

# MANTA UREPÓXICA

A moderníssima tecnologia da Manta Urepóxica substitui, com enormes vantagens, os tradicionais sistemas de impermeabilização à base de mantas asfálticas que necessitam contrapiso e proteção mecânica.

Joaquim Rodrigues



Mantas impermeabilizantes com espessuras muito finas (da ordem de 1,5 milímetros) e que não necessitam qualquer tipo de proteção mecânica ou acabamento já não são novidade entre nós. No mercado norte americano esta tecnologia é usada há cerca de 25 anos com bastante credibilidade. O tipo de material freqüentemente usado nesta tecnologia, isto é, como impermeabilizante que dispensa qualquer proteção posterior são os elastômeros de poliuretano. Apesar de longamente usado, este importante sistema impermeabilizante apresenta alguns problemas como: pequena retração, resistências não muito boas de colagem ao substrato, pouca resistência a ataques químicos e sensibilidade à umidade. Devido a isso, empresas americanas de pesquisas

na área da química do poliuretano trabalham forte no sentido de corrigirem estes inconvenientes, melhorando a performance desta revolucionária técnica impermeabilizante.

Ao contrário dos poliuretanos, os epóxis apresentam excelente resistência de colagem e à abrasão, assim como aos ataques da maioria dos produtos químicos mais comuns. A rigidez dos epóxis, relativamente falando, no entanto, limita sua aplicação como manta impermeabilizante. Com o desenvolvimento das pesquisas, no sentido de combinar as propriedades do poliuretano com as do epóxi, objetivou-se melhorar, de forma substancial, este prático e moderno sistema de impermeabilização, no que diz respeito à durabilidade do sistema. Sem comprometimento da excelente performance elastomérica do

poliuretano, obteve-se a Manta Impermeabilizante urepóxica que é aplicada no mercado norte americano há cerca de oito anos com total sucesso.

### A manta urepóxica

Esta nova tecnologia, desenvolvida com a linha dos epóxis, pode ser caracterizada pela técnica "epóxi flexibilizado internamente" e foi conduzida com bastante sucesso, combinando a performance elastomérica dos poliuretanos com as demais características dos tradicionais sistemas epóxicos.

Esta característica é obtida alterando a estrutura molecular do sistema epóxi utilizado. No quadro abaixo apresentamos a comparação entre a principal característica do sistema epóxico elastomérico obtido e o tradicional.

### Adesão e resistência à tração

De um modo geral, para se escolher um produto impermeabilizante que promova proteção mecânica é necessário considerar todas as propriedades físicas e mecânicas do material. Uma vez aplicado na superfície, poder-se-á ter a impressão de que um material com grande alongamento apresentará os melhores resultados, considerando o efeito impermeabilizante juntamente com o preenchimento/colmatação das fissuras e trincas existentes no piso. No entanto, considerando apenas seu alongamento, sem atentar para sua capacidade de adesão e sua resistência à tração poder-se-á ter surpresas desagradáveis em sua performance.

Vamos dar como exemplo uma típica manta impermeabilizante de uretano aplicada em um pedaço de papel. Quando o conjunto

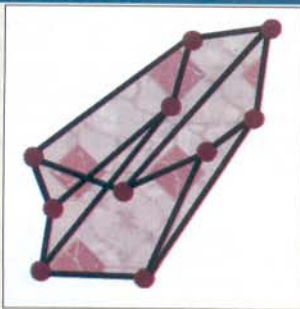


Figura 1: sistema urepóxico.  
Obtido com a flexibilização interna

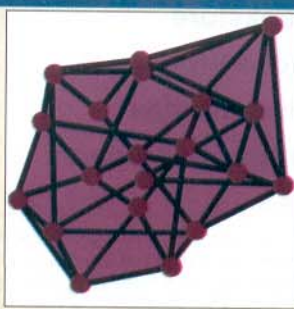


Figura 2: sistema epóxico convencional  
curado com amina.

A distância entre os polos reativos na MIFE (figura 1) é maior, produzindo uma interligação mais densa, bem menor que a encontrada no sistema epóxico convencional curado com amina (figura 2).

O aumento do comprimento destas cadeias, compostas de átomos de carbono e unidas com extrema facilidade de girar alternadamente, fornece as propriedades elastoméricas para o sistema. Em comparação com as cadeias curtas etileno aminas, esta distância poderá ser 100 vezes maior.



A preparação das superfícies, antes da impermeabilização, é fundamental.



Sua aplicação é muito fácil. Após a limpeza das superfícies é aplicado o primer e a seguir o urepóxi.

papel/uretano é esticado, praticamente haverá um descolamento geral motivado por duas razões. Primeira, há uma grande diferença entre a capacidade de alongamento do elastômero e o papel. Não há necessidade de se ter uma manta impermeabilizante com cerca de 400% de alongamento para se adequar ao movimento de um substrato rígido como o concreto. A

segunda razão do descolamento é a pouca adesão que o elastômero de uretano possui.

Se a resistência à tração da membrana, na rutura, é maior que a resistência de colagem no piso, haverá o descolamento, devido à sua pouca adesividade, antes de rasgar. Por outro lado, quando a resistência à tração do piso é maior do que o poder de colagem da manta, o descolamento ocorrerá antes da rutura do substrato.

O problema maior que ocorre com a aplicação deste moderno e prático sistema impermeabilizante à base de uretano é o descolamento da membrana formada. Portanto, por questões de durabilidade, há a necessidade de se ter um produto com excelente adesividade, sem esquecer de dar condições ao substrato para uma boa aderência ao material a ser aplicado. O acabamento antiderrapante é feito inserindo-se uma areia especial muito fina ao produto, antes de sua aplicação. As mantas impermeabilizantes de uretano, devido ao seu grande

alongamento e pouco poder de adesão, costumam soltar esta areia motivado pela ação de forças externas excessivamente maiores que o poder de adesão com o agregado. À proporção que o elastômero estica, entra em ação uma deformação assimétrica, função do seu trabalho de alongamento, que se adiciona à força externa, atuando juntas sobre o agregado

**Não há necessidade de se ter uma manta impermeabilizante com cerca de 400% de alongamento para se adequar ao movimento de um substrato rígido como o concreto.**

aderido à resina. Com o pouco poder de adesão do uretano, fica selada a sorte do agregado, deixando uma aparência irregular na superfície anti-derrapante.

A maioria das resinas de uretano que formam as mantas impermeabilizantes promovem muito pouca adesão a superfícies de argamassas e concretos, possivelmente

pelo fato de terem resistência de colagem, assim como resistência à tração, menores que a resistência à tração do concreto. Em ambos os casos, qualquer força que ultrapasse a resistência à tração do piso, provocará um descolamento ou a rutura da manta. A adesão de epóxis rígidos, tanto ao concreto quanto ao aço, é bem maior que os elastômeros de uretano. O urepóxi é produzido para ter, tanto resistência de colagem como de tração, superiores à resistência de tração dos melhores pisos de concreto.



A aplicação principal do urepóxi é em estacionamentos não cobertos, onde o efeito da frenagem atua intensamente e é perfeitamente contido.

Atendemos todos os Estados  
**TINTAS APOLLO**



- APOLLOPOXI (EPOXI) • ACRIOBRIL (ACRÍLICO EM SOLUÇÃO)
- APOLLIDUR (POLIURETANO)
- APOLLIT (SILICONE)
- APOLLOCRIL (EMULSÃO)

Solicite um representante ou ligue para conhecer nossa linha de tintas para a área Industrial e para a Construção Civil. Fabricamos tintas sob encomenda segundo as normas Americanas e Europeias.

**Tels.: (021) 796-1951/796-4633 / Fax: (021) 796-3664**



Laje para garagem em uma edificação.  
Repare que o acabamento que está sendo dado visa  
eliminar regularizações, contra-pisos.  
O objetivo é aplicar a manta de Urepóxi.



A aplicação do urepóxi é muito simples, necessitando apenas de um primer para preencher os poros e proceder à ancoragem da manta.

superior a 3 milímetros, utilizando-se uma espessura de 1 milímetro para a manta formada (sem agregado). Após ser esticada, o urepóxi, que tem 145% de alongamento, retorna à sua situação inicial, sem qualquer alteração em seu comprimento e forma. Quando uma tira de material curado com 15 centímetros de comprimento por 2,5 centímetros de largura é esticada 25 centímetros, retorna ao seu



O urepóxi aplicado em estádio. Beleza e durabilidade

### Resistência ao arrancamento

O teste de adesão mais frequentemente utilizado para controlar os trabalhos com o elastômero de uretano é a "Resistência ao arrancamento" da ASTM D903. Uretanos apresentam valores para as resistências ao arrancamento entre 0,3 a 0,5 kg/mm. O urepóxi apresenta resistências da ordem de 0,9 kg/mm, produzindo-se a ruptura da manta sem causar o seu descolamento.



Algumas cores que podem ser encontradas.

tamanho original dentro de 1 minuto. A retenção prolongada do alongamento é importante na manutenção das propriedades do material para a colmatação de fissuras e trincas. O urepóxi foi exaustivamente testado por mais de cinco anos, retendo 90% de seu alongamento original.

### Variação de temperatura

Fator preponderante para a durabilidade da capacidade impermeabilizante é a performance do polímero para manter suas propriedades variando-se bastante a temperatura. O conhecimento desta propriedade se faz com a medida da temperatura de transição ao vidro (Tv), a que o polímero perde sua flexibilidade e torna-se quebradiço. A tecnologia do urepóxi possui uma Tv de -10°C a 10°C. Mesmo a uma temperatura baixíssima, mantém alguma flexibilidade. Todos os polímeros perdem flexibilidade, à medida em que a temperatura cai.

uretano não podem ser aplicados com mais de 600 µm em uma demão. Os uretanos curados à umidade (os mono-componentes) tem um problema adicional que é a necessidade d'água para polimerizar. Pelo fato da umidade curar a película do uretano de

### Alongamento

Quando analisamos uma manta impermeabilizante que também preencha/colmata fissuras e trincas existentes no piso, sua capacidade de alongamento precisará ser cuidadosamente avaliada. Como explicamos anteriormente, o alongamento da membrana de uretano apresenta valores da ordem de 400%. O urepóxi possui suficiente alongamento para preencher e impermeabilizar trincas com abertura

Propriedades	urepóxi	Comparativo		
		UREPÓXI X	POLIURETANO	
		A	B	C
Resistência à tração ASTM D 412	85kg/cm <sup>2</sup>	35kg/cm <sup>2</sup>	39kg/cm <sup>2</sup>	60kg/cm <sup>2</sup>
Alongamento ASTM D 412	145%	300%	525%	300%
Adesão ACI503R	>24kg/cm <sup>2</sup>	—	—	—
Arrancamento ASTM D 903	0,9kg/mm (descolou com o concreto)	0,3kg/mm	0,6kg/mm	0,4kg/mm
Transmissão de vapor ASTM E 96	<1perm	2,7perm	1,0perm	1,35perm
% de sólidos	100%	77%	80%	80%

cima para baixo, possibilita a retenção de CO<sub>2</sub> na manta impermeabilizante. Epóxis não produzem qualquer produto gasoso durante sua cura. Logo, qualquer espessura de película poderá ser aplicada em uma demão, sem criar qualquer possibilidade de surgência de bolhas.

### Permeabilidade

Todos os uretanos, mono ou bi-componentes, contêm isocianato que reage com a água, criando uma molécula de dióxido de carbono. Este gás precisa sair antes da cura do material ou bolhas forma-se-ão na manta, comprometendo sua performance impermeabilizante. Esta é uma das razões pela qual a maioria dos elastômeros de

### Usos do UREPÓXI

A moderna tecnologia do urepóxi levou em conta um grande espectro de reologia, permitindo a aplicação deste material em uma infindável quantidade de situações, inclusive onde até então outros polímeros eram proibidos de aplicar. De um modo geral, utiliza-se em recuperações com preenchimento/colmatação de trincas e fissuras, impermeabilização sem necessidade de proteção mecânica de estádios, garagens descobertas, varandas, playgrounds, reservatórios e especialmente pisos sujeitos a choques térmicos. Maiores informações risque o nº 132 no fax consulta.

# RECUPERAÇÃO ESTRUTURAL

**Morumbi: fundações - arquivancadas**

**A mais avançada tecnologia em engenharia de recuperação**

**COMPACTA** Engenharia Restauração e Recuperação

Raúl A. Nahas  
CREA 72295/D

Renato A. Nahas  
CREA 10899/D

**SP: (011) 883-4299 RJ: (021) 275-8449 DF: (061) 225-1166**

# VIDA BOA PARA AS BOMBAS E PROJETORAS DE CONCRETO/ ARGAMASSA

Um aditivo em pó, misturado à água, melhora substancialmente os serviços de bombeamento ou a projeção de concretos e argamassas.

Ana Carlota B. dos Santos



Um aditivo em forma de pó denominado FLUIFORTE, recentemente introduzido no nosso mercado, está revolu-

cionando os trabalhos de bombeamento e projeção de concretos e argamassas. Este pó é misturado a uma determinada quantidade d'água e é introduzido nos equipamentos de bombeamento e projeção, antes do início dos trabalhos, trazendo as seguintes vantagens:

- Elimina a necessidade de se usar argamassas ou caldas de cimento para facilitar o bombeamento.
- Reduz tremendamente o desgaste do equipamento.
- Reduz a potência necessária para o bombeamento ou projeção.
- Reduz a pressão e a fricção na linha.
- Melhora a mobilidade e a compactação do concreto.
- Reduz a perda d'água e a segregação do concreto.
- Fácil de usar e introduzir no equipamento.

Trata-se de um polímero compatível com todos os materiais utilizados na dosagem de argamassas e concretos à base de cimento portland. O produto não contém

Bentonita, qualquer tipo de cimento, sabão, óleo, nitrito, cloreto de cálcio ou outro material nocivo a concretos ou argamassas de cimento portland.

Disponível em sacos de 450 gr, substitui as tradicionais mesclas à base de cimento, que além de caras provocam desgaste no equipamento, permitindo, sobretudo, o bombeio ou a projeção de materiais que normalmente têm dificuldade de passagem, aumentando-se, conseqüentemente, a

extensão das mangueiras. O rendimento é de, aproximadamente, 6 a 8m<sup>3</sup> por saco de 450gr.

A performance do produto como agente de bombeamento e projeção, incorporando-o propositalmente a um traço de concreto e comparando-o com o mesmo traço ausente do produto é a seguinte:

### 1 - materiais empregados

Concreto com cimento portland tipo I, gnaisse granítico como agregado graúdo e areia de rio (quartzosa) como agregado miúdo.

*Trata-se de um polímero compatível com todos os materiais utilizados na dosagem de argamassas e concretos à base de cimento portland.*

Concreto	Amostra padrão	Amostra com FLUIFORTE
Slump (cm)	9,5	9,0
Peso unitário (kg/m <sup>3</sup> )	2270	2250
Relação água/cimento	0,53	0,53
Início de pega(hs)	6,07	5,52
Fim de pega(hs)	8,35	8,00
<b>Resistência à compressão Mpa - (2 amostras por idade)</b>		
1 dia	8,2	8,2
3 dias	18,4	19,2
7 dias	26,8	26,8
28 dias	31,0	32,0
<b>Resistência à flexão aos 28 dias (Mpa)</b>		
amostra padrão	3,5	amostra com FLUIFORTE 3,6



O FLUIFORTE é particularmente indicado para grandes extensões de bombeamento.

## 2 - o teste

O procedimento de mistura e preparação das amostras foi feito de acordo com a norma ASTM C-192-90 a (método padronizado para dosar e curar amostras de concreto em laboratório). Para cada amostra de concreto preparada foi tira-

do o slump, medindo-se os tempos de início e fim de pega, resistência à compressão e a flexão para diversas idades. Os resultados são apresentados no quadro anterior. Maiores informações risque o n° 133 no fax consulta.

Dosagem (1m <sup>3</sup> )	Amostra padrão	Amostra com FLUIFORTE
Cimento (kg)	330	330
Pedra (kg)	1036	1036
Areia(kg)	715	715
Água(l)	175	175
FLUIFORTE(gr)	-	400



Em projeções de argamassa e concreto há muito atrito e erosão dentro da mangueira, causando perdas na energia de impacto e, como consequência, a reflexão do material. FLUIFORTE reduz a pressão e a fricção na mangueira, permitindo maior impacto do material e compensando a deficiência do compressor.

## FIBRAS SINTÉTICAS

ALÍVIO IMEDIATO CONTRA TRINCAS E DORES DE CABEÇA



TRATA-SE DO AGREGADO QUE FALTAVA A CONCRETOS E ARGAMASSAS. UMA VERDADEIRA ARMADURA TRIDIMENSIONAL. PROMOVE EXCELENTE ACABAMENTO, REDUZ O FISSURAMENTO, A PERMEABILIDADE E AUMENTA A RESISTÊNCIA A IMPACTOS. SAÚDE PARA O SEU CONCRETO.

TEL.: (021) 493-4702 / 493-6740 / 494-4099

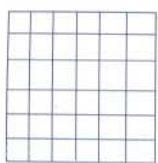
FAX: (021) 493-5553

ROGERMAT

# PISOS INDUSTRIAIS

Dicas para executar uma boa preparação do terreno

**Carlos de Carvalho Rocha**



Assentar um piso de concreto em um terreno instável é tremendamente problemático, pois certamente a empresa perderá

todo o material, a mão-de-obra empregada e, o que é pior, terá que demolir todo o trabalho executado. Após a execução do piso, assentado em um terreno (sub-leito) mal preparado, irão surgir fissuras e trincas, além de cedências que poderão ser caras para serem tratadas.

### Como identificar um bom terreno (sub-leito) para o piso

A empresa deverá ter um perfeito conhecimento do terreno onde será construído o piso. Normalmente, deverá ser consultada uma empresa de fundações para a obtenção de sondagens e emissão do perfil do solo. Em geral, necessita-se das seguintes informações:

- O tipo e as condições do solo (tanto o existente quanto o de empréstimo)



Em primeiro plano vê-se o colchão de material granular (sub base) já preparado para receber o concreto ou a lona. Em segundo plano o material de empréstimo sendo descarregado.

- Propriedades do solo (tamanho dos grãos ou granulometria, limite de liquidez, limite de plasticidade, índice de plasticidade e a relação densidade/umidade)

- Variações do lençol freático
- Condições de drenagem

Solos orgânicos do tipo turfa, siltes e argila orgânica não são terrenos adequados para um sub-leito, pelo fato de que não dão uma boa base, sendo compressíveis, difíceis de se proceder a drenagem, além de não darem compactação adequada. Na maioria das

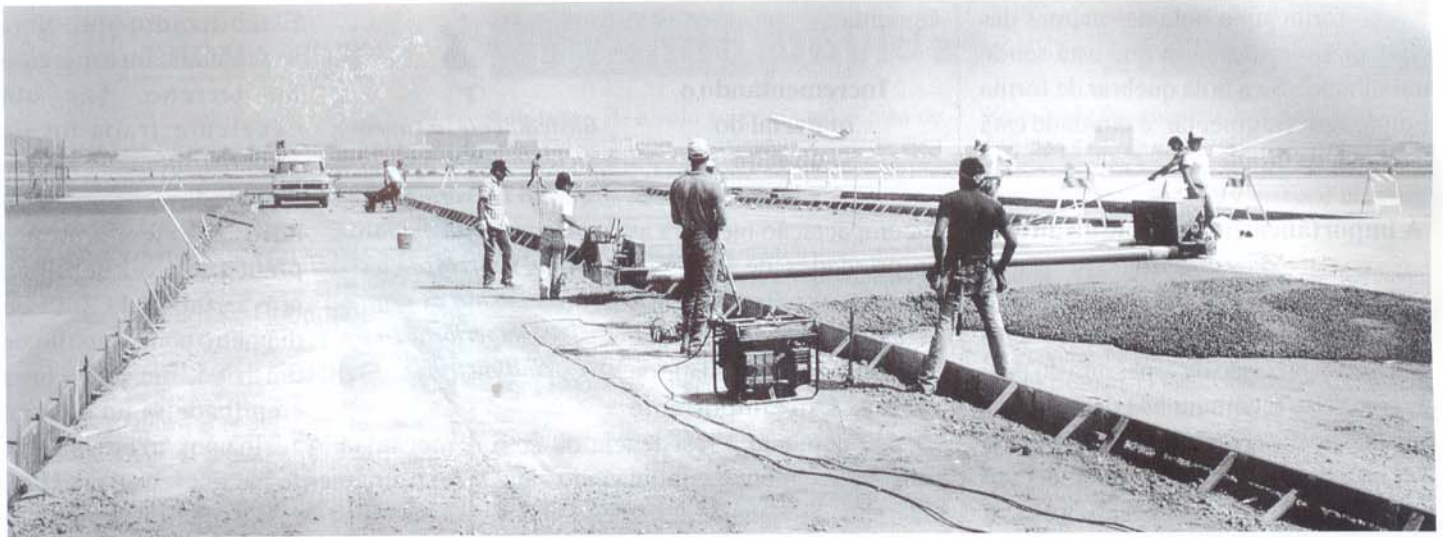
*Continua na pág. 15*

**"Juntas para pontes. Como são e como recuperá-las"**

Não Perca

**RECUPERAR**

**nº 16**



Um bom trabalho de compactação, inclusive com lançamento de material granular de modo a servir de barreira ao vapor, é importante para a estabilidade das placas que formarão o piso/pavimento.

vezes aparecem somente à superfície, não sendo difícil remanejar este material e substituí-lo por outro. É importante checar o material de empréstimo, particularmente no que tange à matéria orgânica.

### Problemas com a compactação?

Se os resultados dos testes de compactação (curva de compactação - ABNT • MB33) não forem aprovados, procure descobrir o porque e corrija-os. Podemos enumerar uma série de motivos através dos quais não se consegue alcançar uma densidade máxima para o sub-leito que está sendo compactado.

- Solo muito molhado ou muito seco (é necessário obter a umidade ótima).
- Camadas a serem compactadas muito altas.
- Métodos ou equipamentos de compactação inadequados (equipamentos muito leves ou com poucas passadas).
- O teste que definiu a densidade máxima, no laboratório, não é representativo do terreno (sub-leito) que está sendo compactado.

Será obrigatória uma reunião com a empresa executante e a fiscalização para rediscutir os problemas existentes e uma nova metodologia para obter-se a solução.

### Atenção na execução do sub-leito

Quando o sub-leito for preparado em camadas sucessivas de pequena espessura (15 a 30cm) ao longo de todo o aterro e que cada uma dessas camadas sofra uma compactação individual, deverá ser feito um perfeito trabalho de acompanhamento, à semelhança das barragens de terra ou do executado em estradas, checando as condições do terreno suporte, assim como o trabalho de compactação de cada camada. Verifique se há surgência de algum fôfo, a altura de cada camada a ser compactada e a qualidade do material lançado para a compactação. Use algum equipamento portátil para checar a densidade no campo, de modo a verificar se a máxima massa específica foi encontrada. Qualquer situação de fôfo deverá ser removida. Verifique se os equipamentos de compactação estão de acordo com a boa técnica, isto é, rolos vibradores simples ou vibradores com impacto para solos arenosos ou granulares. Rolo pé de carneiro para solos argilosos e soquetes mecânicos para áreas confinadas.

Os testes para verificação da umidade ótima e maior massa específica no campo deverão ser acompanhados atentamente pela fiscalização. Um teste bem expedito pode ser executado pelo fiscal com intuito de facilitar a sua



O sub-leito em primeiro plano já preparado para receber a sub-base de material granular (colchão de brita corrida) como evidenciado à direita da foto.



tarefa: forme uma bola nas palmas das duas mãos com o solo que está sendo trabalhado. Se a bola quebrar de forma limpa, sem fragmentar, a umidade está próxima da ótima.

### A importância do controle da altura do sub-leito

O perfeito controle da altura do sub-leito garantirá a precisão da espessura do piso de concreto. É comum nos depararmos com desníveis no sub-leito da ordem de 3 centímetros, em média. Acontecendo esse problema, corrija-o com o



Ao fundo, à esquerda o piso sendo executado em faixas. A sub-base de material granular (brita corrida) e o sub-leito preparado e compactado (material argiloso).

lançamento de uma camada de material granular. Basicamente, a superfície do sub-leito não deverá ter variações, seja para cima ou para baixo, em relação ao nivelamento de projeto, superior a 10 milímetros. Verifique o nivelamento final do sub-leito antes de lançar o concreto, usando pequenos e modernos níveis a laser, que emitem um fino fecho com extensão de até 50 metros.

Alguns solos argilosos não servem para fazer um bom sub-leito, já que expandem e retraem de acordo com as variações de umidade do material. O índice de plasticidade (IP) (diferença entre os limites de liquidez e de plasticidade) é um dos principais testes necessários para o conhecimento do poder de expansão dos solos argilosos. Quando o IP aumenta acima de 10, o poder de expansão do solo também

aumenta.

### Incrementando o material do sub-leito

A compactação melhora as propriedades de todos os solos, exceto a dos orgânicos pelo fato de que diminui a sua quantidade de vazios. Este importante

serviço aumenta a resistência do solo consideravelmente, minimizando algumas situações desagradáveis como o recalque em algumas regiões, produzindo fissuras ou a própria ruptura do terreno. Poderão ser executados testes de laboratório no sentido de encontrar-se a umidade ótima do solo, de modo a obter-se a sua densidade máxima.

Particularmente, na região do sub-leito onde há valas por onde passam todas aquelas instalações, dever-se-á tomar todo o cuidado com uma boa compactação, já que são locais

que constantemente dão problemas de assentamento do piso.

Se o terreno existente for do tipo expansivo, pense em fazer um trabalho de estabilização do solo, pois na maioria das vezes é mais barato que removê-lo. Há no mercado um material chamado Poliuretano Hidroativado Solo



*Basicamente, a superfície do sub-leito não deverá ter variações, seja para cima ou para baixo, em relação ao nivelamento de projeto, superior a 10 milímetros.*

Estabilizador que uma vez injetado ou aspergido no terreno, faz um excelente trabalho de consolidação. Este método de recuperação do solo é extremamente prático uma vez que basta cravar tubos de 3/4" de diâmetro com o auxílio de um tripé, um peso, uma empilhadeira ou uma pá

mecânica. A resina possui uma fuidez extremamente baixa (4cps), próxima à da água (1cps) e funciona como um excelente aglomerante. Esta técnica é freqüentemente utilizada no reforço de estacas e sapatas de fundações, conseguindo-se incrementos na capacidade de carga da ordem de 600% a 1000%! Maiores informações risque o nº 134 no fax consulta.



#### Referências:

1. American Concrete Institute Committee 302, "Guide For Concrete Floor and Slab Construction," ACI 302.1-80.
2. American Concrete Institute Committee 316, "Recommendations for Construction of Concrete Pavements and Concrete Bases," ACI 316R-82.
3. Schmidt, N.O., and C.O. Riggs, "Methods for Achieving and Measuring Soil Compaction," *Concrete Construction*.

# PISOS INDUSTRIAIS

DE ALTA RESISTÊNCIA

## PRECISÃO LASER

18 anos, de maior qualidade

### CONCRETO

(011) 6101-0088

FAX: (011) 6101-0997

# A EDIFICAÇÃO E OS CLORETOS

A luta de um condomínio contra a ação dos cloretos. Uma briga desigual e bastante cara.

Joaquim Rodrigues



A exposição constante à maresia, que ao evaporar deixa altas concentrações de sais cloretos na superfície das fachadas da edificação,

juntamente com a umidade e temperaturas altas é a situação comum de todos os prédios situados à beira mar. Em Key West, Flórida, um condomínio, ficou sujeito a este ambiente marinho

agressivo e teve sua estrutura de concreto armado bastante deteriorada. A edificação foi construída em 1986 e tem 14 andares.

Caracterizado por suas varandas, esta estrutura começou a apresentar trincas e consequentes deslocamentos que se precipitavam no

*Em 1990, o condomínio contratou uma empresa de recuperação para "solucionar" os problemas existentes. Esta obra durou cerca de quatro meses.*

consultoria, no sentido de levantar os problemas que já estavam reincidentes.

### O trabalho de pesquisa

Em toda a edificação, de modo generalizado, diagnosticou-se consequentes problemas originados pela corrosão

pavimento térreo, ocasionando sérios problemas de segurança aos transeuntes.

Em 1990, o condomínio contratou uma empresa de recuperação para "solucionar" os problemas existentes. Esta obra durou cerca de quatro meses.

Três anos mais tarde, a comissão de obras do condomínio decidiu contratar uma outra empresa de recuperação, especializada em

nas armaduras do concreto. Basicamente, todas as varandas apresentavam deslocamentos que ocorriam, principalmente, em suas bordas. Os pilares situados ao nível térreo, além de outros situados nas áreas internas da edificação, também apresentavam o mesmo tipo de degradação. A impermeabilização das varandas foi feita de forma bastante singular, com pintura epóxica seguido da colagem de elementos cerâmicos.

O guarda-corpo das varandas, em estrutura de alumínio, foi fixado à laje através de chumbadores do tipo "pé de galinha", em aço CA50, previamente chumbados ao concreto e que estabeleciam continuidade elétrica entre as armaduras e o alumínio do guarda-corpo. A presença destes metais dissimilares encorajavam o desenvolvimento de células de corrosão, assim como impactos e pressões que criavam alavancas no sistema de ancoragem da grade, abrindo trincas e brechas nas bordas das lajes, permitindo a pene-



Um guindaste fornece argamassa estrutural ao pessoal alocado nas plataformas.



Desplacamento nas bordas das varandas

tração d'água, cloretos e oxigênio, possibilitando uma linha direta com o concreto envolvente e as armaduras. Ficou claro que a rápida deterioração das bordas das varandas foi precipitada pela corrosão dos metais dissimilares num mesmo meio e acelerada pelos motivos acima descritos.

#### Testes Físicos

Para obter-se uma amostra representativa da estrutura, como um todo, foram coletados dados através de "janelas" abertas em seis regiões distintas da edificação. Além disso foram executados ensaios não destrutivos que complementaríamos a linha de pesquisa para o diagnóstico do problema da edificação.

#### Pesquisa Visual

- deslocamento em, praticamente, todas as lajes das varandas, particularmente em suas bordas e, de forma acentuada, junto ao sistema de ancoragem do guarda-corpo.
- armaduras expostas e em estado de corrosão.
- insuficiente camada de recobrimento.
- colunas de alumínio, que suportam a grade do guarda-corpo, apresentavam-se com folga.
- fissuras transversais ao longo do piso das varandas.
- deslocamento nas áreas anteriormente tratadas.

#### Continuidade Elétrica das Armaduras

Foram feitos testes que avaliaram a continuidade elétrica nas armaduras do concreto, de forma a configurar o fechamento do circuito para o levantamento do potencial (volts), em todas as áreas a serem testadas com a semi-pilha, tendo em vista o levantamento do estado de corrosão. Este teste também é importante para o caso de se optar por proteger a estrutura com proteção catódica com pintura energizante (PCPE). Basicamente, áreas com armaduras corroídas

evidenciam uma má continuidade elétrica.

#### Testes com a semi-pilha

A medição dos potenciais de corrosão com o equipamento denominado semi-pilha, tem demonstrado ser o melhor método para o estabelecimento da atividade corrosiva, em extensão e grau, nas armaduras do concreto. Excetuando-se as áreas já atingidas pelo processo de estufamento, deslocamento e exposição das armaduras, houveram poucas áreas com sintomas de forte corrosão em andamento, detectadas pela semi-pilha e que significam deslocamentos futuros.

#### Levantamento das Áreas Desplacadas

O estufamento e o deslocamento da camada de recobrimento do concreto é motivado pelo aumento das seções das armaduras em processo de corrosão e o conseqüente estabelecimento de uma força expansiva que atua sobre a camada de recobrimento do concreto. Ficou evidenciado que a estrutura, em todas as regiões

analisadas, apresentava insuficiente camada de recobrimento.

#### A Contaminação por Cloretos

Com utilização de furadeira de impacto, foram feitos furos com três diferentes profundidades, obtendo-se pó de concreto para a análise da presença de íons cloretos no concreto. Utilizou-se o equipamento portátil "CL-100" para a determinação do grau de contaminação do concreto por cloretos na própria obra. Com a análise da presença de cloretos em três diferentes profundidades, observou-se que o maior grau de contaminação estava na superfície, obtendo-se valores de 3 a 4 vezes o limite máximo especificado na norma americana (0,20% em relação à massa de cimento). Além da linha das armaduras observou-se também uma contaminação,

não tão severa quanto na superfície mas, também preocupante, com a obtenção de valores médios em torno de 0,45%.

Certamente este comprometimento interno nasceu durante a execução da obra pela utilização de aditivos à base de cloretos.



A presença de metais dissimilares encorajavam o desenvolvimento de células de corrosão.

#### Determinando-se o PH

A determinação do PH no concreto



Varandas já recuperadas e reforçadas. Utilizou-se pintura elastomérica para a proteção das superfícies.

indica se o concreto armado apresenta condições de contrair corrosão ou não. Um PH igual ou inferior a 12,5 informa que há uma tendência à diminuição da alcalinidade com conseqüente deterioração da película passivadora que cobre as armaduras. De um modo geral, considera-se que 11,5 seja o limite a partir do qual (decrecendo) a corrosão possa ocorrer.

A maioria das cinquenta amostras analisadas apresentavam um PH em torno de 11,5 indicando, portanto, que a película de óxido passivante que protege as armaduras contra os agentes contaminantes estava na eminência de ser destruída.

#### Resistência à Compressão

O concreto tem como função básica proteger a armadura e fornecer resistência à compressão. Quando mais alta a re-

## Tipo de problema estrutural

## Causa

### Deslocamentos e fissuramento

- Armaduras colocadas indevidamente
- Camada de recobrimento do concreto inadequada
- Tensões térmicas diferenciais em alguns pilares parcialmente expostos à intempérie

### Corrosão nas armaduras

- Infiltração no sistema de ancoragem do guarda-corpo
- Alta contaminação por cloretos
- Concreto com baixo Ph

## Qual é a sua especialidade?

**Pisos/Pavimentos, Concreto Projetado, Pinturas, Impermeabilização, Corrosão?**

*Se você deseja contribuir com um artigo para a RECUPERAR, entre em contato conosco.*

**Tel.: (021) 493-6862 Fax: (021) 255-2414**



**ESTE-REESTRUTURA**  
Engenharia de Recuperação e Reforço Estrutural.  
**COM O COMPROMISSO DE RECUPERAR  
E VALORIZAR SEU PATRIMÔNIO.**

Av. Yervant Kissajikian, 260  
CEP: 04657 - São Paulo - Telex: 1131209

**TEL.: (011) 524-5155**

## PERFURA SOLO



**PERFURA SOLO  
S/CLTDA.**

R. HUGO VITOR DA SILVA, 32,  
CEP 04340  
SÃO PAULO-SP

**FONE: (011) 588-1000**

**FAX: (011) 588-2429**



- Estacas Escavadas (0,20 a 1,50m)
- Estacas "PERFURASOLO"
- Aterros Sanitários Domésticos e Industriais:
- Piezômetros
- Drenos
- Poços de Monitoramento
- Poços de Recalque
- Etc.

sistência da estrutura, maior o seu sentido de durabilidade. Dos três corpos de prova retirados da edificação obteve-se a média de 20 MPa para a resistência à compressão. Modernamente, interpreta-se este valor como de baixa durabilidade relativa.

### Análise Petrográfica

Três amostras do concreto, escolhidas aleatoriamente, foram enviadas para análise microscópica em laboratório conceituado, com o objetivo de se avaliar seu conjunto de atributos. Com os resultados, identificou-se microfissuras devido à retração, carbonatação suave até uma profundidade de 13mm, 5% de ar incorporado e uma relação água/cimento entre 0,47 e 0,53.

### Recomendações

Baseado na análise visual realizada e nas informações obtidas a partir dos dados coletados da estrutura, principalmente os referentes à pesquisa do diagnóstico da corrosão e às análises de laboratório, estabeleceu-se que as

peças estruturais da edificação, de uma maneira geral, apresentavam-se em boas condições, muito embora com a performance DURABILIDADE comprometida. Baseado nesta posição, definiu-se a seguinte linha básica de serviços:

- As lajes das varandas que apresentavam deficiência estrutural seriam reforçadas com a técnica do FIBROCARBON-E.
- Otimizar ao máximo o sistema de drenagem das varandas, isto é, ralos e tubos horizontais.
- Executar os trabalhos de recuperação estrutural, baseado nos deslocamentos existentes e nas informações do diagnóstico da corrosão das armaduras, tanto nas lajes das varandas quanto nos pilares sintomáticos.

## CONTROLE TECNOLÓGICO DO CONCRETO

# ALPHAGEOS

GEOLOGIA  
GEOTECNIA E  
COMÉRCIO LTDA.

(011) 7295-6699

Serviço de Atendimento ao Cliente 0800 156 800

Rua João Ferreira de Camargo, 44 - Tamboré - Barueri - SP - CEP 06460-060 - FAX (011) 7295-1656

- Modificar o sistema de ancoragem dos guarda-corpos das varandas de modo a isolá-los das armaduras.
  - Impermeabilizar as varandas com especial atenção para as soleiras das portas.
- Por último, dever-se-ia definir como seria o posicionamento em relação ao processo irreversível de corrosão existente (futuros deslocamentos), evidenciado pelos dados do potencial obtidos e uma decisão de se aplicar proteção catódica



## TECNOLOGIA DE PONTA



A SIKA possui elevado padrão com sistema de tecnologia compatível com as necessidades do Meio Técnico que confere com sua gama de produtos suporte e soluções Técnicas à Engenharia Nacional.



**Sikatop®108 Armatec**  
Revestimento polimérico à base de cimento modificado com agentes inibidores de corrosão, recomendado para proteger as armaduras contra ataques corrosivos causados por carbonatação, ions de cloretos: agentes externos.

**Sikatop®122**  
Argamassa predosada para reparos em geral. Possui fibras minerais que lhe dão altíssima resistência à tração, bem como à Compressão, além de consistência tixotrópica, grande aderência e impermeabilidade. É de fácil manuseio, aplicação e acabamento.



**Sikacem®Gunite 133 / 143**  
Em caso de reforço estrutural de grandes áreas com sistema de reparos por aplicação mecânica. Tratam-se de Argamassas cimentícias poliméricas monocomponentes à base de MICROSÍLICA, especialmente indicados onde as elevadas resistências aos esforços mecânicos e impermeabilidade sejam exigidos.

**Sikadur®32**  
Adesivo epóxi para reparos estruturais de concreto/ argamassa, ancoragens de tirantes e chumbadores. Apresenta elevadas Resistências mecânicas à compressão. Tração na Flexão e Compressão diametral.



CONSULTAS TÉCNICAS!  
Procure nosso Dep. Assistência mais próximo de você!

RJ - Tel. (021) 270-2252  
SP - Tel. (011) 706-5144  
BA - Tel. (071) 594-8433  
GO - Tel. (062) 210-1288  
PE - Tel. (081) 339-2244  
MG - Tel. (031) 334-9337  
RS - Tel. (051) 342-2597  
DF - Tel. (061) 233-7307  
PR - Tel. (041) 254-6942  
SC - Tel. (0473) 22-1203

## Interpretando os potenciais obtidos com a semi-pilha.

Os potenciais de corrosão detectados com a semi-pilha e a análise do teor de cloretos obtidos nas regiões mais danificadas estão apresentados na tabela ao lado. Os números evidenciam uma forte correlação entre os indicadores elétrico/análiticos e a deterioração do concreto.

Valores do potencial de corrosão que apresentem grandes diferenças entre si, obtidos com a semi-pilha, representam um grande indicador da atividade de corrosão, mais até do que quando são obtidos grandes potenciais que apresentem valores próximos. Muito embora os potenciais de corrosão obtidos nas varandas tenham sido baixos, existia um grande diferencial (>250mV) entre leituras sucessivas nas amostras 3 e 4. Das varandas analisadas, esta era a que apresentava a maior diferença entre potenciais obtidos com a semi-pilha, enquanto que nas demais varandas os valores dos cloretos e dos mV negativos eram bastante próximos.

## Resultado dos testes

Amostra nº	Nível testado (cm)	Teor de cloretos (solúveis em água)		Potenciais obtidos com a semi-pilha (volts)
		% por peso de concreto	% por peso de cimento	
1	0 — 2,5	0.085	0.595	-0.161
	2,5 — 5	0.069	0.483	
	5 — 7,5	0.074	0.518	
2	0 — 2,5	0.098	0.686	-0.115
	2,5 — 5	0.074	0.518	
	5 — 7,5	0.091	0.637	
3	0 — 2,5	0.122	0.854	-0.285
	2,5 — 5	0.098	0.686	
	5 — 7,5	0.085	0.595	
4	0 — 2,5	0.008	0.057	-0.026
	2,5 — 5	0.006	0.045	
	5 — 7,5	0.006	0.045	

com pintura energizante (PCPE) de modo a interromper tal processo. Com as informações apresentadas pelo teste com a semi-pilha ficou evidenciado que a extensão da corrosão não era

generalizada e que o PH estava no limite de tolerância, além de uma leve carbonatação. O problema residia na grande contaminação do concreto pelos cloretos.

Uma vez que o cliente exigia uma garantia de durabilidade da obra, optou-se por dois caminhos a serem percorridos. Aplicar PCPE nas regiões com maior potencial de corrosão de modo a



**Tecnosolo s.a.**

TEL.: (011) 574-8622  
FAX: (011) 570-1130

R. MACHADO BITTENCOURT, 92 - CEP 04044-000

- TIRANTES E CORTINAS ATIRANTADAS
- ESTACAS-RAIZ E INJETADAS
- INJEÇÕES DE CIMENTO E PRODUTOS QUÍMICOS
- SONDAgens E PROVAS DE CARGA
- INSTRUMENTAÇÃO E CONTROLE TECNOLÓGICO
- RECUPERAÇÃO DE ESTRUTURAS E REFORÇO DE FUNDAÇÕES
- CONCRETO PROJETADO E ENFILAGENS
- DRENOS E REBAIXAMENTO DE LENÇOL FREÁTICO
- JET GROUTING E MICROANCORAGENS



**MÁXIMO  
engenharia**


Mais de 30 anos de experiência  
no mercado nacional de engenharia

CONCRETO PROJETADO  
RECUPERAÇÃO E REFORÇO DE ESTRUTURAS  
TRATAMENTO DE CONCRETO APARENTE  
CONTENÇÃO DE ENCOSTAS  
FUROS EM CONCRETO ATÉ 16"  
DEMAIS SERVIÇOS ESPECIAIS

MÁXIMO MARTINS DA CRUZ ENGENHARIA E COMÉRCIO LTDA.

PABX: (011) 813-5999  
FAX: (011) 212-4505  
TELEX: (11) 80689

interromper o processo e aplicar um inibidor de corrosão nas áreas com baixo potencial. As regiões tratadas com inibidor de corrosão deveriam ser monitoradas após um prazo de dois anos, com a semi-pilha, de modo a se verificar a continuidade do processo. Caso se confirme essa continuidade, dever-se-á estender a PCPE às áreas tratadas com o inibidor.

Maiores informações risque o nº 135 no fax consulta. 

#### Referências:

Bulletin of ICRI

## MAIS INFORMAÇÕES? LIGUE RECUPERAR SERVIÇOS ON LINE

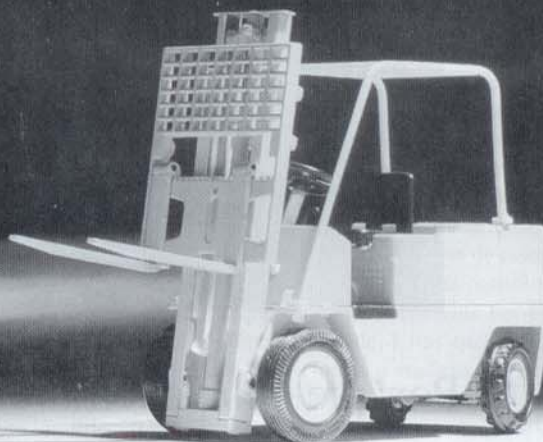
TEL.: (021) 493-6862

RAMAL: 204

FAX: (021) 255-2414

RUA CORREIA DE ARAUJO, 180  
BARRA DA TIJUCA - RIO DE JANEIRO - RJ  
CEP 22.611-060

## Piso sem poeira?



## CCC-100 nele

A silicatização de pisos comerciais e industriais deixa-os extremamente duros, eliminando a poeira e acrescentando alta resistência. Durabilidade garantida.

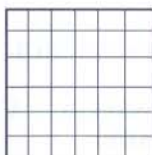
- Corte os custos periódicos de manutenção
- Elimine aquelas marcas dos pneus das empilhadeiras
- CCC-100 é à base d'água
- Ideal para aplicação após a execução do piso e para pisos antigos
- Impede qualquer tipo de risco no piso
- É protetor penetrante, logo não faz película
- 10 anos de garantia

FAX CONSULTA Nº 139

# PISOS DE CONCRETO SOBRE BARREIRAS AO VAPOR

O concreto deverá ser lançado diretamente sobre a lona de polietileno que serve de barreira ao vapor?

**Carlos de Carvalho Rocha**



Engenheiros, arquitetos e técnicos especializados em pisos industriais costumam especificar a lona de polietileno para separar o terreno (sub-leito) do piso de concreto a ser executado. No entanto, este posicionamento é muito questionado. De fato, muitos projetistas especificam um colchão de areia ou de material granular sobre a barreira ao vapor. Por outro lado, há também os que insistem que o concreto do piso seja colocado diretamente sobre a barreira ao vapor. Verdade é que deverão ser analisados

com muito cuidado os efeitos do posicionamento da barreira ao vapor no desempenho do piso de concreto.

## **Por que usar a barreira ao vapor?**

A lona de polietileno, que tradicionalmente é usada como barreira ao vapor, anula ou minimiza a penetração de umidade através do piso de concreto que está em contato com um terreno (sub-leito) molhado ou úmido, em função das variações prejudiciais do lençol freático.

*A barreira ao vapor também é usada para proteger materiais de acabamento nobre usados no piso, além de equipamentos eletrônicos, impedindo a umidade que vem para cima, proveniente do terreno.*

A barreira ao vapor também é usada para proteger materiais de acabamento nobre usados no piso, além de equipamentos eletrônicos, impedindo a umidade que vem para cima, proveniente do terreno. Recentemente concluiu-se que a barreira ao vapor também é eficiente para impedir a penetração do gás radom.

O “guia para construção de pisos e lajes de concreto” do comitê 303 do American Concrete Institute (ACI), sugere que a barreira ao vapor pode não ser necessária quando houver solos sem nenhuma presença d’água ou para regiões onde não haja qualquer tipo de irrigação. Fato é que diversos projetistas sempre usam a lona de polietileno como barreira ao vapor já que é barata, fácil de instalar e, o mais importante, previne contra os sérios problemas oriundos da umidade que são bastante difíceis de serem corrigidos após o seu surgimento.



Ao fundo e na frente nota-se a técnica de concretagem do piso em faixas. Aqui, a lona de polietileno é colocada sobre o colchão de material granular (brita corrida). O uso da tela eletrosoldada para o combate aos efeitos da retração já foi ultrapassada pelo uso das fibras sintéticas. Durante a concretagem, o pessoal pisa na tela, desnivelando-a, e nos “caranguejos”, perfurando-se a lona.

**Técnicas e produtos de recuperação do mundo inteiro você encontra aqui.**

assine

**RECUPERAR**

**(021) 493-6862**



### O desempenho da barreira ao vapor

A Portland Cement Association (PCA) desenvolveu testes específicos de migração de umidade através de pisos de concreto, com relação água/cimento igual 0,70, assentados em um sub-leito molhado e essencialmente argiloso. Os testes foram executados com e sem barreira ao vapor e também com e sem colchão de material granular, que serviria como interruptor do processo de capilaridade. Como barreira ao vapor foi utilizada uma lona de polietileno com 0,10mm de espessura.

Como evidenciamos no quadro da página 31, a lona de polietileno utilizada como barreira ao vapor diminuiu o fluxo de água e umidade que adentrava através do piso de concreto proveniente do sub-leito. Após dois meses de testes, o fluxo de umidade, através do piso de concreto sem barreira ao vapor, era três vezes mais alto que o piso com barreira. Os testes evidenciaram também que usando-se um colchão de material granular, reduz-se a passagem de água e umidade no piso de concreto, mesmo não utilizando barreira ao vapor. Fato é que, aplicando-se um colchão de areia sobre uma barreira ao vapor (lona de polietileno), efetivamente, reduz-se de forma significativa o movimento da água através do piso de concreto.

### Propriedades da barreira ao vapor

#### Métodos de aplicação

A lona de polietileno, com espessuras de 0,10 a 0,15mm, é o material mais comumente usado como barreira ao vapor. Sua instalação é feita sobre um colchão de areia ou diretamente sobre o sub-leito.

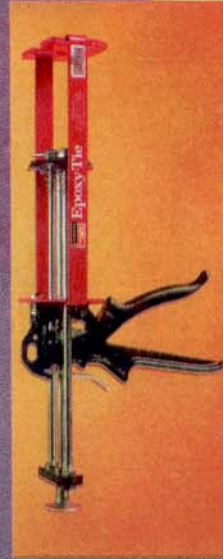
Alguns projetistas recomendam usar uma lona de polietileno com maior espessura, principalmente quando assentado sobre um colchão de pó de pedra ou pedra nº 0. Outros projetistas optam por aplicar mantas asfálticas. Obviamente, materiais com maior espessura resistem mais ao efeitos de puncionamento e perfuração na lona, proveniente do tráfego dos operários.

De qualquer modo, indiferente à espessura utilizada, as juntas da lona deverão ser bem vedadas, de modo a evitar a penetração de umidade por ali. Como sugestão, recomendamos calafetar as juntas com um mastique apropriado, ao sobrepor uma borda sobre a outra.

A ACI 302 recomenda aplicar um colchão de material granular com 8 centímetros sobre a lona de polietileno, antes do lançamento do concreto. No mercado norte americano, no entanto, é comum engenheiros e arquitetos utilizarem um colchão de brita com espessura de 2 a 3 centímetros sobre a barreira ao vapor, alegando que a camada de 8 centímetros, mesmo compactada, poderá ser facilmente removida antes e/ou durante a concretagem, misturando-se ao concreto e até alterando a espessura final do piso. Ambos os efeitos poderão gerar um piso com resistência comprometida.

Algumas empresas utilizam lonas com 1mm de espessura e, a seguir, lançam um colchão de pó de pedra com 3 a 4 centímetros

# CARTUCHOS DUPLOS PARA QUALQUER TIPO DE INJEÇÃO



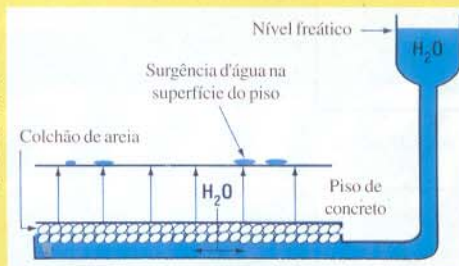
Injete epóxi, polisulfetos, poliuretanos além de mastiques com o mais moderno sistema de injeção para dois componentes. Dispomos de cartuchos duplos para todo tipo de volume e relação de mistura, além de pistolas manuais e pneumáticas.

## COMO A UMIDADE SOBE ATRAVÉS DO CONCRETO

A água ou o vapor d'água pode subir através dos capilares do concreto por uma ou pela combinação de três situações.

### Fluxo hidrostático

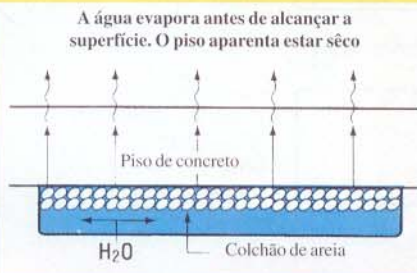
Se o piso de concreto está situado abaixo do lençol freático poderá haver surgência d'água no piso. Num piso de concreto saturado, a força que viabilizará aparecer um fluxo d'água à superfície dependerá da diferença de altura entre o piso e o lençol freático, da espessura da laje e do tamanho/continuidade dos capilares.



### Ação Capilar

Mesmo que não haja fluxo hidrostático, o simples contato da água com a superfície inferior do piso fará com que a mesma suba, através do concreto, por ação capilar. A distância entre estas forças capilares, que assessorá a água através do concreto, dependerá do tamanho e da continuidade dos capilares. Uma vez próxima à superfície, a água evaporará para a atmosfera, antes que se torne visível. A taxa de evaporação dependerá da umidade relativa nos capilares próximo à superfície que, por sua vez, dependerá da umidade relativa acima do piso.

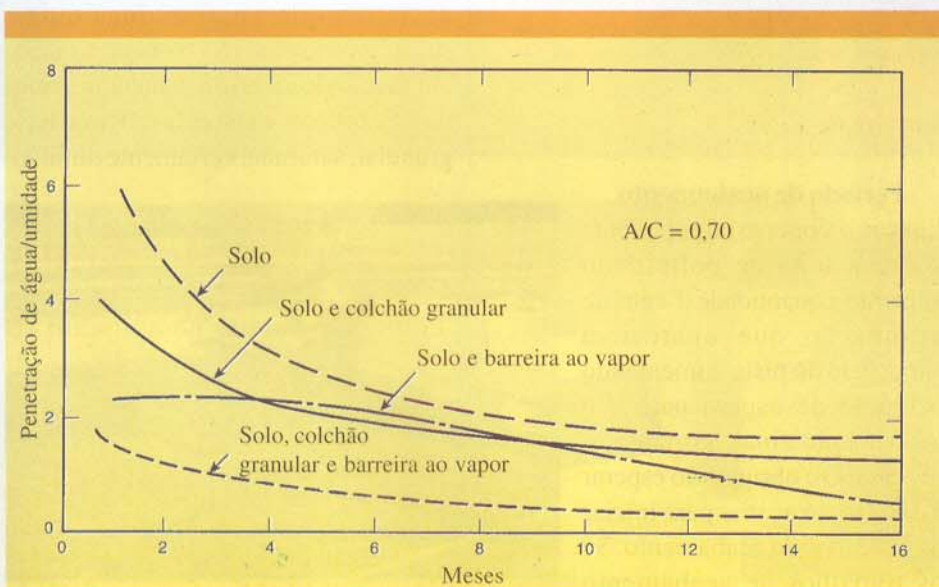
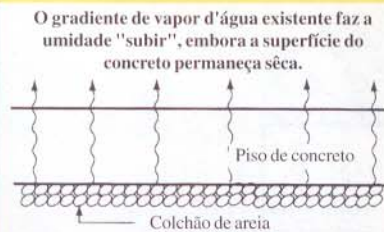
A menos que a umidade relativa do ar, acima do piso, esteja próximo de 100%, sua superfície aparentará seca, motivada pela evaporação, mesmo considerando que, de forma contínua, grandes quantidades de umidade estejam passando através do piso.



### Transmissão de Vapor

Mesmo que a água, na forma líquida, não esteja em contato com a região inferior do piso, o vapor d'água poderá subir pelos capilares do concreto.

Este mecanismo é um processo de difusão freqüentemente chamado "transmissão de vapor". Se existir uma alta concentração de vapor d'água (umidade relativa alta) na região inferior do piso, maior do que na atmosfera acima, teremos, por seus capilares, uma corrente de umidade através do piso. Este movimento será contínuo até o momento em que a concentração do vapor d'água existente no ar, acima do piso, se iguale à concentração abaixo do mesmo. Freqüentemente se observa este fenômeno quando levantamos um tapete de borracha liso, bem apoiado em pisos de concreto. O piso sob o tapete, normalmente apresenta-se escurecido e úmido, muito embora o piso, no contorno, esteja seco.



A barreira ao vapor é bastante efetiva em prevenir a entrada d'água no piso de concreto. Combinando-se com um colchão de material granular, promove-se a maior e mais efetiva ação contra a penetração d'água ou umidade.

de espessura. Justificam que o colchão de pó de pedra suporta melhor o tráfego do pessoal, além dos equipamentos.

Além disso, estas empresas adicionam um fino colchão de areia de 2 a 3 centímetros sob a lona de polietileno, no sentido de evitar que a movimentação do colchão de pó de pedra pelo trabalho de retração/contração do piso de concreto possa afetar a barreira ao vapor.

Apesar da norma ACI 302 recomendar a utilização de um colchão de areia sobre a barreira ao vapor, diversas empresas lançam o concreto diretamente sobre a lona de polietileno. Desta forma de trabalhar decorre um fato bastante corriqueiro durante a execução do piso. O pessoal, durante a fase de acabamento, perfura a lona plástica propositamente com a colher de modo a reduzir a ascensão da água de exsudação, permitindo que o concreto inicie o processo de cura mais rapidamente. Logo, se a barreira ao vapor não puder ser perfurada, é necessário que haja uma rigorosa fiscalização. Por outro lado, se a lona plástica for colocada apenas para reduzir a fricção do piso sobre o sub-leito, sua perfuração será permitida.

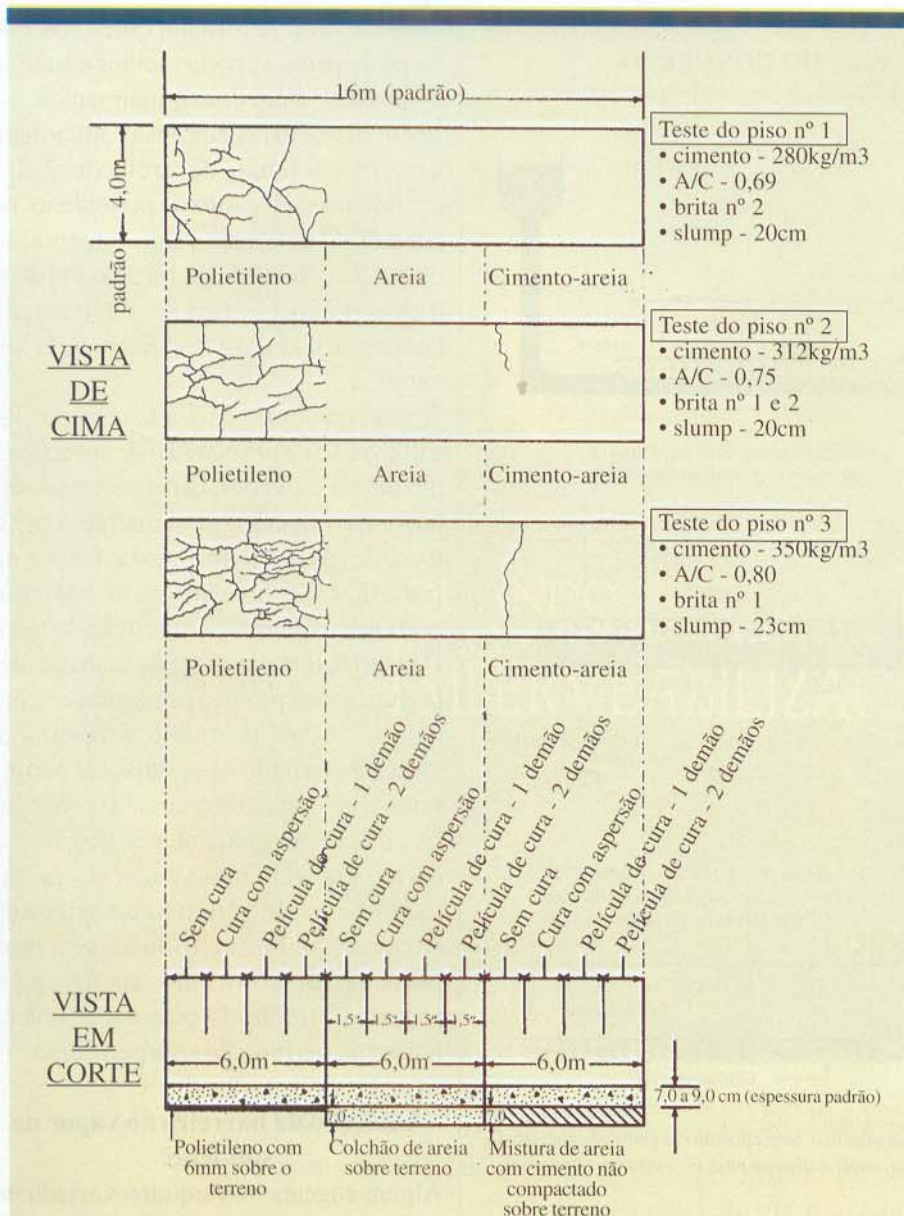
### A fricção da barreira ao vapor no sub-leito.

Alguns engenheiros/arquitetos acreditam que assentando-se o piso de concreto diretamente sobre a barreira ao vapor reduz-se a fricção no sub-leito. Reduzindo-se a fricção entre o piso de concreto e o sub-leito, permite-se que ocorra maior retração por contração, devido ao favorecimento do movimento da placa, diminuindo-se substancialmente a formação de fissuras. Na verdade, por estudos executados,

Você encontra uma verdadeira  
 acessoria técnica para o seu  
 problema, em sua construção.

Assine

**RECUPERAR**  
 (021) 493-6862



Um piso de concreto lançado diretamente sobre a lona de polietileno fissa e trinca, ao passo que sobre um colchão de areia não ocorrem estes fatos. Três diferentes pisos, com 4 condições de cura para cada um, são apresentados acima.

provou-se que a fricção com o sub-leito não acarreta influências significativas no movimento de placas curtas, quando submetidas a mudanças importantes de temperatura e umidade.

### A barreira ao vapor e os efeitos no concreto

A lona de polietileno pode afetar o comportamento do piso alterando, de forma significativa, o tempo de acabamento, o fissuramento e a resistência. Desta forma, achamos interessante que o profissional ou a empresa entenda como as propriedades do piso de concreto poderão ser afetadas pela

barreira ao vapor.

### Período de acabamento

Lançar o concreto diretamente sobre a lona de polietileno aumenta a quantidade de água de exsudação que aparece à superfície do piso, aumentando o tempo de espera para a o acabamento final. Portanto, é necessário e obrigatório esperar a exsudação acabar para iniciar os trabalhos de acabamento. Se os trabalhos de acabamento forem iniciados enquanto a água ainda exsuda, certamente ter-se-

á uma superfície comprometida e isto é grave, em se tratando de um piso. Logo, lançar o concreto diretamente sobre a barreira ao vapor aumenta o período de acabamento e as chances de se ter uma superfície comprometida. A ACI 302, para este método de trabalho, afirma que há um agravamento do estado de fissuração devido à retração plástica. O teste do PCA também evidencia, para este método de trabalho, uma grande e prematura exsudação. Fato é que, há uma evaporação em maior escala da água de amassamento com o uso da lona. Ao contrário, quando não se usa este isolamento, perde-se água de amassamento em direção ao sub-leito reduzindo, de forma significativa, a quantidade de água que vai à superfície.

### Fissuramento

Estudou-se os efeitos do fissuramento com a barreira ao vapor, lançando-se o concreto diretamente sobre a lona de polietileno, depois sobre um colchão de areia com 8 centímetros de espessura ausente de barreira ao vapor e, finalmente, sobre um colchão de cimento e areia com a mesma medida do anterior. Os resultados, apresentados no quadro ao lado, foram bastante expressivos, pelo fato de que ocorreu intenso fissuramento no concreto lançado sobre o polietileno, ao passo que para as duas outras situações este efeito foi bastante reduzido em função do efeito drenante/absorvente dos colchões existentes. Uma base granular, saturada, certamente diminui-



O uso de tela eletrosoldada não é recomendada em função dos benefícios oferecidos pela fibra sintética (ver RECUPERAR nº 7). Repare que o posicionamento original para combater o fissuramento foi alterado, além de proceder à perfuração da lona pelos "caranguejos".



A colocação da lona deve ser cuidadosa. Se possível, sob os apoios em que serão colocadas as barras de transferência, poderá ser colocado algum dispositivo protetor para não permitir a perfuração da lona durante a concretagem.

rá o processo de perda d'água do piso recém lançado.

### Resistência

Para as três situações apresentadas acima, extraíram-se corpos de prova, avaliando-se a resistência à compressão desses concretos assim executados. O piso de concreto feito sobre o colchão granular apresentou resistências 30% maiores que o assentado sobre a manta de polietileno. Há uma publicação interessante da PCA sugerindo que se utilize menos água de amassamento quando for utilizado o polietileno diretamente sob o piso. Com o lançamento do concreto diretamente sobre a base granular há um abaixamento da relação água/cimento e, conseqüentemente, um aumento em sua resistência. Faz sentido, portanto, a redução do fator água/cimento quando for utilizada a barreira ao vapor.

Por extrapolação, deduz-se que as diferenças na resistência e no surgimento do fissuramento deverão ser menos significativas quando se utilizar concretos com baixos fatores água/cimento. Diversos pesquisadores sugerem que o concreto deve ser assentado diretamente

sobre a lona de polietileno e feito o mesmo tratamento em sua superfície, de modo a minimizar a perda d'água, promovendo-se intensamente a hidratação do cimento. De um modo geral, para uma relação água/cimento teórica de 0,42, existirá água suficiente para hidratar todo o cimento. Lançando-se um concreto com fator A/C menor que 0,42, a perda d'água em direção ao colchão de areia poderá ser significativa.

É bastante comum, no entanto, executarem-se pisos de concreto com fator A/C variando entre 0,45 e 0,55.

### O empenamento do piso e a barreira ao vapor

A ACI 302 orienta que o lançamento do piso diretamente sobre a barreira ao vapor aumenta os efeitos de empenamento entre placas, já que sua região inferior não perde umidade, ao contrário da superfície que perde água e retrai, ocorrendo o empenamento. O lançamento do piso diretamente sobre um colchão granular reduz o efeito do empenamento pelo fato de minimizar o diferencial de umidade entre a região inferior do piso e a sua superfície. Esta asserção é particularmente interessante para determinadas regiões. De fato, o colchão de material granular funciona como dreno, distribuindo de maneira uniforme a água que desce. Embora este fato possa causar uma situação de inchamento generalizado em solos expansivos, promovendo um leve levantamento do piso, provou-se que o efeito diferencial é menor.

### A barreira ao vapor deve ficar em contato com o concreto?

Pelo fato dos métodos de acabamento e conseqüentes propriedades do piso terem maior efeito em sua performance do que

a questão do posicionamento da barreira ao vapor, há uma certa diferença de opiniões entre os profissionais do setor para o que seria a posição correta da lona de polietileno.

Diante do exposto, acreditamos que, para pisos cobertos, o posicionamento da barreira ao vapor não será fundamental desde que se use um concreto de alta qualidade (basicamente os oferecidos por concreteiras) com baixa quantidade d'água, uma relação A/C reduzida e um acabamento correto seguido de uma cura adequada. Nestas condições, a performance do piso de concreto será a mes-



O intenso tráfego de operários durante o lançamento do concreto aniquila a "eficiência" da tela eletrosoldada perfurando, inclusive a lona plástica.

ma, não importando se o piso e a lona de polietileno estão separados por um colchão de areia.

Para pisos de concreto com altas quantidades d'água e relação A/C é prudente lançar mão de um colchão de areia diretamente sob o mesmo, já que aumenta a velocidade dos trabalhos de acabamento e a resistência, reduzindo a possibilidade da surgência de problemas de acabamento e empenamento. ¶

### Referências

1. ACI Committee 302, "Guide for Concrete Floor and Slab Construction," ACI 302. 1R-89, American Concrete Institute.
2. H.W. Brewer, "Moisture Migration — Concrete Slab-on-ground Construction," Bulletin D89, Portland Cement Association.
3. Robert F. Ytterberg, "Shrinkage and Curling of Slabs on Grade," Part 3 of 3, Concrete International, American Concrete Institute.