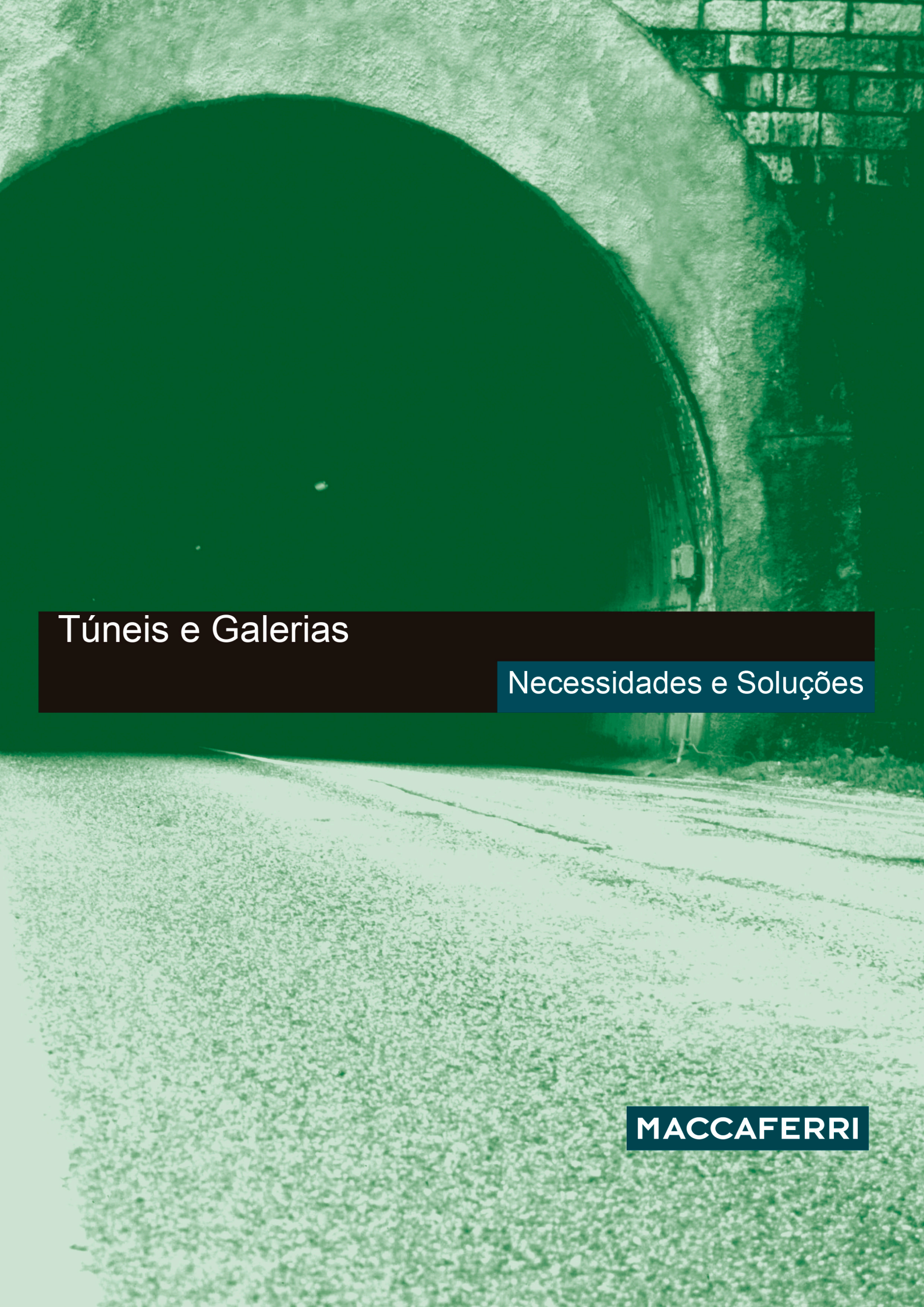
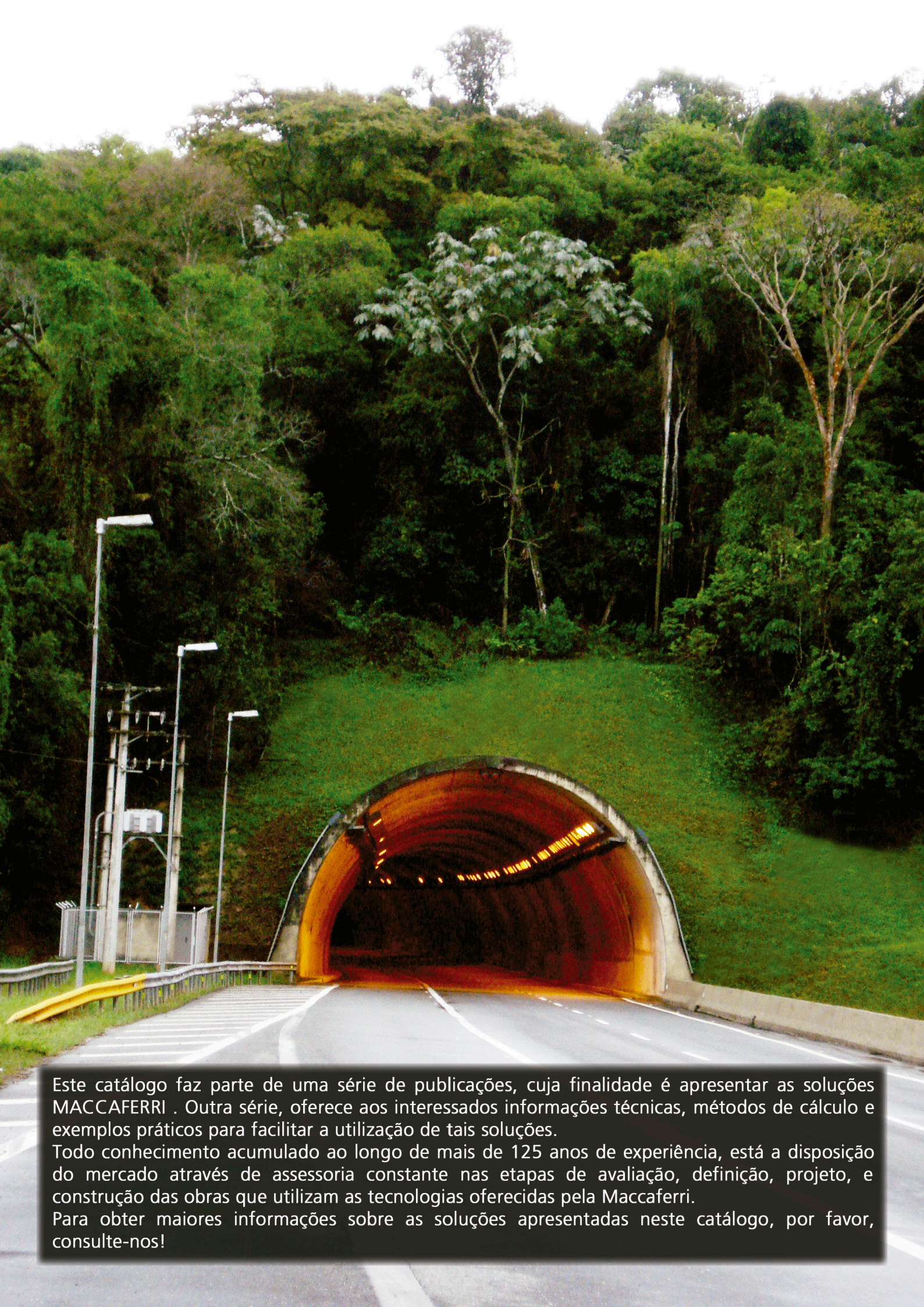




Túneis e Galerias

Necessidades e Soluções

MACCAFERRI



Este catálogo faz parte de uma série de publicações, cuja finalidade é apresentar as soluções MACCAFERRI . Outra série, oferece aos interessados informações técnicas, métodos de cálculo e exemplos práticos para facilitar a utilização de tais soluções.

Todo conhecimento acumulado ao longo de mais de 125 anos de experiência, está a disposição do mercado através de assessoria constante nas etapas de avaliação, definição, projeto, e construção das obras que utilizam as tecnologias oferecidas pela Maccaferri.

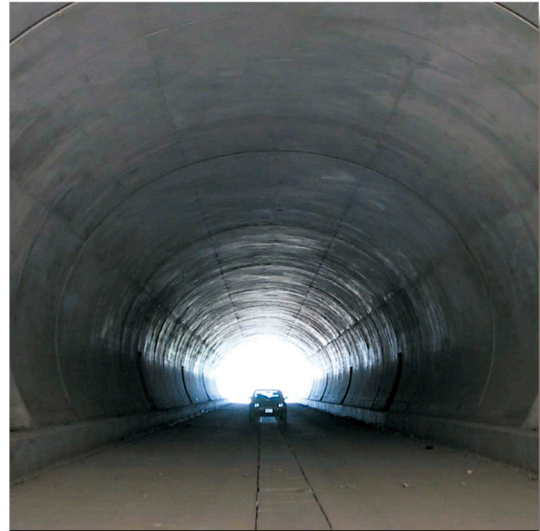
Para obter maiores informações sobre as soluções apresentadas neste catálogo, por favor, consulte-nos!

Túneis e Galerias

Há alguns anos, a utilização das fibras metálicas como complemento ou na substituição total da tradicional armadura, na produção de concreto reforçado, passou do campo experimental (iniciado nos anos 50) ao campo da aplicação em vários setores da engenharia civil e de minas.

Atualmente, inúmeras são as aplicações onde se emprega a tecnologia do concreto reforçado com fibras, como por exemplo, nos suportes para escavações superficiais e em túneis, nos quais o revestimento pode ser feito com concreto projetado ou com anéis pré-fabricados.

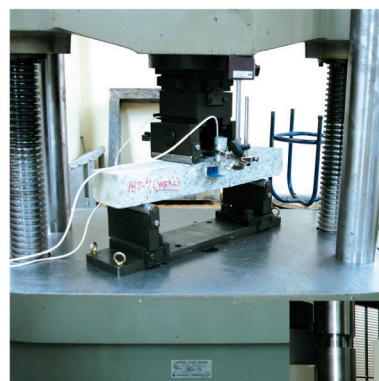
O concreto reforçado com fibras de aço, nada mais é que o concreto convencional ao qual são incorporadas fibras, que criam uma armadura tridimensional que possibilita aumentar significativamente a resistência mecânica pós-fissuração da matriz de concreto.



Túnel com aduelas de concreto reforçado com fibras.

“ MAIS DE 125 ANOS
DE EXPERIÊNCIA E
PRESENÇA MUNDIAL ”

Com mais de 125 anos de experiência, a Maccaferri juntamente com centros de pesquisa e universidades internacionalmente reconhecidas, desenvolvem novas tecnologias e métodos que otimizam a utilização desta solução.



Ensaio de caracterização do concreto reforçado com fibras.



Revestimento Primário

O revestimento primário é o sistema de suporte do túnel que deve garantir a estabilização da escavação a curto prazo, bem como a segurança dos trabalhadores até a construção do revestimento final.

O concreto projetado reforçado com fibras é usualmente utilizado para a construção de revestimentos primários em túneis e quando é necessário obter resistências a curto prazo.

O concreto projetado pode ser aplicado em camadas sucessivas e não requer o uso de fôrmas.



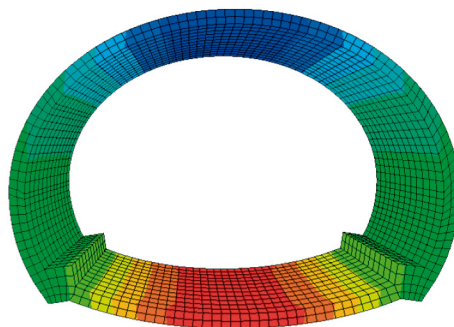
Concreto projetado com fibras.

Técnicas de aplicação:

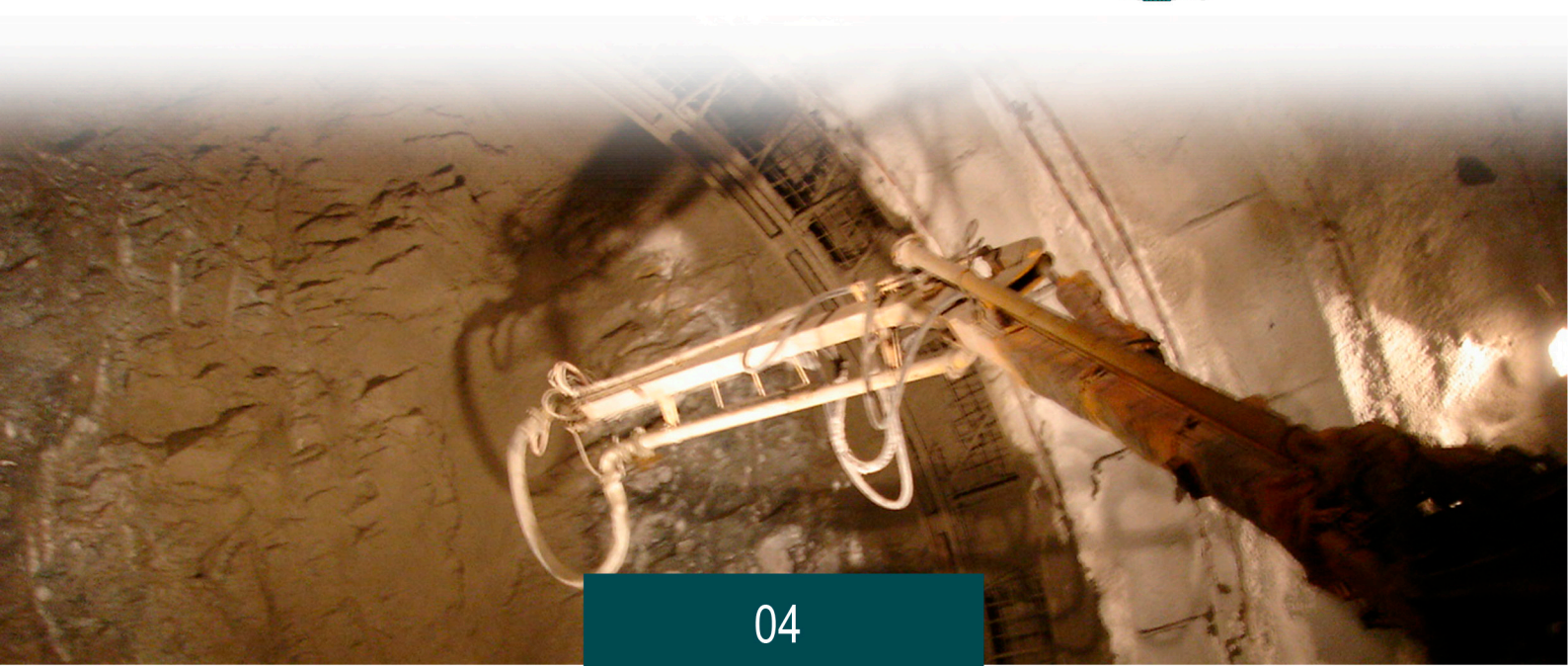
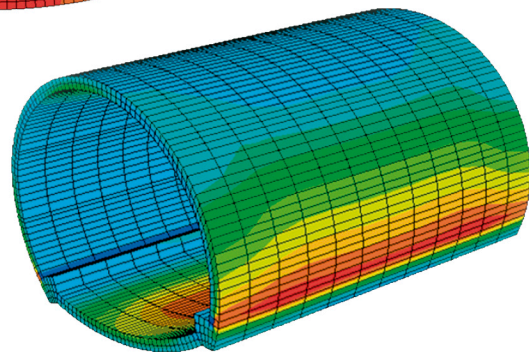
- Processo via seca (água adicionada durante a projeção);
- Processo via úmida (água adicionada durante a preparação do concreto).

Vantagens da utilização do concreto reforçado com fibras:

- Aumento da tenacidade;
- Redução da fissuração por retração;
- Maior segurança, ao evitar o uso de mão de obra que estaria exposta ao risco de desprendimentos de maciços, durante a colocação da armadura;
- Redução da espessura do revestimento;
- Redução do rebote;
- Maior rapidez no processo de escavação da obra.



Modelo de cálculo obtido através da análise por elementos finitos



Revestimento Final

É o sistema de suporte definitivo do túnel que deve garantir uma adequada segurança estrutural, absorvendo as cargas de serviço de acordo com os critérios estabelecidos em projeto.

Existem casos onde o revestimento final possui simplesmente a função estética de acabamento e, em tais situações, a função estrutural é atribuída à camada de revestimento primário.

Assim como nos revestimentos primários, o concreto reforçado com fibras pode ser utilizado para a construção de revestimentos finais, podendo ser lançado ou bombeado diretamente nas fôrmas.

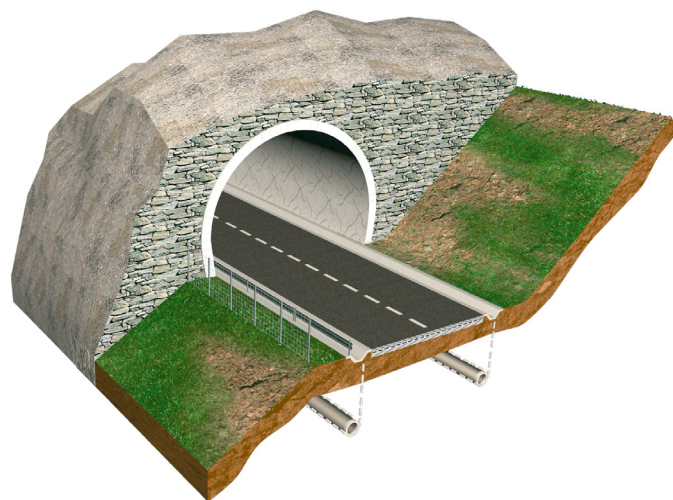
Geralmente se utiliza o concreto reforçado com fibras para o revestimento final quando as tensões de tração são baixas e deseja-se evitar a armadura tradicional utilizada para controlar os efeitos de retração.

Vantagens da utilização do concreto reforçado com fibras:

- Redução da espessura do revestimento, eliminando a camada de recobrimento;
- Controle de fissuração;
- Menor permeabilidade;
- Maior segurança;
- Aumento da tenacidade.



Fibras de aço Wirand®.



Aduelas Pré-fabricadas

São sistemas alternativos de revestimento, utilizados quando a escavação é realizada de forma automatizada através da utilização de máquinas conhecidas como TBM's (tunnel boring machines).

O revestimento realizado com aduelas pré-fabricadas tem dupla função: de revestimento final e de apoio para a TBM na fase de avanço da escavação.

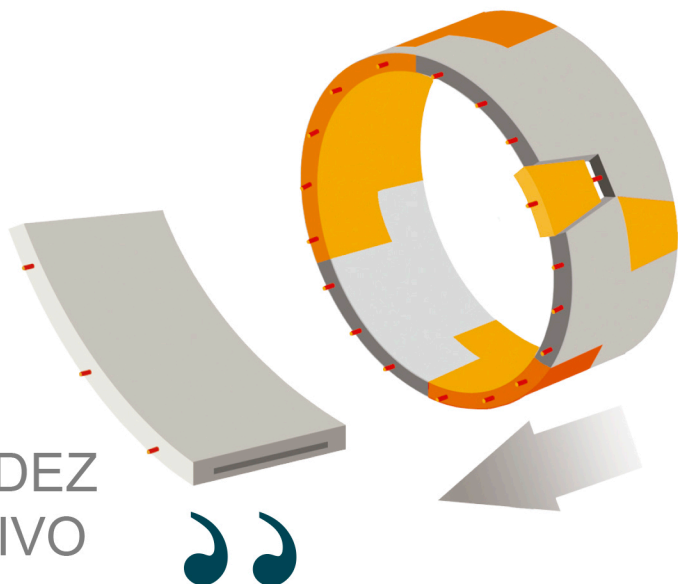
As aduelas são produzidas na usina de pré-fabricados, transportadas e instaladas na obra com o uso das TBM's.

O concreto reforçado com fibras de aço é também usado na construção das aduelas pré-fabricadas e pode ser lançado ou bombeado diretamente para as fôrmas.

Recomenda-se utilizar aduelas pré-fabricadas totalmente reforçadas com fibras quando as condições de carga na fase de empuxo da TBM são baixas.

Vantagens da utilização do concreto reforçado com fibras:

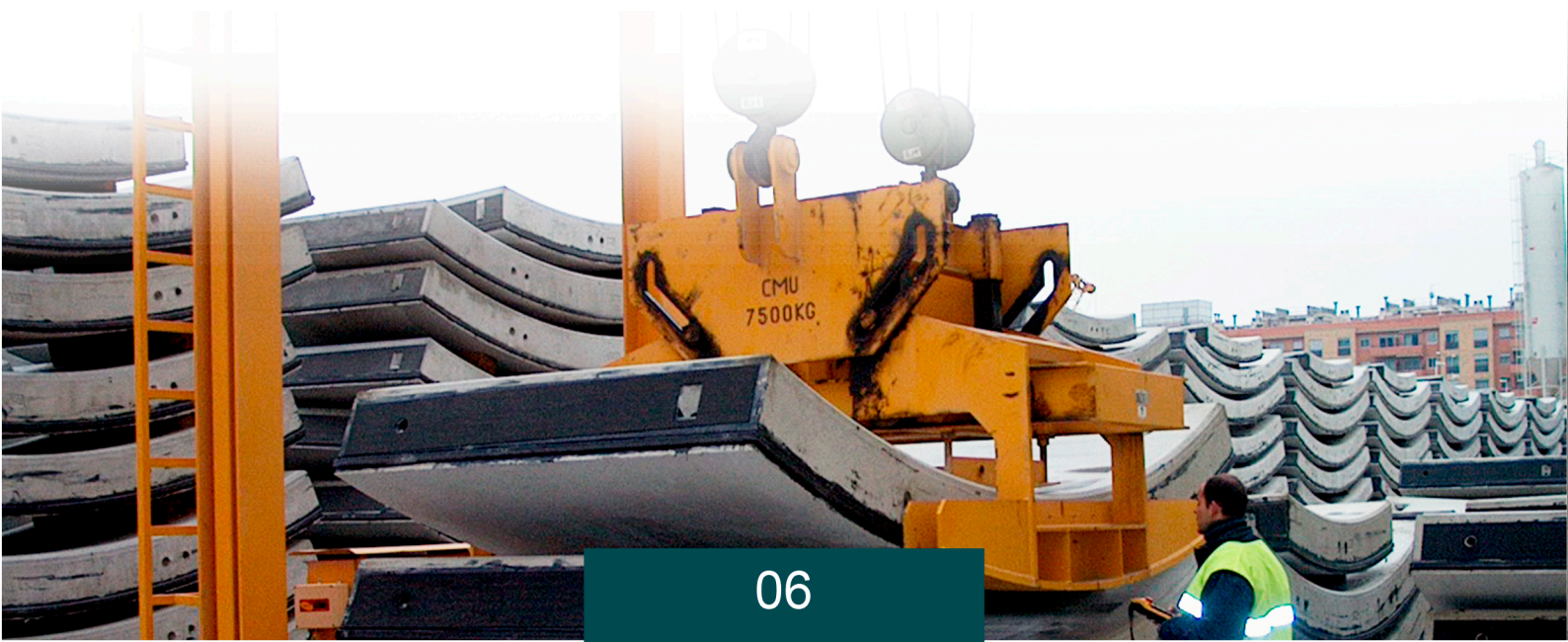
- Melhor qualidade de acabamento;
- Maior resistência mecânica devido ao processo produtivo industrializado;
- Maior produtividade na fabricação das aduelas, graças a substituição total ou parcial da armadura;
- Maior resistência aos impactos durante o transporte e instalação;
- Menores espessuras de revestimento, sendo possível reduzir ou eliminar a camada de recobrimento;
- Maior durabilidade em ambientes agressivos.



“

MAIOR SEGURANÇA E RAPIDEZ
NO PROCESSO CONSTRUTIVO

”



Proteção Anti-fogo

Além das cargas, um outro fenômeno a ser considerado no projeto de um túnel é o fogo.

O risco da ocorrência de incêndios dentro de túneis viários é alto, e devido aos recentes acidentes ocorridos em diversos túneis do mundo, a necessidade de estruturas resistentes ao fogo tornou-se uma realidade.

Devido ao fato dos túneis serem estruturas confinadas, na ocorrência de um incêndio, as chamas entram em contato direto com o concreto da estrutura, submetendo-as a temperaturas muito elevadas que causam a sua rápida deterioração.

A adição de fibras sintéticas ao concreto é particularmente indicada para a proteção passiva ao fogo do revestimento final do túnel. Por aliviar as pressões internas geradas pelos vapores d'água presentes no concreto, reduzem o fenômeno tecnicamente conhecido como "Spalling" (desplacamento de camadas de concreto por poro pressão).

O concreto com fibras sintéticas pode ser projetado, lançado ou bombeado diretamente nas fôrmas.



Vantagens da utilização do concreto reforçado com fibras:

- Aumento da resistência ao fogo;
- Aumento da resistência à abrasão e aos impactos;
- Diminuição de fissuras por retração plástica;
- Aumento da resistência ao fenômeno gelo-degelo;
- Menor permeabilidade.

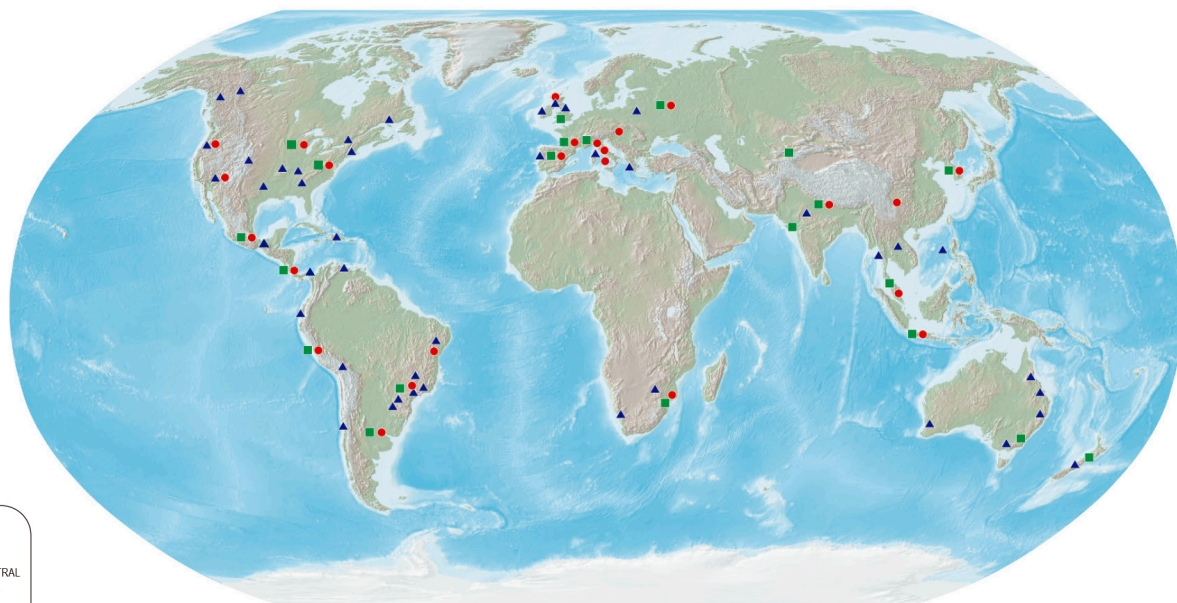


Serviços Maccaferri

A Maccaferri produz a mais completa gama de fibras de aço e sintéticas para o reforço do concreto.

Para a correta utilização das fibras, a Maccaferri disponibiliza seu corpo técnico especializado para assessoramento desde o projeto, até a conclusão da obra.

Softwares de dimensionamento, dosadores automáticos de fibras e embalagens especiais que otimizam e garantem rapidez na aplicação, também são benefícios disponibilizados pela Maccaferri.



- FÁBRICA
PLANTA
FACTORY
- ESCRITÓRIO CENTRAL
OFICINA CENTRAL
MAIN OFFICE
- ▲ ESCRITÓRIO
OFICINA
OTHER OFFICE

www.maccaferri.com



Catálogos, manuais e
softwares

“ ASSISTÊNCIA TÉCNICA
NO PROJETO E NA OBRA ”



Cursos técnicos



Assessoramento em projetos

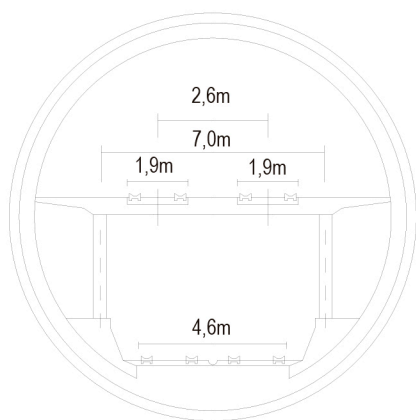


Visitas técnicas às obras



Equipamentos dosadores de
fibras

Obras Realizadas



BARCELONA Espanha

Construtora

Data da obra
Extensão do túnel
Soluções

Produtos

UTE Gorg - UTE Línea 9 - UTE Aeropuerto -
UTE Tuneladora Metro
2001 - Em construção
41km
Aduelas pré-fabricadas em concreto
reforçado com fibras de aço
Wirand® FF1 e FF3

Aduelas de concreto

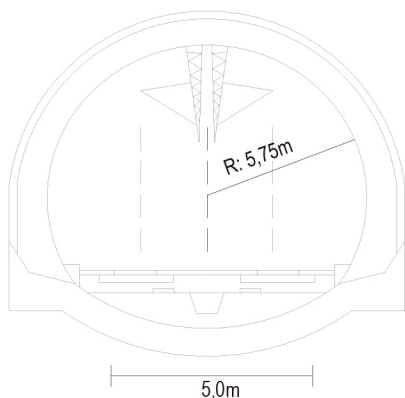


Inspeção da obra



Obras Realizadas

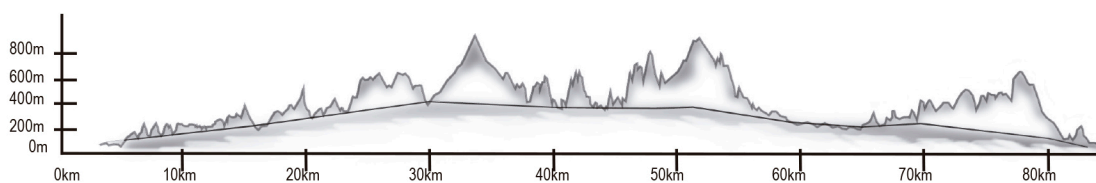
FERROVIA BOLOGNA - FIRENZE Itália



Construtora
Data da obra
Extensão do túnel
Soluções

Produto

Ferrovie Dello Stato S.p.A.
1997 - 2006
73,3km
Revestimento primário em concreto
projetado reforçado com fibras de aço
Wirand® FS4



Obras Realizadas

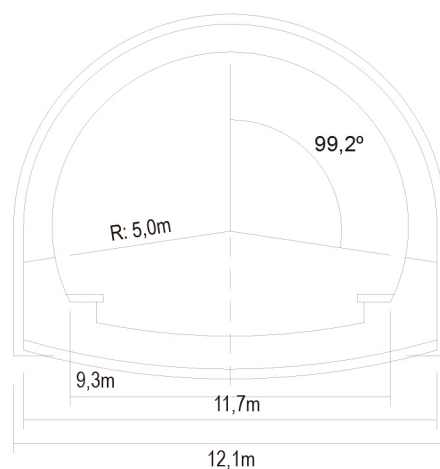
TÚNEL DE LISTOLADE Belluno - Itália



Construtora
Data da obra
Extensão do túnel
Soluções

Produto

Adanti S.p.A.
Março 2006 - Agosto 2006
1,45km
Revestimento final em concreto moldado
"in loco" reforçado com fibras de aço
Wirand® FF1



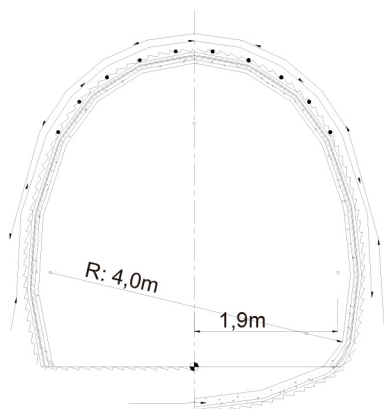
Obras Realizadas

TÚNEL PILOTO LA LÍNEA Armênia - Colômbia

Construtora
Data da obra
Extensão do túnel
Soluções

Produto

Consórcio Conlínea
2005 - Em construção
8,6km
Revestimento primário em concreto
projetado reforçado com fibras de aço
Wirand® FS7





Sistema de Gestão de Qualidade
Certificado de Conformidade com a
Norma ISO 9001



MACCAFERRI

AMERICA LATINA

Matriz.

Av. José Benassi, 2601 - Distrito Industrial FazGran
CP 520 - CEP 13.213.085 - Jundiaí - SP - Brasil
Tel.: (11) 4525-5000
E-mail: info.br@maccaferri.com
www.maccaferri.com/br

Unidade Centro-Norte.

Tel.: (62) 3661-0030
E-mail: goiania.br@maccaferri.com

Unidade Minas Gerais.

Tel.: (31) 3497-4455
E-mail: belohorizonte.br@maccaferri.com

Unidade Nordeste.

Tel.: (81) 3271-4780
E-mail: recife.br@maccaferri.com

Unidade Sudeste.

Rio de Janeiro:
Tel.: (21) 3431-3610
E-mail: rio.br@maccaferri.com

São Paulo:
Tel.: (11) 4525-5000
E-mail: saopaulo.br@maccaferri.com

Unidade Sul.

Tel.: (41) 3286-4688
E-mail: sul.br@maccaferri.com