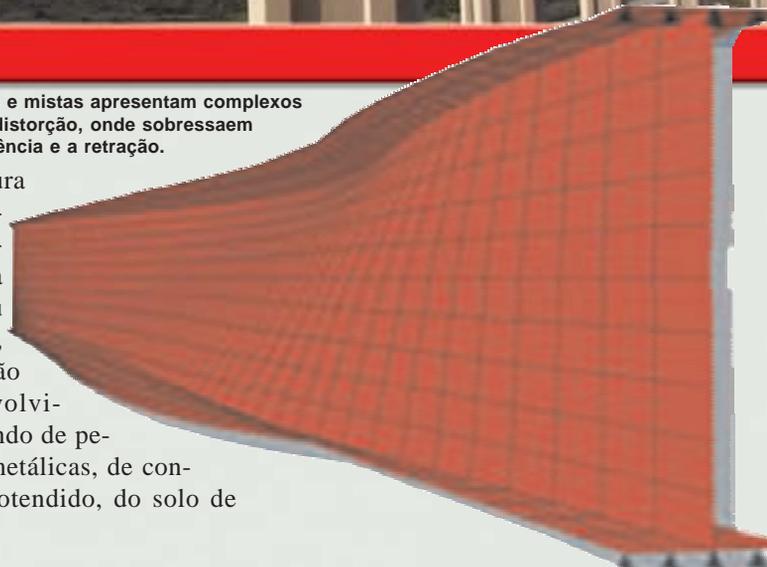
ANÁLISE

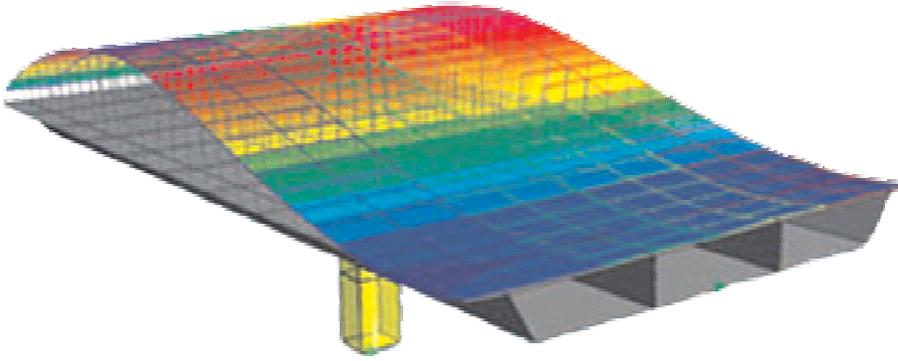
Thomas Kim

Pontes em concreto protendido e mistas apresentam complexos processos de deformação por distorção, onde sobressaem a fluência e a retração.

Casais discutem pra se amar. O de bate, sem fingimento, sincero e acalorado, expõe as pessoas como elas são, sem seus defeitos e preferências. Por esse motivo, a ausência de discussões impede aprofundar tanto as semelhanças quanto às diferenças. Por semelhança, queremos por em questão as situações que levam uma peça estrutural ou mesmo uma estrutura a um estado problemático que, para nós, aqui e agora, significa a incapacidade da peça estrutural

ou de toda a estrutura executar sua função, de forma irreversível, seja pela mudança de seu comportamento, seja pela degradação dos materiais envolvidos. Estamos falando de peças ou estruturas metálicas, de concreto armado – protendido, do solo de fundação, etc.





Estruturas de pontes são as que mais apresentam processos de distorção.

Quase sempre associamos patologias nas construções à presença de fissuras, recalques, desgastes e corrosão. A presença destes quatro fatores, juntos ou separados, no entanto, não são suficientes para estabelecer um estado de patologia. Estruturas metálicas ou de concreto também se degradam quando ocorre distorção em seu tamanho ou forma que, usualmente, leva ao comprometimento de sua atividade comportamental.

Os dicionários da língua portuguesa falam de distorção como mudança de forma, de estrutura, uma torção anormal. Já distorcer é apresentado como alteração da forma original ou da posição normal. O fato é que quando uma peça estrutural entra

Continua na pág. 26

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.

METACRILATO
Tele-atendimento
(0XX21) 3154-3250
fax (0XX21) 3154-3259
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta n° 12

O menor do ECO-IMPACTO

Agora sim, é possível detectar problemas como deslocamentos, fissuras, ninhos de concretagens etc nas estruturas de concreto armado-protendido, de forma fácil e econômica. Com o ECO-IMPACTO PIES, além de exceder as recomendações do ASTM C-1383, é possível analisar estruturas com até 10m de espessura, sua resistência à compressão e seu módulo de elasticidade. No equipamento estão inclusos dois sensores piezoelétricos, dois martelos para impacto, um digitador portátil de duplo canal e software compatível com Windows[®], capaz de fazer gráficos e cálculos.

ECO-IMPACTO
Tele-atendimento
(0XX21) 3154-3250
fax (0XX21) 3154-3259
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta n° 13



Portfolio Manager

Symbol	Qty	Cost	Market	Gain/Loss	% Change	Div	Yield	Div Pct	Div Date	Div Amt	Div Freq	Div Yr	Div Amt	Div Freq	Div Yr
HPQ	100	20.00	20.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MSFT	100	100.00	100.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
GOOGL	100	100.00	100.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AMZN	100	100.00	100.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FB	100	100.00	100.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DIS	100	100.00	100.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
WMT	100	100.00	100.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CVX	100	100.00	100.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
LLY	100	100.00	100.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MRK	100	100.00	100.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
UNH	100	100.00	100.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
IBM	100	100.00	100.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ORCL	100	100.00	100.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
INTC	100	100.00	100.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
QCOM	100	100.00	100.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TXN	100	100.00	100.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ADI	100	100.00	100.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ANET	100	100.00	100.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
KLAC	100	100.00	100.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MPWR	100	100.00	100.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SWKS	100	100.00	100.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ADSK	100	100.00	100.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CDW	100	100.00	100.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TERC	100	100.00	100.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CSGP	100	100.00	100.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MTSI	100	100.00	100.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TECH	100	100.00	100.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PLMR	100	100.00	100.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ADIG	100	100.00	100.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ADSK	100	100.00	100.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ADSK	100	100.00	100.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ADSK	100	100.00	100.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ADSK	100	100.00	100.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Market Depth

Time	Symbol	Side	Price	Quantity	Order Type	Time	Symbol	Side	Price	Quantity	Order Type
14:25:00	MSFT	Buy	100.00	100	Limit	14:25:00	MSFT	Sell	100.00	100	Limit
14:25:01	GOOGL	Buy	100.00	100	Limit	14:25:01	GOOGL	Sell	100.00	100	Limit
14:25:02	AMZN	Buy	100.00	100	Limit	14:25:02	AMZN	Sell	100.00	100	Limit
14:25:03	FB	Buy	100.00	100	Limit	14:25:03	FB	Sell	100.00	100	Limit
14:25:04	DIS	Buy	100.00	100	Limit	14:25:04	DIS	Sell	100.00	100	Limit
14:25:05	WMT	Buy	100.00	100	Limit	14:25:05	WMT	Sell	100.00	100	Limit
14:25:06	CVX	Buy	100.00	100	Limit	14:25:06	CVX	Sell	100.00	100	Limit
14:25:07	LLY	Buy	100.00	100	Limit	14:25:07	LLY	Sell	100.00	100	Limit
14:25:08	MRK	Buy	100.00	100	Limit	14:25:08	MRK	Sell	100.00	100	Limit
14:25:09	UNH	Buy	100.00	100	Limit	14:25:09	UNH	Sell	100.00	100	Limit
14:25:10	IBM	Buy	100.00	100	Limit	14:25:10	IBM	Sell	100.00	100	Limit
14:25:11	ORCL	Buy	100.00	100	Limit	14:25:11	ORCL	Sell	100.00	100	Limit
14:25:12	INTC	Buy	100.00	100	Limit	14:25:12	INTC	Sell	100.00	100	Limit
14:25:13	QCOM	Buy	100.00	100	Limit	14:25:13	QCOM	Sell	100.00	100	Limit
14:25:14	TXN	Buy	100.00	100	Limit	14:25:14	TXN	Sell	100.00	100	Limit
14:25:15	ADI	Buy	100.00	100	Limit	14:25:15	ADI	Sell	100.00	100	Limit
14:25:16	ANET	Buy	100.00	100	Limit	14:25:16	ANET	Sell	100.00	100	Limit
14:25:17	KLAC	Buy	100.00	100	Limit	14:25:17	KLAC	Sell	100.00	100	Limit
14:25:18	MPWR	Buy	100.00	100	Limit	14:25:18	MPWR	Sell	100.00	100	Limit
14:25:19	SWKS	Buy	100.00	100	Limit	14:25:19	SWKS	Sell	100.00	100	Limit
14:25:20	ADSK	Buy	100.00	100	Limit	14:25:20	ADSK	Sell	100.00	100	Limit
14:25:21	CDW	Buy	100.00	100	Limit	14:25:21	CDW	Sell	100.00	100	Limit
14:25:22	TERC	Buy	100.00	100	Limit	14:25:22	TERC	Sell	100.00	100	Limit
14:25:23	CSGP	Buy	100.00	100	Limit	14:25:23	CSGP	Sell	100.00	100	Limit
14:25:24	MTSI	Buy	100.00	100	Limit	14:25:24	MTSI	Sell	100.00	100	Limit
14:25:25	TECH	Buy	100.00	100	Limit	14:25:25	TECH	Sell	100.00	100	Limit
14:25:26	PLMR	Buy	100.00	100	Limit	14:25:26	PLMR	Sell	100.00	100	Limit
14:25:27	ADIG	Buy	100.00	100	Limit	14:25:27	ADIG	Sell	100.00	100	Limit
14:25:28	ADSK	Buy	100.00	100	Limit	14:25:28	ADSK	Sell	100.00	100	Limit
14:25:29	ADSK	Buy	100.00	100	Limit	14:25:29	ADSK	Sell	100.00	100	Limit
14:25:30	ADSK	Buy	100.00	100	Limit	14:25:30	ADSK	Sell	100.00	100	Limit

Market Movers

Symbol	Price	% Change	Volume	Market Cap
GOOGL	100.00	+1.5%	100,000	1,000,000,000,000
MSFT	100.00	+1.2%	100,000	1,000,000,000,000
AMZN	100.00	+0.8%	100,000	1,000,000,000,000
FB	100.00	+0.5%	100,000	1,000,000,000,000
DIS	100.00	+0.3%	100,000	1,000,000,000,000
WMT	100.00	+0.2%	100,000	1,000,000,000,000
CVX	100.00	+0.1%	100,000	1,000,000,000,000
LLY	100.00	+0.1%	100,000	1,000,000,000,000
MRK	100.00	+0.1%	100,000	1,000,000,000,000
UNH	100.00	+0.1%	100,000	1,000,000,000,000
IBM	100.00	+0.1%	100,000	1,000,000,000,000
ORCL	100.00	+0.1%	100,000	1,000,000,000,000
INTC	100.00	+0.1%	100,000	1,000,000,000,000
QCOM	100.00	+0.1%	100,000	1,000,000,000,000
TXN	100.00	+0.1%	100,000	1,000,000,000,000
ADI	100.00	+0.1%	100,000	1,000,000,000,000
ANET	100.00	+0.1%	100,000	1,000,000,000,000
KLAC	100.00	+0.1%	100,000	1,000,000,000,000
MPWR	100.00	+0.1%	100,000	1,000,000,000,000
SWKS	100.00	+0.1%	100,000	1,000,000,000,000
ADSK	100.00	+0.1%	100,000	1,000,000,000,000
CDW	100.00	+0.1%	100,000	1,000,000,000,000
TERC	100.00	+0.1%	100,000	1,000,000,000,000
CSGP	100.00	+0.1%	100,000	1,000,000,000,000
MTSI	100.00	+0.1%	100,000	1,000,000,000,000
TECH	100.00	+0.1%	100,000	1,000,000,000,000
PLMR	100.00	+0.1%	100,000	1,000,000,000,000
ADIG	100.00	+0.1%	100,000	1,000,000,000,000
ADSK	100.00	+0.1%	100,000	1,000,000,000,000
ADSK	100.00	+0.1%	100,000	1,000,000,000,000
ADSK	100.00	+0.1%	100,000	1,000,000,000,000
ADSK	100.00	+0.1%	100,000	1,000,000,000,000



Monitoramento da Atividade Estrutural (MAE)

Sua estrutura também sente dores e envelhece. Edificações, pontes, barragens, tanques, túneis, tubulações, aeroportos e estádios são motivo de envelhecimento físico-químico acelerado ou não, dependendo do nível de proteção imposto.

Todo check-up, seja contínuo ou não, otimiza a operação da estrutura, sua manutenção, recuperação e segurança. Dispomos de uma infinidade de sensores que checam todos os parâmetros do comportamento estrutural, sejam físicos ou químicos, diretamente para seu lap-top.

FÍSICOS

- ✓ Deformações
- ✓ Tensões
- ✓ Trincas e juntas
- ✓ Cargas
- ✓ Vibrações
- ✓ Fluxos de fluidos
- ✓ Temperatura
- ✓ Poropressão

QUÍMICOS

- ✓ Penetração de cloretos
- ✓ Penetração de sulfatos
- ✓ pH
- ✓ Penetração da carbonatação
- ✓ Corrosão em cabos e armaduras
- ✓ Variações ambientais

Checagem estrutural é simples. Você instala e automaticamente “vê” o comportamento de sua estrutura em seu lap-top. 24 horas por dia, em qualquer lugar.

MAE

Tele-atendimento
(0XX21) 3154-3250
fax (0XX21) 3154-3259
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 14



Na viga-caixão desta ponte, as deformações por fluência e retração têm significativa influência em seu sistema estrutural, particularmente em suas partes metálicas

em colapso, quebra ou chega ao estado de ruína, muita coisa aconteceu ali. Assim,

GLOSSÁRIO

Fluência – deformação causada por carregamento constante, ao longo do tempo.

Relaxação de tensões – tensões que diminuem ao longo do tempo em uma estrutura sob deformação constante.

Retração – diminuição de volume ou comprimento causado pela secagem do concreto ou por mudanças químicas. Acontece em função do tempo. Não tem relação com tensões provocadas por cargas mecânicas.

Tensões residuais – tensões internas, presentes em uma peça estrutural ou estrutura, mesmo considerando que ainda existam forças externas ou gradientes térmicos atuantes. Estas tensões, considerando que possam atuar em pontos localizados ou em toda a estrutura, são o resultado de uma montagem mal feita entre partes pertencentes de uma mesma estrutura. A situação interna destas estruturas, causada por um ou mais fatores distorce as regiões vizinhas com tensões não programadas.

identificamos a patologia distorção como uma mudança no tamanho e/ou forma de uma estrutura, geralmente complexa de ser explicada. Sim, porque necessita de informações cruciais de projeto, da análise estrutural, da tecnologia dos materiais que gerou a peça ou a própria estrutura. Um outro complicador é que a distorção pode ser causada por tensões residuais presentes dentro da peça/estrutura ou por tensões externas. Patologias estruturais causadas pelo fenômeno da distorção são extremamente sérias pois, usualmente, conduzem a outros tipos de patologias que, no final, com um monte de sintomas ou o próprio colapso, passam despercebidas. A distorção também ocorre em peças ou estruturas submetidas à fluência ou à relaxação provocadas por tensões.

Os tipos de ruína causados pela distorção

Patologias causadas pela distorção podem ser classificadas de diferentes maneiras. Trata-se de um viés a ser facilmente investigado, evidenciando a distorção de tamanho causado por:

Mudanças de volume, tanto por aumento como por retração dimensional



e distorção da forma da peça/estrutura através de:

- Estiramento
- Flexionamento
- Torção
- Compressão



Puxando ainda mais o fio da meada, verifica-se que o fenômeno da distorção pode ser taxado de temporária e um caso típico ocorre nas estruturas metálicas, pelo fato destes materiais serem elásticos e fletirem, distorcerem, principalmente sob tensões pequenas. E permanente, resultado do escoamento ou esmagamento durante serviço, por fluência, flexionamento, torção, com-

Concrete Solutions... ...to Repair & Protect Structures.



Recuperação/Reforço Estrutural
Impermeabilização de Tanques Industriais
Proteção Catódica na Corrosão



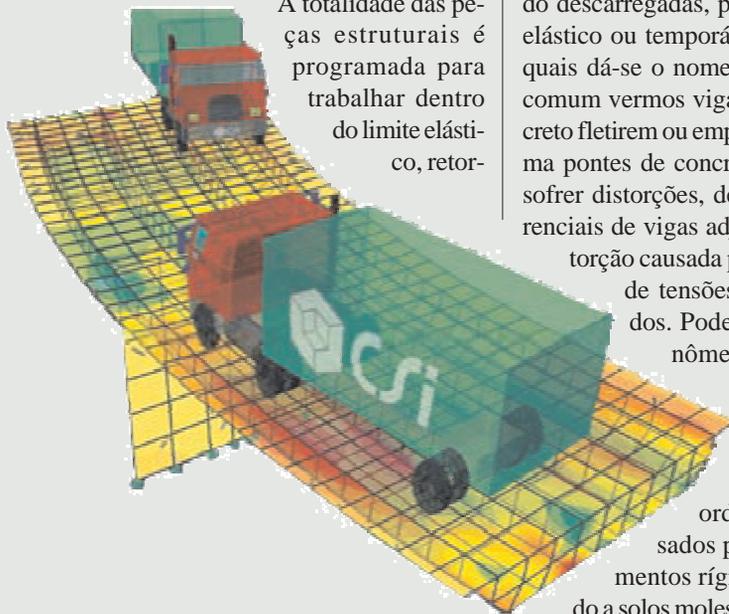
**Concrete Repair Solution for
Making Your Project a Success**

www.engegraut.com.br
engegraut@engegraut.com.br
tel: 21 - 3154-3253 • fax: 21 3154-3259
GRUPO RECUPERAR

pressão etc, alcançando seu limite elástico. Fluência não é um fenômeno simplório, de curto prazo como outras patologias correlacionadas. Ao contrário, é caracterizada por deformações causadas por tensões, ao longo de tempos relativamente grandes, manifestando-se como uma distorção gradual onde o fator temperatura costuma interferir. A definição para este tipo de distorção pode parecer insuficiente, contudo trata-se de um fenômeno bastante complexo.

Algumas situações

A totalidade das peças estruturais é programada para trabalhar dentro do limite elástico, retornando

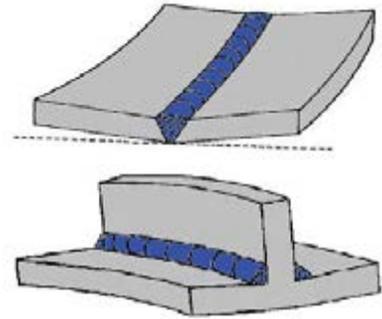


nando ao seu tamanho/forma original quando descarregadas, perfazendo-se o modelo elástico ou temporário de deformações, às quais dá-se o nome de deflexão. Assim, é comum vermos vigas metálicas ou de concreto fletirem ou empenarem. Da mesma forma pontes de concreto e metálicas podem sofrer distorções, devido a deflexões diferenciais de vigas adjacentes e também distorção causada por fluência e relaxação de tensões em caixões protendidos. Pode-se citar também o fenômeno da distorção angular causada por recalques diferenciais entre peças de fundação. É significativa a ordem de problemas causados pela distorção em pavimentos rígidos ou flexíveis, devido a solos moles. É comum também este

Alguns tipos de distorção

- Retração longitudinal
- Retração transversal
- Inclinação devido à distorção angular
- Flexionamento com torção
- Fluência

Distorção típica em chapas soldadas.



GLOSSÁRIO

Deformação elástica – tem a ver com o comportamento tensão/deformação aplicado. O grau para o qual uma peça ou estrutura deforma dependerá da intensidade das tensões aplicadas. Para o caso das estruturas metálicas, que são tensionadas à tração, tensões (δ) e deformações (ϵ) atuantes equivalem-se através da relação $E = \delta/\epsilon$, chamada lei de Hooke, onde E é a constante de proporcionalidade, dada em MPa, chamada de módulo de elasticidade. Havendo a proporcionalidade, as deformações serão elásticas. Esta proporcionalidade comportamental inicial nas estruturas metálicas não ocorre no concreto, ou seja, a porção elástica inicial na curva tensão-deformação não é linear. Assim, não é possível determinar o módulo de elasticidade do concreto, de forma simples como nos metais, tornando-se necessário utilizar o módulo tangente ou secante.

Fluência – deformação que depende do tempo ou mudança de forma de uma seção submetida a tensões. Geralmente, tem sempre tensões de tração no contexto, muito embora possa ocorrer com qualquer tipo de tensão em todo tipo de material, seja concreto, aço e compósitos. Assim, pode-se chegar a estados de fratura (ruína) devido a mudança gradual na forma da peça estrutural, tanto devido a tensões de compressão, tração, flexão e torção.

EPÓXI 44

Adesivo Estrutural Ultra-rápido

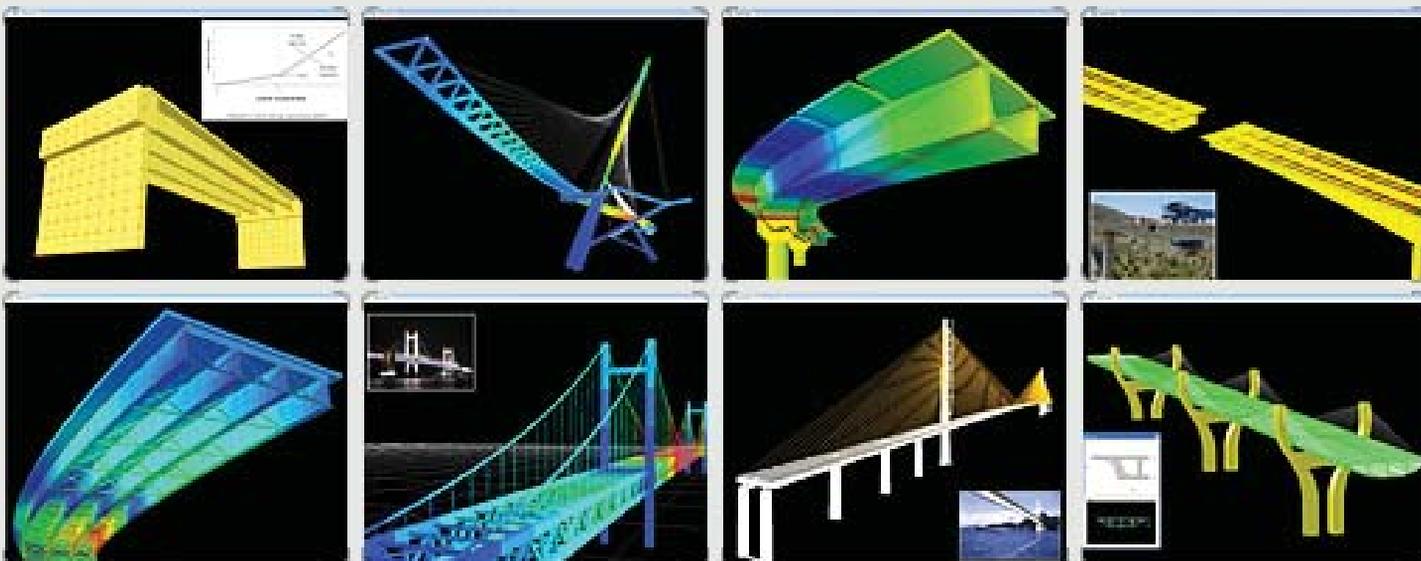
Adesivo estrutural na consistência certa, isento de solventes. Permite aderência perfeita entre concreto/argamassa novos e o concreto antigo, chapas de aço, alumínio, cimentoamianto, mármore, madeira, cerâmica, vidro, chumbadores, elementos pré-moldados etc.



- Colmatação de trincas e fraturas.
- Fixação de apoios estruturais.
- Ancoragem de cabos.
- Colagem entre elementos pré-moldados.
- Juntas de concretagem (juntas frias).
- Fixação de chumbadores, calhas e guias.
- Reparos em arestas de concreto aparente, trincas e defeitos superficiais.
- Colagem entre concreto velho e concreto novo.

EPÓXI 44

Tele-atendimento
(0XX21) 3154-3250
fax (0XX21) 3154-3259
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 15



Seções estruturais de todo o tipo estão sujeitas a processos de distorção.

A distorção angular e o recalque diferencial

Para conhecermos os problemas que uma estrutura pode ter em relação a seu solo de fundação, precisaremos saber sobre recalque absoluto, que é o deslocamento vertical descendente de uma peça de fundação. Já recalque diferencial é a diferença entre os recalques absolutos de

duas peças quaisquer da fundação. O recalque diferencial (Δ) impõe distorções na estrutura que, dependendo da intensidade acarretarão trincas. A distorção angular (δ) é o cociente entre o recalque diferencial e a distância entre duas peças da fundação.

GLOSSÁRIO

Distorção angular – na resistência dos materiais, a distorção angular (δ) é obtida pela expressão $\delta = \tau/G$, onde τ é a tensão cisalhante e G é o módulo cisalhante do material que está sendo considerado.

Halografia – processo fotográfico para a obtenção de imagens tridimensionais mediante a utilização de laser.

sinistro em consoles de concreto, causado pela deterioração do apoio elástico. Vigas-paredes costumam sofrer empenamentos distorcionais. Tanques de concreto armado-protendido corriqueiramente sofrem distorção, devido a tensões térmicas e a problemas com sua fundação. Tudo isto sem

citar o empenamento de pisos industriais, ou seja, a distorção das placas em suas extremidades, tanto com flexionamentos para baixo quanto para cima, devido a processos de retração/dilatação da superfície do piso em relação ao seu fundo. Variações de temperatura e umidade também causam distorção em pisos industriais.

Pesquisando a distorção

Há inúmeros trabalhos que analisam o processo de distorção e o campo das tensões envolventes, que ocorrem nas estruturas com a utilização da tecnologia ótica halográfica em tempo real.

Técnicas para a análise do estado de ruína

Para estudar qualquer tipo de ruína precisamos considerar um amplo espectro de possibilidades ou razões para a ocorrência. De forma freqüente, precisamos considerar também um grande número de fatores, normalmente interrelacionados, compreendendo-os de forma clara, de modo a determinar a causa primária ou original da ruína. Bote Sherlock Holmes nisso. Fraturas, inquestionavelmente, constitui-se no mais sério tipo de ruína, geralmente trazendo resultados trágicos quando uma peça

estrutural perde sua capacidade portante. Os estados de ruína por distorção, desgaste e corrosão, também importantes, conduzem a estados de fraturas mais previsíveis e, naturalmente ainda com possibilidades de tratamento. O primeiro passo para investigar qualquer tipo de ruína, acredite, é não fazer NADA. Apenas estude as evidências, analise e questione o local, assim como as circunstâncias. A partir daí, desenvolve a análise do estado de ruína.

fax consulta nº 16



RECUPERAR

Para ter mais informações sobre Análise.

www.recuperar.com.br

REFERÊNCIAS

- Thomas Kim é engenheiro civil e trabalha no repairbusiness.
- EG. Bernasconi and G. Piatti, Creep of engineering materials and structures.
- N.E. Dowling, Mechanical Behavior of Materials: Engineering Methods for Deformation, Fracture and Fatigue.
- R.W. Hertsberg, Deformation and Fracture Mechanics of Engineering Materials.



Grupo Falcão Bauer

Laboratório Credenciado pelo INMETRO

Tel.: 11 3611-0833

www.falcaobauer.com.br

bauer@falcaobauer.com.br

- Inspeções, recuperação e reforço estrutural convencional e com fibra de carbono.
- Gerenciamento e fiscalização de obras.
- Provas de carga e controle de recalque.
- Controle global da qualidade na construção civil, controle tecnológico de concreto, solos, pavimentação e estruturas metálicas.
- Análises químicas, físicas e metalográficas.
- Meio ambiente.

OUÇA AS ESTRUTURAS III

COM O MONITORAMENTO DA ATIVIDADE ESTRUTURAL (MAE) NUNCA AS ESTRUTURAS ESTIVERAM TÃO PERTO DO CONCEITO DE "INTELIGENTES". CONHEÇA MAIS SOBRE O ASSUNTO.



MONITORAMENTO

Mariana Tati

A tecnologia do Monitoramento da Atividade Estrutural (MAE) está presente no mundo inteiro, de forma crescente, para todos os tipos de estruturas e para solos de fundação.

Os detratores do inconsciente, os caretas de espírito, os inimigos mortais das novas tecnologias há de dizer que as novas técnicas de monitoramento com fibra ótica e wireless são muito chatas, que assim, que assado. Estou me referindo às primeiras matérias apresentadas nas edições 82 e 83 da RECUPERAR e inúmeros e-mails que recebi de alguns leitores reclamando da chatice de tudo ligado a monitoramentos. Pessoal, estou apresentando a verdadeira solução para a engenharia civil, sem todos aqueles clichês dos arti-

gos técnicos de monitoramento realmente chatos. Felizmente, a maioria dos e-mails recebidos enaltece este achado. No mundo todo o MAE é considerado a junção do imponderável dos desenhos animados, alegres e fáceis de digerir com a frieza da realidade das estruturas. Melhor, impossível.

A tecnologia da leitura

A tecnologia empregada para a obtenção dos dados de interesse baseia-se nas metodologias e técnicas desenvolvidas para detectar

GLOSSÁRIO

- Transdutores** – qualquer dispositivo que transforma um sinal de determinado tipo num sinal de outro tipo. Um alto-falante é um transdutor eletroacústico, transformando sinais elétricos em acústicos. Quando tem fonte própria é dito ativo. Quando apenas transforma sinais, sem fonte de energia própria é dito passivo.
- Transmissores** – aparelhos que transmitem sinais.
- Atuadores** – aparelhos que convertem energia líquida em energia mecânica.
- Sensor** – aparelho que converte energia de uma forma para outra. A energia de entrada no sensor representa o fenômeno físico/químico que se deseja medir.
- Algoritmo** – processo ou operação de cálculo. Série de operações matemáticas que fornecem soluções de problemas.

HD monitoring. Deep cover.

novos sensores permitem saber tudo sobre sua estrutura sem visitas técnicas, sem possibilidades, sem despesas. informação precisa e instantânea em seu lap top.



MAE

Acompanhamento em tempo integral
vinte e quatro horas por dia em seu lap-top.



www.rogertecsensors.com.br
Tel.: (21) 3154-3250

perturbações, distorções e alterações físico-químicas, através de transdutores/sensores: aparelhos que detectam ou lêem variáveis físicas ou químicas de uma estrutura ou de um ambiente, ou seja, são os primeiros componentes da cadeia do MAE, responsáveis pela precisão e confiabilidade da medida a ser feita. Podem ser simples, que dizer, de apenas uma função ou multifuncionais. Veja só o que podem ler:

• **Quantidades mecânicas**

deslocamento, comprimento, volume, nível, velocidade, aceleração, pressão, força/torque, torção, peso, deformação, rotação, distorção e fluxo

• **Quantidades térmicas**

temperatura
calor

• **Quantidades eletromagnéticas/ópticas**

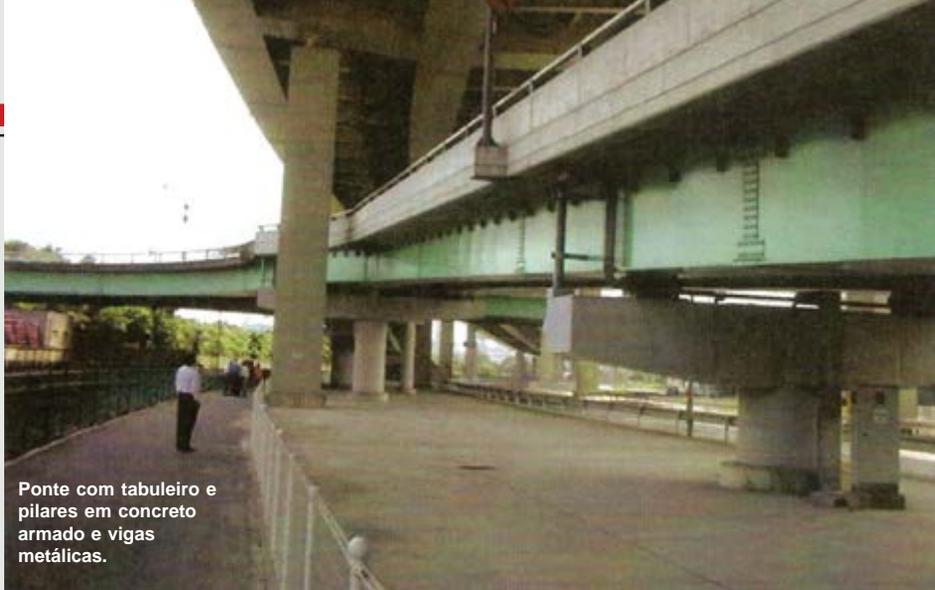
voltagem, corrente, fase de frequência visual/imagens, luz magnetismo

• **Quantidades químicas/eletroquímicas**

umidade, pH
corrosão, contaminação

A junção do imponderável do nosso sonho ou desejo com a frieza da realidade de uma estrutura dever-se-á materializar com a escolha dos sensores que, além de especificar nossa intenção, deverão ter atributos complementares que tornarão ainda mais precisa nossa escolha:

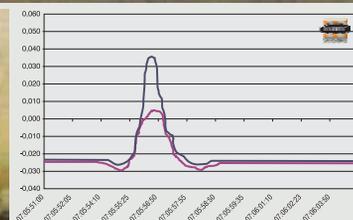
- **Acessibilidade** - capacidade de leitura dos sensores associada à precisão desejada.
- **Dimensão das variáveis** - as dimensões das variáveis físicas e químicas.
- **Tamanho** - o volume físico dos sensores.
- **Alcance da operação** - limites dos sensores.
- **Formato dos dados** - características das medidas em relação ao tempo. Poderá ser contínuo ou localizado, analógicos, ou digitais.
- **Sensibilidade** - a menor grandeza ou mudança que o sensor poderá fornecer.
- **Inteligência** - sua capacidade de processar dados e tomar decisões.
- **Passivos e ativos** - tanto podem gerar dados como, simplesmente, recebê-los.
- **Contato físico** - a forma como o sensor se posiciona na estrutura.
- **Princípio operacional** - poderá ser eletromagnético, eletro-óptico, piezoelétrico, passivo ou ativo com relação à radiação ultravioleta.



Ponte com tabuleiro e pilares em concreto armado e vigas metálicas.



Extensômetros transversais e longitudinais, à base de cabos ópticos, sob o tabuleiro.



Intensidade das deformações transversais e longitudinais causadas pela passagem de um veículo.

A energia vital

Sem energia não há informação. Logo, para um sensor funcionar precisamos dar-lhe

energia. Os três requisitos básicos que precisamos gerenciar neste particular são sua localização, a geração e, claro, como estocar todos os dados coletados. Relaxe, pois

TECNOLOGIA?

Evite isto!

SO COM semi-pilha CPV-4

Para medir 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).

Tele-atendimento
(0XX21) 3154-3250
fax (0XX21) 3154-3259
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 26

já existem sensores com energia própria, capazes de mandar dados até para a China. Evidentemente, usam baterias.

A tecnologia da comunicação

O propósito da transmissão de dados é enviar informação através de processamento em diferentes formatos, quer dizer, analógico, combinando-se ondas oscilantes de diferentes frequências ou digital, estocando-se dados na forma de dígitos binários e transmitidos ao longo da rede de comunicação entre os sensores e laptops utilizando-se sinais elétricos. Os dados podem ser transportados por fios, com propagação dos sinais feita por fluxos de corrente elétrica, ou por rádio transmissão, com a emissão de sinais elétricos que se propagam como ondas magnéticas. Um resumo interessante da forma como é feita a transmissão de dados é a seguinte:

- Pares de fios ou cabos coaxiais.
- Microondas
- Fibra ótica



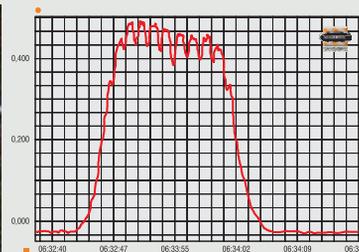
Só complementando, a velocidade da transmissão é feita em bits por segundo (bps), a largura da faixa da transmissão é dada em Hertz e o padrão de transmissão é feito por interfaces padronizadas.



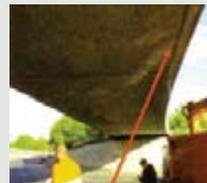
Impactos, trincas e deslocamentos ocorreram neste viaduto. Preocupações com relação à estabilidade. Contratou-se um MAE para checar sua condição.



Instalação de cabo ótico com 10m de comprimento ao longo da seção curva do viaduto.



Deformações dinâmicas devido à passagem do trem. Repare que são totalmente reversíveis.



Instalação da ligação do cabo ótico: Informação instantânea sobre a condição do viaduto em qualquer lap-top

A tecnologia da estocagem de dados

O monitoramento de uma estrutura tem que ser muito bem programado, de modo a termos dados suficientes para diagnosticar determinados comportamentos. De outra forma, poder-se-á incorrer numa quantidade infinita de dados desnecessários. Assim, é imprescindível dimensionar uma quantidade precisa de sensores e a frequência do monitoramento.

GLOSSÁRIO

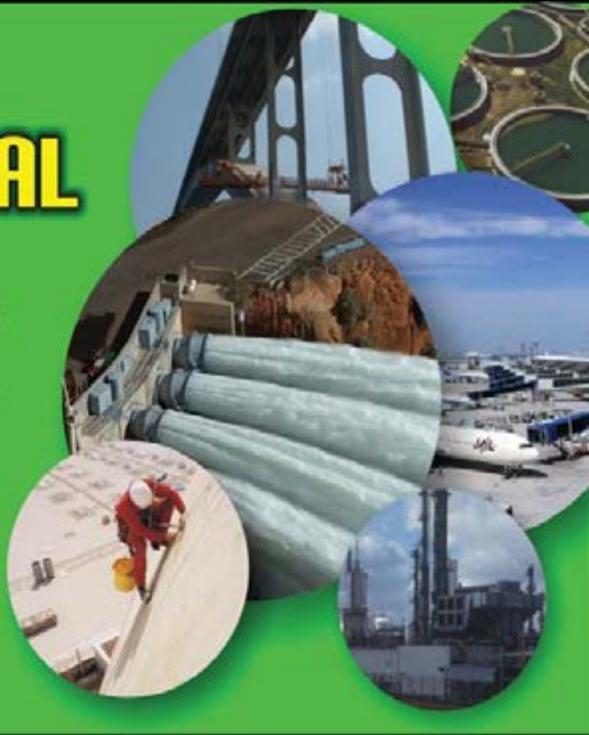
Trabalho – medida de qualquer forma de energia (a térmica exclusive) que, uma vez fornecida ou retirada de um sistema, é capaz de alterar seu estado. Assim, o trabalho de expansão é uma medida da energia que se deve fornecer a uma estrutura para alterar o seu volume. O trabalho de extensão mede a energia necessária para alterar uma dimensão linear da estrutura e o trabalho de superfície mede a energia necessária para alterar a área da estrutura.

MONITORAMENTO DA ATIVIDADE ESTRUTURAL

Os melhores e mais modernos equipamentos para Monitoramento da Atividade Estrutural você encontra na ROGERTEC SENSORS. Projetamos, instalamos, monitoramos e analisamos estruturas e solos em tempo real, com informativo diário, semanal ou mensal.

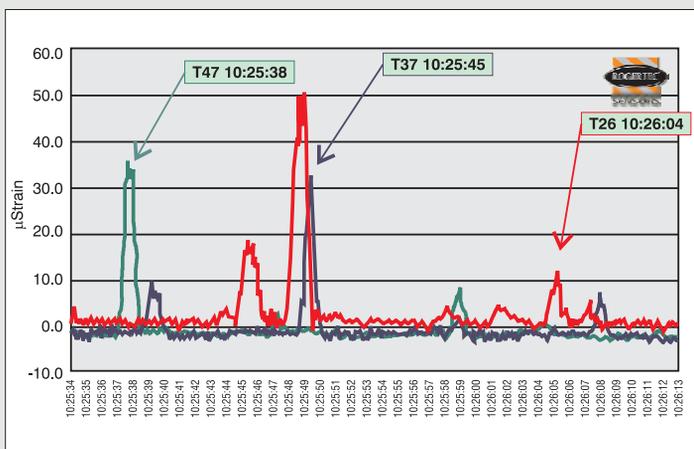


MAE
Tele-atendimento
(0XX21) 3154-3250
fax (0XX21) 3154-3259
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 27





Este viaduto apresenta um fluxo de 17.500 veículos/dia e está situado à beira mar. Este ambiente promove rapidamente processos de corrosão no concreto e, principalmente, em suas armaduras.



Localização da instrumentação. Cabos óticos posicionados na viga inferior e superior de uma viga T protendida, de modo a determinar a posição correta do eixo neutro. Deformações dinâmicas excessivas devido ao tráfego intenso diário.

A tecnologia do processamento de dados

Este conjunto de conhecimentos científicos deve-se aos chamados algoritmos. Mas precisamente os algoritmos de processamento de sinais. Neste particular, torna-se necessário tanto eliminar interferências de sinais, como também compactar estes mesmos sinais. Explica-se. No campo, nas obras, ou melhor, no mundo real são detectados um sem número de sinais desnecessários e até prejudiciais ao estudo do monitoramento. Influências ambientais, como flutuação de temperatura e interferências de alguma atividade que esteja ocorrendo junto à estrutura devem ser catalogadas e eliminadas. Com este intuito utilizam-se filtros. A utilização de muitos sensores e a necessidade de leituras contínuas implica num sem número de dados que, caso nada

seja feito, acabam por gerar uma monstruosa quantidade de dados, quase que impossível de digerir. Razão pela qual há a necessidade de compactá-los. Isto é muito comum no monitoramento wireless.

Contudo, a principal atividade do MAE é a interpretação das leituras. Ou seja, fornecer apenas sensores moderninhos é importante. Fundamental, no entanto, é determinar o significado das anomalias encontradas no monitoramento, e poucos são capazes desta empreitada. Mais MAE na próxima edição.



fax consulta nº 28



RECUPERAR

Para ter mais informações sobre Monitoramento.

www.recuperar.com.br

REFERÊNCIAS

- Mariana Tati é engenheira civil e trabalha no repairbusiness na área de monitoramento.
- Buyukozturk, O., and T. Y. Yu, "Structural Health Monitoring and Seismic Impact Assessment", Proceeding of the Fifth National Conference on Earthquake Engineering, Istanbul, Turkey.
- P. Goltermann: "Managing large bridge structures in Scandinavia", July 14-18 2003, Cambridge, UK.
- Klinghoffer, O.; Goltermann, P. and Bässler, R.: "Smart Structures: Embeddable sensors for use in the integrated monitoring systems of concrete structures", Proc. IABMAS 02, July 2002, Barcelona, Spain.
- Goltermann, P. et al: "SMART STRUCTURES Integrated Monitoring Systems for Durability Assessment of Concrete Structures. Project Report", February 2002, available for downloading at http://smart.rambo11.dk/smart_eu/index.htm
- Elsener, B. et al: "Assessment of reinforcement corrosion by means of galvanostatic pulse technique", Proc. Int. Conf. "Repair of Concrete Structures", Svolvær, Norway, 1997.
- Frølund, T. and Klinghoffer, O.: "Comparison of half-cell potentials and corrosion rate measurements – A field experience with evaluation of reinforcement corrosion", Proc EUROCORR 2004, Nice, France, 2004.
- Goltermann, P. et al.: "SMART STRUCTURES. Integrated Monitoring Systems for Durability Assessment of Concrete Structures, Subtask 3.2 On-site Testing of Portable Systems. Extensive Testing of Portable Systems", February 2002.
- Luping, T. "Calibration of the Electrochemical Methods for the Corrosion Rate Measurement of Steel in Concrete. NORDTEST Project No. 1531-01", SP REPORT 2002:25.

GLOSSÁRIO

Temperatura – grandeza que caracteriza o equilíbrio térmico de um sistema simples ou em relação a outro. Quando há equilíbrio a temperatura é constante em todos os pontos.

Estado – situação de uma estrutura em que são definidas as variáveis físicas e químicas necessárias para caracterizá-la.

Calor – forma de energia (e também medida desta energia) que pode ser transferida de uma para outra estrutura, sem ser acompanhada de transporte de massa e/ou da execução ou recebimento de trabalho, graças à diferença de temperatura existente entre dois sistemas. A troca de calor (troca térmica) provoca alteração no estado das estruturas, sem que tenham recebido ou cedido trabalho. Forma ou manifestação especial de energia em trânsito, conversível em trabalho e vice-versa; base do 1º princípio da termodinâmica.

Massa – grandeza fundamental da física. Define-se como a quantidade de matéria contida num corpo. Demonstra-se que a massa é variável, ou seja, cresce quando altera-se sua velocidade.

Algoritmo – processo ou operação de cálculo. Série de operações matemáticas que fornecem soluções de problemas.