

## **CORROSÃO INDUZIDA MICROBIOLOGICAMENTE**

**Processo de corrosão, métodos de desenho para diminuir a geração de ácido sulfídrico (H<sub>2</sub>S) e sistemas de proteção contra a corrosão produzida pelo ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)**





## O processo da Corrosão Induzida Microbiologicamente (MIC)

A Corrosão Induzida Microbiologicamente (Microbiological Induced Corrosion –MIC-) foi descrita pela primeira vez por Parker em 1945 no “Diário Australiano de Biologia Experimental e Ciência Médica”.

O ácido sulfídrico ( $H_2S$ ) é um gás produzido naturalmente nas águas que contêm matéria orgânica com sulfatos ou outros compostos de enxofre quando a concentração de oxigênio dissoluto é inferior a 0.1 mg/l. Isto acontece nas águas fecais das redes de saneamento com tempos de retenção longos, especialmente águas abaixo, e nas águas estancadas. Nestas condições as bactérias anaeróbias presentes tanto nas águas residuais como nas superfícies inferiores submergidas dos sistemas de saneamento produzem  $H_2S$  na sua digestão. Uma fração do gás  $H_2S$  produzido passa das águas residuais na atmosfera do sistema de saneamento, especialmente nos pontos da rede onde se produzem turbulências (poços de registro, notadamente naqueles com acometidas ou viradas na direção do fluxo; pontos onde acontecem modificações da pendente; pontos onde tem pulos das águas residuais; conexões entre redes secundárias e principais; estações de boleio...).

Uma vez que o gás  $H_2S$  passou das águas residuais para a atmosfera do sistema de saneamento, este se estende ao redor da zona onde foi liberado, afetando geralmente uma longitude entre os 7.5 e os 15 m de ambos lados da zona de liberação. As infra-estruturas de concreto nas estações de tratamento de águas fecais são também geralmente afetadas seriamente. O  $H_2S$  é um gás mais pesado do que o ar e por causa disso uma vez gerado fica nas redes de saneamento; isto implica que quando é possível detectar á superfície o fedor característico do  $H_2S$ , os níveis deste gás no interior da rede são muito altos.

Na atualidade, a combinação duma densidade de população muito alta e crescente nas cidades e as políticas de economia no consumo da água têm por conseqüência as águas residuais mais concentradas e corrosivas da história. Isto leva a taxas de geração de  $H_2S$  muito altas tanto nas redes de saneamento como nas estações de tratamento das águas residuais.

Quando as estruturas de concreto nos sistemas de saneamento ou nas estações de águas residuais são novas, o pH do concreto é muito básico, com um valor típico entre 11 e 12. Isto é devido à geração de hidróxido de cálcio [ $Ca(OH)_2$ ] no processo de hidratação do cimento portland (até o 25% do volume do concreto). Nestas condições de pH nenhuma bactéria pode sobreviver sob a superfície do concreto. Contudo, o dióxido de carbono ( $CO_2$ ) e o ácido sulfídrico ( $H_2S$ ), ácidos “suaves”, reduzem aos poucos o pH da superfície de concreto exposta a eles.

Quando o pH da superfície do concreto cai embaixo de 9, as colônias de bactérias começam crescer sob ele. Em consideração ao tema que é tratado neste documento a variedade mais interessante de bactérias é a família Thiobacillus. Os Thiobacillus são uma família de bactérias que usam o  $H_2S$  nos seus processos digestivos, convertendo este gás em ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ). Quanto isto começa acontecer, o pH do concreto começa a cair dum modo muito mais rápido. Uma vez iniciada a corrosão MIC, os Thiobacillus mantêm uma concentração de  $H_2SO_4$

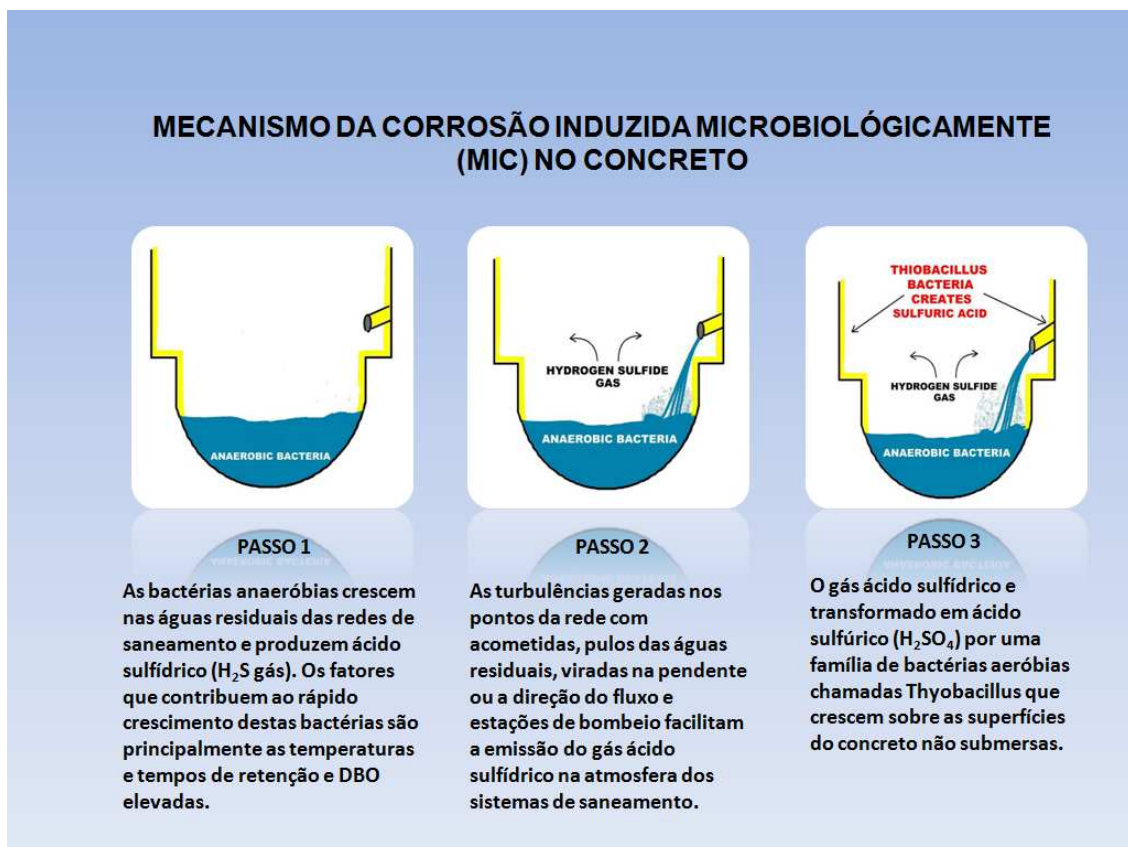


Thiobacillus

entre o 5 e o 10% sob as superfícies de concreto não submersas. Quando o pH do concreto desce embaixo de 1.25 o  $H_2SO_4$  começa a corroer a matriz do concreto. Alguns tipos de *Thyobacillus* podem viver em condições de pH inferiores a 0.5.

O ácido sulfúrico reage com o hidróxido de cálcio [ $Ca(OH)_2$ ] da matriz do concreto e produz uma pasta de gesso (sulfato de cálcio  $-CaSO_4$ ), um material com propriedades mecânicas fracas. Paradoxalmente, o gesso produzido serve de proteção ao concreto sano que fica debaixo dele: o novo  $H_2SO_4$  produzido pela colônia de *Thyobacillus* escorrega pelas paredes internas cobertas de gesso. Contudo, o fluxo das águas residuais não é constante, nem diária nem estacionalmente. A consequência disto é que a área entre as cotas máxima e mínima do fluxo é normalmente a área mais afetada. De qualquer jeito, enquanto os sistemas de saneamento devem ter uma manutenção que inclui a lavagem com jatos de água à pressão, o gesso gerado é periodicamente eliminado das paredes de concreto, expondo o concreto sano a novo  $H_2SO_4$  e assim a corrosão continua o seu progresso.

O resultado de todo o processo descrito anteriormente é que as infra-estruturas de concreto das redes de saneamento e estações de águas residuais, naqueles pontos onde as emissões de  $H_2S$  são importantes, podem ficar seriamente deterioradas num período relativamente curto (muitas vezes menos de dez anos). Esta situação leva a muitos engenheiros e entidades gestoras das águas que já experimentaram este problema, a substituir os elementos de concreto por elementos de outros materiais inertes ou dotar o concreto de diversos tipos de capas protetoras naquelas áreas onde esperam fortes emissões de  $H_2S$ .



Quando é feita uma inspeção de TV numa rede de saneamento que sofre da correção MIC, o deterioro do concreto pode parecer moderado. Normalmente, a ordem de magnitude da espessura do concreto eliminado é de milímetros ou centímetros. Contudo, deve ser avaliado o impacto da perda de espessura do concreto onde o recobrimento das armaduras é limitado.

O recobrimento das armaduras é uma questão fundamental para a durabilidade do concreto armado, especialmente na presença da água (sejam das próprias águas residuais ou da água condensada nas paredes de concreto não submersas), porque a água atua como veículo para os agentes químicos que atacam as armaduras, acelerando o processo de degradação. A perda de recobrimento nos tubos e poços de concreto, limitada por causa da sua morfologia (dos 20 aos 25 mm, normalmente) implica um progresso mais rápido de outras patologias no concreto, como a carbonatação ou o ataque por cloretos.



*Neste tubo de concreto pode-se observar uma degradação leve devida a corrosão MIC. Num tubo médio ou grande a perda de 5 a 10 mm de concreto pode parecer aceitável numa inspeção de TV, mas, no entanto pode acarretar um deterioro acelerado das armaduras interiores por causa de outras patologias conseqüentes*

Porém tendo conhecimento da corrosão MIC desde 1945, muitas instruções não conhecem a repercussão real deste problema nas redes de saneamento. Um exemplo interessante da importância deste problema pode ser encontrado no “Informe de Necessidades da Associação para a Proteção do Meio Ambiente dos Estados Unidos da América” de 1992. Neste informe é declarado que 2750 km de sistemas de saneamento de concreto precisavam ser substituídos nesta época por causa da corrosão MIC na área metropolitana do Huston.

ConShield não tem dados sob a importância ou a porcentagem de infra-estruturas de concreto afetadas pela corrosão MIC no Brasil, mas a experiência da companhia, com mais de 15 anos operando em todo o subcontinente norte-americano e outros lugares do mundo, é que este tipo de corrosão é uma problemática global.



*Poço de concreto muito afetado pela corrosão MIC: após a eliminação do gesso que recobre as paredes interiores dá para ver que a corrosão eliminou todo o revestimento e as armaduras ficaram expostas. O ácido sulfúrico corroeu tanto concreto como aço.*

## Procedimentos de desenho para o controle da formação do ácido sulfídrico e da Corrosão Induzida Microbiologicamente (MIC)

A geração de H<sub>2</sub>S nos sistemas de saneamento é um acontecimento indesejável. Isto não é assim só por causa da corrosão MIC: o H<sub>2</sub>S é um gás muito tóxico, que pode inclusive causar a morte do pessoal de manutenção quando a sua concentração é muito alta. Além disso, o odor característico desse gás (tipo ovo apodrecido) pode ser demasiado incômodo para os cidadãos.

### Software para a predição e desenho frente a corrosão MIC

Existem programas informáticos para a predição das taxas de geração de H<sub>2</sub>S e o desenho de estruturas de concreto armado que sofram à ação da corrosão MIC. Os mais interessantes são “HS”, da *American Concrete Pipe Association* e “Suldie Works”, de *Micro CorpSystems*. Estes programas podem ser usados para obter medidas de desenho adequadas frente à corrosão MIC, tanto para novos projetos como para a planificação da manutenção de uma estrutura existente submetida a este problema. Também podem ser úteis nos projetos de reabilitação.

“Sulfide Works” pode trabalhar tanto com tubos cheios quanto com tubos parcialmente cheios. Isto é importante, porque a geração de H<sub>2</sub>S nas acometidas forçadas e nos sifões tem uma especial importância, porque o oxigênio nestes tramos onde o sistema não tem atmosfera é menor ainda, e a quantidade de H<sub>2</sub>S produzida é ainda maior. Além disso, as turbulências da descarga na rede provocam uma grande emissão do H<sub>2</sub>S gerado.

Ao trabalhar no desenho das infra-estruturas de concreto submetidas a corrosão MIC é importante ter consciência dos custos de operação, manutenção e substituição, que podem ser maiores ainda do que os custos iniciais, e causar interrupções muito incômodas para os cidadãos usuários das infra-estruturas que ficarem sob o sistema mantido ou substituído.

Os programas informáticos mencionados têm por base o modelo de Pomeroy-Parkhurst (Manual de prática Nº 69 da ASCE – Sociedade Norte-americana de Engenheiros Civis-). Este modelo tem sido usado extensivamente nas últimas décadas, tendo sido provada a sua validade. Pode ser também utilizado para prever o deterioro das estruturas de concreto armado já construídas e em uso, antes do deterioro chegar a ser grave e ameaçar a integridade estrutural.

### Métodos de Desenho para reduzir a formação de H<sub>2</sub>S

A experiência acumulada desde 1945 tem permitido o desenvolvimento de uma série de métodos e práticas para o controle e redução da geração de H<sub>2</sub>S nos sistemas de saneamento:

- Limitação do uso dos sistemas de circuito fechado, nos quais os tubos operam completamente cheios (acometidas forçadas, sifões, cloacas saturadas...)
- Medidas de desenho que garantam, se é possível, velocidades das águas residuais suficientes para prevenir a formação de acumulação dos sólidos que carregam estas, notadamente matéria orgânica nas condições de mínimo fluxo.

- Medidas de desenho que dotem o sistema de velocidades suficientes, tanto nas redes principais quanto nas secundárias, para gerar uma reposição suficiente do oxigênio consumido pelas bactérias aeróbias, evitando a geração de H<sub>2</sub>S.
- Eliminação das fontes industriais e sépticas de descarga direta de H<sub>2</sub>S na rede.
- Redução ao mínimo da acumulação de sólidos nas estações de tratamento das águas residuais nos pontos onde as condições das águas possam vir a ser anaeróbias e sépticas.
- Medidas de atuação sob o balanço de oxigênio das águas residuais para oxidar o H<sub>2</sub>S produzido antes de este passar para a atmosfera do sistema de saneamento ou para a estação de tratamento de águas residuais e prevenir a formação de novo H<sub>2</sub>S. Isto é conseguido mediante a injeção de oxigênio ou ozônio nas acometidas forçadas, sifões inversos e águas acima dos pulos de águas residuais e acometidas das redes secundárias nas principais.
- Adição de substâncias químicas que reagem com o H<sub>2</sub>S causando a sua precipitação: cloração, adição de peróxido de hidrogeno e/ou sal de ferro ou zinco, hidróxido de sódio, permanganato de potássio, nitrato de sódio...
- Adição de culturas de bactérias e enzimas.

As medidas escolhidas devem ser aplicadas de modo contínuo e têm um custo elevado ao longo da vida do sistema.



## Métodos de Desenho para a Proteção das Estruturas de Concreto Armado submetidas à Corrosão Induzida Microbiologicamente

Desde o momento em que começou a existir constância da corrosão MIC até hoje, os engenheiros têm utilizado as seguintes alternativas de desenho:

- Tubos, poços e estruturas de concreto armado desenhadas com o método “A-z”. O nome deste método vem das suas siglas em inglês: “A” para Alcalinidade e “z” para recobrimento das armaduras.

A alcalinidade do concreto é conseguida não só pelo hidróxido de cálcio que aparece com a hidratação do cimento portland; o uso de agregados calcários representa a principal contribuição em termos de alcalinidade. Depois de que os níveis de geração de  $H_2S$  e  $H_2SO_4$  tenham sido preditos mediante o uso do modelo de Pomeroy-Parkhurst, é possível conhecer a predição do deterioro que o concreto sofrerá anualmente por causa da corrosão MIC.

Enquanto ao recobrimento, o concreto deve ser dotado dum recobrimento extra: aquela espessura de concreto que vai ser corroída pelo  $H_2SO_4$  ao longo da sua vida em serviço. Assim, o recobrimento mínimo exigido pela normativa (geralmente dos 20 aos 25 mm) ficará protegendo as armaduras ao longo de toda vida útil do sistema.

Mesmo existindo a possibilidade de predizer de forma satisfatória a taxa anual do deterioro do concreto (preferivelmente mediante o uso de um dos programas informáticos mencionados antes; o cálculo manual é muito elaborado), este método apresenta algumas desvantagens:

- A recopilação dos dados necessários sobre as características físicas e químicas das águas residuais precisa dum nível de detalhe suficiente, incrementando a carga de trabalho do projeto.
- O recobrimento adicional incrementa a quantia de aço necessária para a armadura interior: não só aumenta o diâmetro dos anéis da armadura interna, também o diâmetro das barras de aço, porque o braço mecânico é aumentado.
- Si a análise é bem feita, com uma boa predição das situações futuras da rede (incremento de águas residuais no transcurso do tempo, por exemplo), o momento em que o recobrimento das armaduras se torna insuficiente é predito corretamente, porém a vida útil do sistema fica limitada, mesmo que possa ser reabilitado.
- Uso de concreto tratado com **aditivos bactericidas** que inibem o crescimento das bactérias *Thyobacillus* nas paredes por cima do nível das águas residuais das estruturas de concreto submetidas ao  $H_2S$ . **Com este método a corrosão MIC nunca acontecerá independentemente da taxa de geração de gás  $H_2S$  que exista.**
- Pinturas de poliuretano ou resinas epóxi. Na teoria estas barreiras inertes dotam ao concreto da proteção que o concreto precisa. Porém, além de serem muito caras, tanto pelo seu preço quando pelo custo da sua aplicação, têm uma vida útil muito limitada: podem sofrer erosão por causa das areias ou sólidos carregados pelas águas residuais, desprender-se do concreto ou delaminar-se. Enquanto existir uma pequena

descontinuidade entre o concreto e a barreira, a corrosão MIC começa a produzir-se entre ambos.

- Uso de “liners” de materiais plásticos. A idéia é a mesma que no caso anterior: uma capa inerte ao ácido sulfúrico protege o concreto. Novamente, o uso deste sistema incrementa sensivelmente o custo final do sistema: os próprios “liners” são caros e, além disso, todas as conexões entre tubos devem ser cuidadosamente soldadas na obra e submetidas a ensaios para garantir uma boa proteção. Uma instalação ruim ou uma diferença significativa entre a temperatura de produção e a temperatura de operação pode supor a aparição de pequenos buracos ou fissuras. Do mesmo modo que no ponto anterior, uma vez que exista uma entrada para o H<sub>2</sub>S e as bactérias, a corrosão MIC começa a acontecer entre a capa de proteção e o concreto, separando-os.
- Uso de materiais inertes ao ácido sulfúrico: tubos e elementos de poços de plástico ou cerâmicos.
  - Os tubos e poços de plástico dizem-se inertes à corrosão MIC. Isto não é estritamente certo: existem materiais plásticos que podem ser atacados por alguns microorganismos, que causam corrosão neles. Um exemplo é o ataque sofrido pelos elementos de fibra de vidro, causado por alguns tipos de fungos [1]. As espécies mais nocivas foram identificadas como *Aspergillus Versicolory* e uma espécie de *Chaetomium*, ambas comuns em ambientes naturais. Além disto, a dependência dos tubos e poços de plástico da qualidade e compactação do terreno envolvente e o fenômeno de fluência, que decrementa as propriedades mecânicas do material com o transcurso do tempo, limitam a vida destes sistemas a uns 50 anos (ou menos se a instalação não é de qualidade). O concreto pode superar esta vida útil facilmente e, no caso de deterioro devido a qualquer causa, pode ser reabilitado de modo econômico e eficiente sem necessidade de abertura de valetas.
  - Os tubos cerâmicos são um bom material para os sistemas de saneamento, mas são caros e a sua aplicação está limitada a tamanhos pequenos e médios. Além disso, não têm a resistência estrutural do concreto armado.

[1] Ji-Dong Gu, et al., Deterioro Microbiano de Materiais Compostos Reforçados com Fibras, 1995 Conferência Internacional, NACE.



Os recobrimentos e “liners” podem desprender-se, furar ou perder a sua aderência com o concreto. Se isso acontecer, a corrosão MIC avança por debaixo deles, invisível para as câmaras de circuito fechado de TV até que o deterioro seja já muito avançado.

## Con<sup>mic</sup>Shield®

### Informação Geral e Princípio de Funcionamento

Con<sup>mic</sup>Shield® é um aditivo líquido, o qual é combinado diretamente com a argamassa do concreto no momento da mistura (5 litros por m<sup>3</sup> substituindo o mesmo volume de água). Quando o aditivo é incorporado no concreto, torna-se uma parte integral deste em todo o seu volume, mantendo-se indefinidamente fixo a nível molecular. Por tanto, não se pode dissolver ou se “gastar”. Desta forma, ao contrário do que acontece com outras alternativas, o sistema de proteção fica intacto enquanto o concreto siga existindo: não pode sofrer erosão, ou qualquer outro tipo de deterioro, porque o deterioro simplesmente traz novo concreto tratado com o aditivo na superfície. A proteção é permanente e dura tanto quanto o próprio concreto. **Con<sup>mic</sup>Shield® é o sistema mais fiável e constitui o método de proteção mais simples frente a corrosão MIC: si não tem thyobacillus a corrosão não acontece.**

Con<sup>mic</sup>Shield® é uma solução única desenhada para parar a corrosão antes dela começar. Este polímero catiônico eletrostaticamente carregado é incorporado na mescla do concreto no momento de produção como qualquer outro aditivo líquido. Quando uma bateria gram positiva ou gram negativa fica em contato com as paredes do concreto tratado com Con<sup>mic</sup>Shield® recebe uma descarga elétrica que fura a sua parede celular, matando ela. Con<sup>mic</sup>Shield® não se desgasta, não se dissipa e não gera produtos metabólicos tóxicos. É uma substância segura de manipular e não produz resíduos prejudiciais para o médio ambiente. Os micro organismos que produzem a corrosão MIC (Thyobacillus) são completamente destruídos enquanto ficam em contato com o concreto tratado e, por causa disto, não podem mudar e virar resistentes à sua ação. A superfície da infra-estrutura de concreto vira inabitável para elas.

Con<sup>mic</sup>Shield® é uma substância registrada pela EPA (Agência de Proteção do Médio Ambiente dos Estados Unidos): segura e respeitosa com o médio ambiente. Também tem sido inscrita no registro de substâncias biocidas da Suécia e da Dinamarca, o que a inclui no registro europeu de biocidas.

Numerosos testes realizados em laboratórios independentes tanto por Con<sup>mic</sup>Shield® como pelos seus clientes ao longo dos últimos 16 anos mostram que depois de expor concreto tratado à ação de s de Thiobacillus, 99.99% das baterias morrem após 24 horas. Os testes mostram os mesmos resultados quando o concreto usado é antigo [2]. É mais interessante

ainda: **180,000 m<sup>2</sup>** de concreto tratados com ConShield nos últimos 16 anos mostram resultados perfeitos com zero falhas.

[2] Os informes dos testes estão disponíveis para a sua consulta.

## Custo

Con<sup>mic</sup>Shield® é mais econômico do que os recobrimentos protetores e os “liners” plásticos. Não precisa de operação nenhuma (por exemplo soldadura das conexões ou aplicação interior de capas) nem testes após a instalação, que consomem tempo e dinheiro. Além disso, e ainda mais importante, a utilização desde produto oferece proteção para toda a vida útil das estruturas de concreto armado submetidas à ação da corrosão MIC: os custos de manutenção e substituição prematura devidos à corrosão MIC são eliminados.

		<b>Sistemas de Proteção frente à Corrosão Induzida Microbiologicamente</b> (Custo típico final para o Produto Instalado)						
Método de proteção frente à corrosão MIC	Espesura típica	Processo de aplicação ou instalação	Procedimentos específicos requeridos	Proteção	Possíveis danos	Vida útil típica	Requerimentos de trabalho adicional na obra	Custo total instalado por m <sup>2</sup> para um espessura de concreto de 152.4 mm
Recobrimentos poliméricos	2.6 mm	Aplicado na obra ou na planta de pré-fabricação após da produção e curado dos elementos de concreto.	Precisa do ensaio de "chispa"	Superficial e só si o acabamento é perfeito	Descascamento; fissuração; instalação ruim; ensaios feitos inapropriadamente	Entre os 15 e os 20 anos si o acabado é perfeito	Aplicação e ensaios	\$86 - \$161
"Liners" Plásticos	1.7 mm	Instalado durante a produção dos pré-fabricados de concreto; todas as juntas devem ser soldadas na obra	Precisa do ensaio de "chispa" e de soldadura	Superficial e só si o acabamento é perfeito	Descascamento; fissuração; instalação ruim; ensaios feitos inapropriadamente	Entre os 15 e os 20 anos si o acabado é perfeito	Aplicação e ensaios	\$215 - \$269
Recobrimentos de almotariz com cimentos de aluminato de cálcio	12.7 mm	Aplicado na obra após da produção e curado dos elementos de concreto	Precisa injeção e ensaio na obra	Superficial e só si o acabamento é perfeito	Descascamento; fissuração; instalação ruim; ensaios feitos inapropriadamente	25 anos si o acabado é perfeito	Aplicação e ensaios	\$86 - \$129
Con <sup>mic</sup> Shield	Toda a espessura do concreto	Adicionado ao concreto no momento da mistura	Nenhum	Protege todo o volume de concreto	Não pode ser estragado	Até os 100 anos (tanto quanto o próprio concreto)	Nenhum	\$32 - \$43

## Experiência

A seguir são listados alguns exemplos de projetos representativos nos quais Con<sup>mic</sup>Shield® tem sido usado:

- Reabilitação de poços de registro em Chicago, Illinois, por valor de 60 milhões de dólares. Projeto: “URS Engineering Chicago”, Il Jole Feinstein P.E.
- Ampliação da estação de tratamento de águas residuais de Miami-Dade, Florida por valor de 3.5 bilhões de dólares. Con<sup>mic</sup>Shield® foi prescrito nos tubos, poços clarificadores e tanques de areação. “Black Point Treatment Facility”. Francisco Puentes P.E.
- Renovação da estação de tratamento de águas residuais “Grand Chute Waste Water Treatment Plant”. Milwaukee, Wisconsin. Engr.: Bill Design; Consulting Engineer: McMahaor& Assoc.
- Malcolm Pirnie; Columbus, Ohio. 4,5 km de tubos DN 1066. Jim Hayes P.E. & Brian Bass P.E.
- ...

Para mais referências ou detalhes, não duvide contatar Rafael Pastor: [rafael.pastor@conshield.com](mailto:rafael.pastor@conshield.com).

A seguinte tabela mostra os municípios, empresas de engenharia e fabricantes de tubos e poços de concreto que tem trabalhado com ou estão trabalhando com Con<sup>mic</sup>Shield®.

A = Usuários Regulares | P = Projetos em Curso

**City of Atlanta (A)**

675 Ponce de Leon Ave. NE  
Atlanta, GA 80640  
Tel.: 404-449-0303  
Attn.: Miles McCullough, P.E.

**City of Summerville (A)**

135 W. Richardson Avenue  
Summerville, SC 29484-0817  
Tel.: 843-875-8761  
Attn. Christopher Kahler, P.E.

**Miami-Dade Water and Sewer Department (A)**

20820 SW 117 Ave  
Miami, FL 33177  
Tel.: 305-254-5871  
Attn. Rod Lovett  
[rodlo@miamidade.gov](mailto:rodlo@miamidade.gov)

**City of Newport News (A)**

2400 Washington Ave  
8th Floor EngrDiv  
Newport News, VA 23607  
Tel.: 757-926-8611  
Attn. Tan Young

**Henrico County (A)**

P.O. Box 27032  
Richmond, VA 23273  
Tel. 804-261-2920  
Attn. Jeff Tyler

**City of Hampton (A)**

550 Back River Road  
Hampton, VA 23669  
757-726-2944  
Attn: Barry Dobbins

**Hanson Pipe and Product, Inc.**

2900 Terminal Avenue  
Richmond, VA 23234  
804-233-5471  
Attn: John Hughes

**Americast Concrete, Inc. (A)**

11352 Virginia Precast Road  
Ashland, VA 23005  
804-798-6068  
Attn: Wayne Solomon

**Broward County (A)**

2555 W. Copans Road  
Pompano Beach, FL 33069  
954-831-0847  
Attn: Mark Atkins

**Dillon Consulting Limited (P)**

130 Dufferin Ave, Suite 400  
London, ON N6A 5R2 Canada  
519-438-6192  
Attn: Paul Bruyns

**Bull Head City (A)**

1255 Marina Blvd.  
Bullhead City, AZ 86442&  
Tel. 928-763-9400 ext. 393  
Attn: Jeff Wileman, UtilitiesDesignEngineer

**Fairfax County (A)**

10455 Armstrong Street  
Fairfax, VA 22030  
703-385-7984  
Attn: Steve Walls

**St. Louis MSD (A)**

2350 Market Street  
St. Louis, MO 63103  
Tel. 314-768-6388  
Attn: Ron Moore

**Hanson Pipe & Precast Ltd. (P)**

2099 Roseville Road, RR #2  
Cambridge, ON N1R 5S3 Canada  
519-622-7574  
Attn: Hal Stratford

**Fort Miller Company (A)**

PO Box 98  
Schuylerville, NY 12871  
518-695-5000  
Attn: Ed Johnson

**Jensen Precast (P)**

3853 Losee Road  
North Las Vegas, NV 89030  
702-649-0045  
Attn: Danny Summerlin

**Premarc Concrete (P)**

7505 Highway M-7  
Durand, MI 48429  
989-288-2661  
Attn: Robin Wolf

**Giffels-Webster Engineers, Inc. (P)**

2871 Bond Street  
Rochester Hills, MI 48309  
248-852-3100

**Rust/Harza (P)**

1020 N. Broadway, Suite G-12  
Milwaukee, WI 53202  
414-270-4208  
Attn: Patrick Murray

**V K Engineers Consulting Engineers (A)**

City of Knoxville / City of Indianola  
515-225-8000  
Attn: Forrest Aldridge

**Okaloosa County (P)**

1804 Louis Turner Blvd., Suite 300  
Ft. Walton Beach, FL 32548  
850-651-7136  
Attn: Clint Allison

**City of Westlake**

Robert Kelly, P.E.  
City Engineer  
27700 Hilliard Blvd  
Westlake OH 44145-3030  
440-617-4145

**Jensen Precast (P)**

4801 East Wyoming Street  
Tucson, AZ 85706  
888-748-1607  
Attn: George Hermanstofer

**City of London**

Ashley Rammeloo, B.E.Sc.  
Sewer Operations Engineer  
300 Dufferin Ave  
PO Box 5035  
London Ontario N6A 4L9  
Canada  
519-661-2500

**Jarrett Martin L L P (P)**

12 East Washington Street  
Glen Falls, NY 12801-3079  
518-792-2907  
Attn: Robert Holmes

**URS Corporation (A & P)**

For City of Chicago  
Joel Feinstein, PE  
Project Engineer  
100 S. Wacker Ave.  
Chicago IL 60603  
Tel.: 312-577-6465  
[joel.feinstein@urs.com](mailto:joel.feinstein@urs.com)

## Informação de Contato

### **Rafael Pastor González**

Business Development Manager

Europe & South America

[rafael.pastor@conshield.com](mailto:rafael.pastor@conshield.com)

Cell: (+34) 672 72 03 84

### **ConShield**

Biotech armor for concrete

541 Tenth Street NW #233

Atlanta, GA USA 30318

PH +877.543.2094

FAX +404.420.2160

[info@conshield.com](mailto:info@conshield.com)

[www.conshield.com](http://www.conshield.com)

