

RISCOS EM OBRAS SUBTERRÂNEAS

Identificação, Mitigação e Eliminação

GeoCompany – Tecnologia, Engenharia e Meio Ambiente



**Münchener Rück
Munich Re Group**

Munich Re - BRASIL

**Prof. Dr. Roberto Kochen
Diretor Técnico**

Março/2008

www.geocompany.com.br

55 11 4195-4435

RISCOS EM OBRAS SUBTERRÂNEAS

Identificação, Mitigação e Eliminação



**Münchener Rück
Munich Re Group**

GeoCompany
Tecnologia, Engenharia & Meio Ambiente

Previendo o Imprevisível: Alterações Geotécnicas & Geológicas, e Impactos nos Riscos na Construção.

- ◆ Riscos Geológicos – Geotécnicos e Impactos nas construções, especialmente de grande porte.
- ◆ Exame da relação de probabilidade dos riscos possíveis.
- ◆ Riscos a serem superados diante de desconformidades geotécnicas e geológicas graves.
- ◆ Como se estruturar quanto às respostas aos riscos em casos concretos: estudo de casos e técnicas adotadas.
- ◆ O impacto dos imprevistos geotécnicos geológicos na negociação dos contratos.

**Roberto Kochen
Diretor Técnico
GeoCompany – Tecnologia, Engenharia & Meio Ambiente**

www.geocompany.com.br

55 11 4195-4435

RISCOS EM OBRAS SUBTERRÂNEAS

Identificação, Mitigação e Eliminação



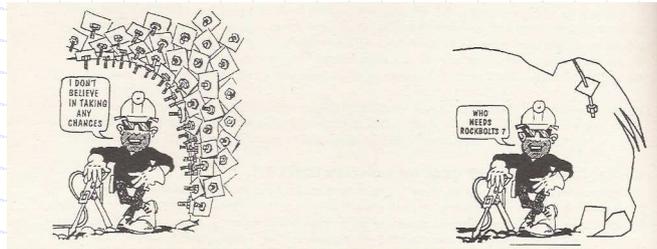
Münchener Rück
Munich Re Group

GeoCompany

Tecnologia, Engenharia & Meio Ambiente

◆ RISCO

- É o evento ou condição incerta, que poderá ter efeitos positivos e/ou negativos.



www.geocompany.com.br

55 11 4195-4435

RISCOS EM OBRAS SUBTERRÂNEAS

Identificação, Mitigação e Eliminação



Münchener Rück
Munich Re Group

GeoCompany

Tecnologia, Engenharia & Meio Ambiente

- ◆ Prevendo o imprevisível, Riscos Geológicos – Geotécnicos e Impactos na construção
- ◆ Custos
- ◆ Segurança
 - Acidentes durante a obra
 - Acidentes durante a operação



www.geocompany.com.br

55 11 4195-4435

RISCOS EM OBRAS SUBTERRÂNEAS

Identificação, Mitigação e Eliminação



Münchener Rück
Munich Re Group

GeoCompany

Tecnologia, Engenharia & Meio Ambiente

1. O que é risco?
2. Como percebo que existem riscos?
3. Riscos são bons ou maus?
4. Quais riscos devo aceitar? Quais devo rejeitar?
5. Como fazer para não ficar inconsciente dos riscos?

www.geocompany.com.br

55 11 4195-4435

RISCOS EM OBRAS SUBTERRÂNEAS

Identificação, Mitigação e Eliminação



Münchener Rück
Munich Re Group

GeoCompany

Tecnologia, Engenharia & Meio Ambiente

Risco é um evento composto de três elementos: Chance, Escolha e Conseqüência;

Molhar-se com água de chuva durante o percurso de sua casa até o escritório...é um risco.

A chance (ou probabilidade) de isto ocorrer é o número de dias que choveu, no horário de ida ao trabalho, durante o ano passado, dividido por 365.

As conseqüências (ou impactos) deste evento, são:

- ◆ i) gripe; ii) Constrangimento; iii) Desconforto durante o expediente.

As possíveis escolhas para este evento são:

- ◆ Aceitar o risco (... não me importo de me molhar e odeio guarda-chuvas)
- ◆ Descobrir um conjunto de controles que minimizem (ou mitiguem) as chances de ser vitimado pelo evento, caso ele ocorra.

www.geocompany.com.br

55 11 4195-4435

RISCOS EM OBRAS SUBTERRÂNEAS

Identificação, Mitigação e Eliminação



Münchener Rück
Munich Re Group

GeoCompany

Tecnologia, Engenharia & Meio Ambiente

Controles são políticas, procedimentos, práticas ou estruturas organizacionais desenhadas de forma a prover uma garantia razoável de que os objetivos de negócio serão atingidos e que eventos indesejáveis serão prevenidos ou detectados e corrigidos.

Para o risco anterior temos a seguinte situação:

O objetivo é trabalhar sempre seco.

www.geocompany.com.br

55 11 4195-4435

RISCOS EM OBRAS SUBTERRÂNEAS

Identificação, Mitigação e Eliminação



Münchener Rück
Munich Re Group

GeoCompany

Tecnologia, Engenharia & Meio Ambiente

Os controles neste caso são as seguintes práticas:

- ◆ De forma detectiva:
 - Consultas realizadas diariamente à previsão do tempo;
- ◆ De forma preventiva:
 - Portar diariamente um guarda-chuvas;
 - Utilizar automóvel diariamente - desde o estacionamento coberto de sua casa, até o estacionamento coberto do prédio do escritório.
- ◆ De forma corretiva:
 - Gerenciar a crise (trabalhar molhado com risco de pegar uma pneumonia)

www.geocompany.com.br

55 11 4195-4435

RISCOS EM OBRAS SUBTERRÂNEAS

Identificação, Mitigação e Eliminação



Münchener Rück
Munich Re Group

GeoCompany
Tecnologia, Engenharia & Meio Ambiente

Cinco pontos básicos na Gestão de Riscos na Construção:

- Plano e estratégia de gerenciamento de riscos
- Processo de identificação dos riscos
- Processo de qualificação dos riscos
- Processo de quantificação dos riscos
- Processo de monitoramento e controle dos riscos

www.geocompany.com.br

55 11 4195-4435

RISCOS EM OBRAS SUBTERRÂNEAS

Identificação, Mitigação e Eliminação



Münchener Rück
Munich Re Group

GeoCompany
Tecnologia, Engenharia & Meio Ambiente

Os projetos usuais de Infra Estrutura compreendem:

- A fase preliminar de estudo de viabilidade econômica;
- Discussões das necessidades de desapropriações e impactos ambientais prováveis, bem como envolvimento com os *stakeholders*;
- Projeto básico e quantitativos;
- Elaboração do Termo de Referencia e licitação;
- Projeto executivo;
- Execução, acompanhamento e fiscalização da obra.

www.geocompany.com.br

55 11 4195-4435

RISCOS EM OBRAS SUBTERRÂNEAS

Identificação, Mitigação e Eliminação



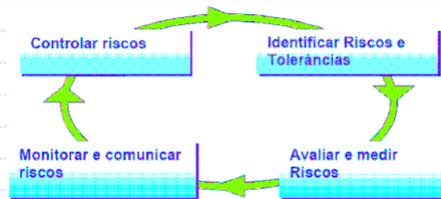
Münchener Rück
Munich Re Group

GeoCompany

Tecnologia, Engenharia & Meio Ambiente

Plano de Gerenciamento de Riscos

Inclui uma seqüência obrigatória de atividades:



www.geocompany.com.br

55 11 4195-4435

RISCOS EM OBRAS SUBTERRÂNEAS

Identificação, Mitigação e Eliminação



Münchener Rück
Munich Re Group

GeoCompany

Tecnologia, Engenharia & Meio Ambiente

Tendências Gerais na Indústria da Construção

- ◆ Métodos construtivos de alto risco
- ◆ Tendência para contratos de preço global
- ◆ Condições de contrato unilaterais
- ◆ Cronogramas apertados
- ◆ Orçamentos financeiros baixos
- ◆ Competição leonina na indústria da construção civil



www.geocompany.com.br

55 11 4195-4435

RISCOS EM OBRAS SUBTERRÂNEAS

Identificação, Mitigação e Eliminação



Münchener Rück
Munich Re Group

GeoCompany

Tecnologia, Engenharia & Meio Ambiente

Acidentes Durante a Obra: Cenário da Última Década



- ◆ Aumento significativo do número de demandas de seguro ("claims")
- ◆ Receita de prêmios <<< Demandas de seguro
- ◆ Valor dos reparos >>> Custo inicial da obra
- ◆ Dificuldades de obtenção de seguros para obras

www.geocompany.com.br

55 11 4195-4435

RISCOS EM OBRAS SUBTERRÂNEAS

Identificação, Mitigação e Eliminação



Münchener Rück
Munich Re Group

GeoCompany

Tecnologia, Engenharia & Meio Ambiente



www.geocompany.com.br

55 11 4195-4435

RISCOS EM OBRAS SUBTERRÂNEAS

Identificação, Mitigação e Eliminação



Münchener Rück
Munich Re Group

GeoCompany
Tecnologia, Engenharia & Meio Ambiente

Principais Perdas desde 1994 (Obras Subterrâneas)

PROJECT	CAUSE	LOSS
1994 Great Belt Link, Denmark	Fire	US\$ 33 mio
1994 Munich Metro, Germany	Collapse	US\$ 4 mio
1994 Heathrow Express Link, GB	Collapse	US\$ 141 mio
1994 Metro Taipei, Taiwan	Collapse	US\$ 12 mio
1995 Metro Los Angeles, USA	Collapse	US\$ 9 mio
1995 Metro Taipei, Taiwan	Collapse	US\$ 29 mio
1999 Hull Yorkshire Tunnel, UK	Collapse	US\$ 55 mio
1999 TAV Bologna - Florence, Italy	Collapse	US\$ 9 mio
1999 Anatolia Motorway, Turkey	Earthquake	US\$ 115 mio
2000 Metro Taegu, Korea	Collapse	US\$ 24 mio

www.geocompany.com.br

55 11 4195-4435

RISCOS EM OBRAS SUBTERRÂNEAS

Identificação, Mitigação e Eliminação



Münchener Rück
Munich Re Group

GeoCompany
Tecnologia, Engenharia & Meio Ambiente

Principais Perdas desde 1994 (Obras Subterrâneas)

PROJECT	CAUSE	LOSS
2000 TAV Bologna - Florence, Italy	Collapse	US\$ 12 mio
2002 Taiwan High Speed Railway	Collapse	US\$ 30 mio
2002 SOCATOP Paris, France	Fire	US\$ 8 mio
2003 Shanghai Metro, PRC	Collapse	US\$ 80 mio
2004 Singapore Metro, Singapore	Collapse	t.b.a.
2005 Barcelona Metro, Spain	Collapse	t.b.a.
2005 Lausanne Metro, Switzerland	Collapse	t.b.a.
2005 Lane Cove Tunnel, Sydney	Collapse	t.b.a.
2005 Kaohsiung Metro, Taiwan	Collapse	t.b.a.

19 Major Losses

Total Amount: ~ US\$ 600 mio

www.geocompany.com.br

55 11 4195-4435

RISCOS EM OBRAS SUBTERRÂNEAS

Identificação, Mitigação e Eliminação



Münchener Rück
Munich Re Group

GeoCompany

Tecnologia, Engenharia & Meio Ambiente

- ◆ Algumas empresas abandonaram o mercado



- ◆ Necessidade de promover procedimentos pró-ativos de gerenciamento de riscos

www.geocompany.com.br

55 11 4195-4435

RISCOS EM OBRAS SUBTERRÂNEAS

Identificação, Mitigação e Eliminação



Münchener Rück
Munich Re Group

GeoCompany

Tecnologia, Engenharia & Meio Ambiente

Objetivos e Resultados do Procedimento de Gerenciamento de Riscos

- ◆ Estabelecer padrões mínimos de avaliação de riscos e procedimentos de gerenciamento de riscos
- ◆ Definir claramente as responsabilidades das partes envolvidas
- ◆ Reduzir as probabilidades de perdas
- ◆ Reduzir o número e tamanho das demandas ("claims")

www.geocompany.com.br

55 11 4195-4435

RISCOS EM OBRAS SUBTERRÂNEAS

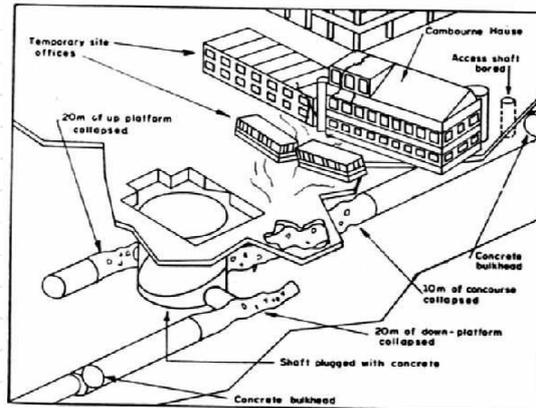
Identificação, Mitigação e Eliminação



Münchener Rück
Munich Re Group

GeoCompany
Tecnologia, Engenharia & Meio Ambiente

Colapso de 3 túneis em Heathrow (1994)



www.geocompany.com.br

55 11 4195-4435

RISCOS EM OBRAS SUBTERRÂNEAS

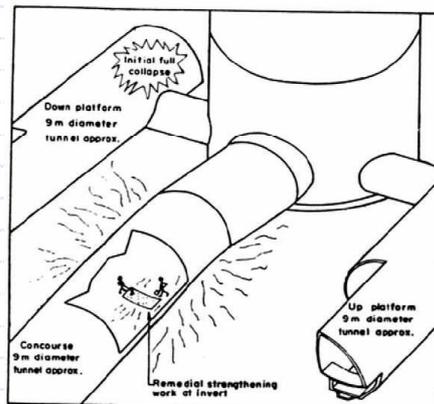
Identificação, Mitigação e Eliminação



Münchener Rück
Munich Re Group

GeoCompany
Tecnologia, Engenharia & Meio Ambiente

Colapso de túneis em Heathrow



www.geocompany.com.br

55 11 4195-4435

RISCOS EM OBRAS SUBTERRÂNEAS

Identificação, Mitigação e Eliminação

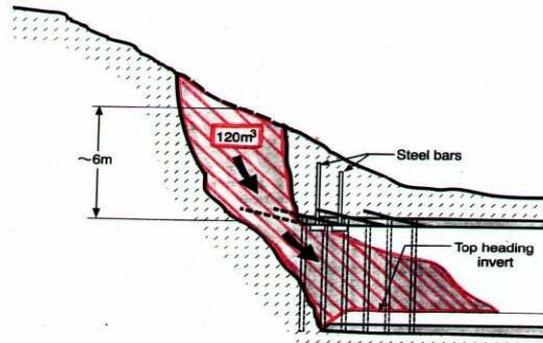


Münchener Rück
Munich Re Group

GeoCompany

Tecnologia, Engenharia & Meio Ambiente

Colapso de túneis em Munique (1987)



www.geocompany.com.br

55 11 4195-4435

RISCOS EM OBRAS SUBTERRÂNEAS

Identificação, Mitigação e Eliminação

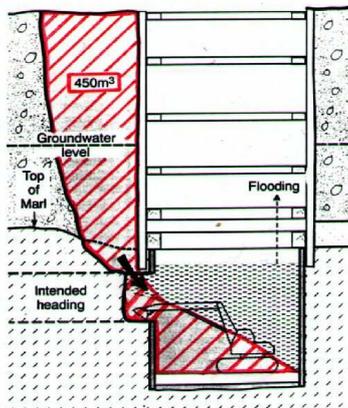


Münchener Rück
Munich Re Group

GeoCompany

Tecnologia, Engenharia & Meio Ambiente

Colapso de túneis em Munique (1987)



www.geocompany.com.br

55 11 4195-4435

RISCOS EM OBRAS SUBTERRÂNEAS

Identificação, Mitigação e Eliminação

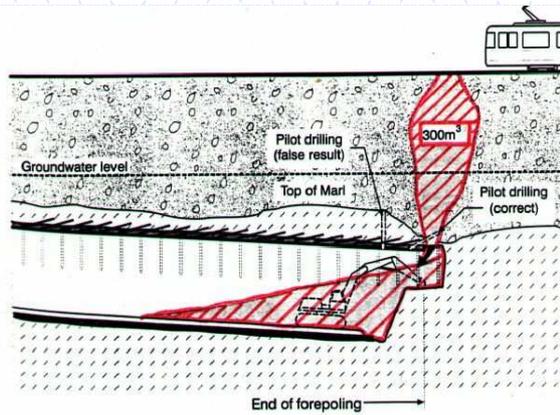


Münchener Rück
Munich Re Group

GeoCompany

Tecnologia, Engenharia & Meio Ambiente

Colapso de túneis em Munique (1987)



www.geocompany.com.br

55 11 4195-4435

RISCOS EM OBRAS SUBTERRÂNEAS

Identificação, Mitigação e Eliminação

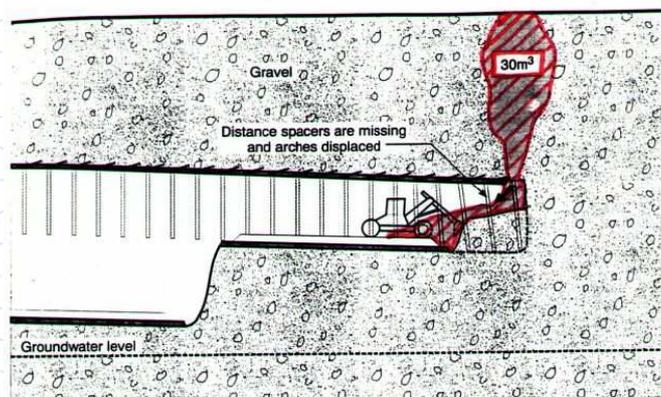


Münchener Rück
Munich Re Group

GeoCompany

Tecnologia, Engenharia & Meio Ambiente

Colapso de túneis em Munique (1987)



www.geocompany.com.br

55 11 4195-4435

RISCOS EM OBRAS SUBTERRÂNEAS

Identificação, Mitigação e Eliminação

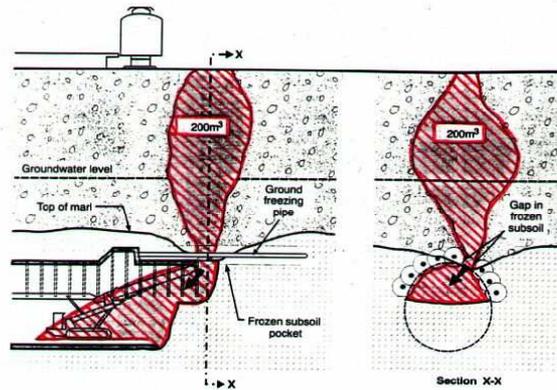


Münchener Rück
Munich Re Group

GeoCompany

Tecnologia, Engenharia & Meio Ambiente

Colapso de túneis em Munique (1987)



www.geocompany.com.br

55 11 4195-4435

RISCOS EM OBRAS SUBTERRÂNEAS

Identificação, Mitigação e Eliminação

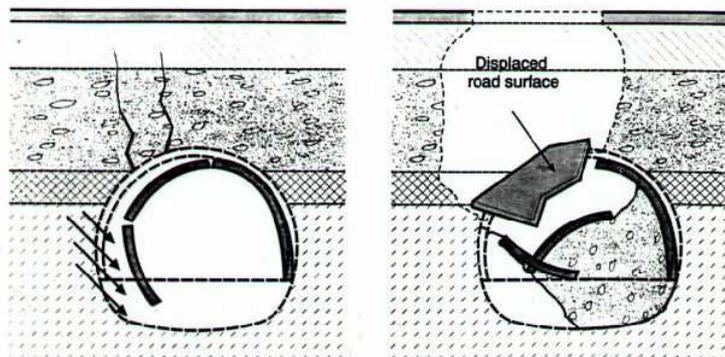


Münchener Rück
Munich Re Group

GeoCompany

Tecnologia, Engenharia & Meio Ambiente

Colapso de túneis na Alemanha



www.geocompany.com.br

55 11 4195-4435

RISCOS EM OBRAS SUBTERRÂNEAS

Identificação, Mitigação e Eliminação



Münchener Rück
Munich Re Group

GeoCompany
Tecnologia, Engenharia & Meio Ambiente

Casos históricos recentes de ruptura ou colapso de túneis

HSE (1996) analisou 39 acidentes de 1973 a 94, que foram classificados em 5 causas principais de ruptura:

- ◆ causas geológicas não prognosticadas (# de imprevisível)
- ◆ erros de projeto, especificação e planejamento
- ◆ erros numéricos ou de cálculo
- ◆ erros de construção
- ◆ erros de controle e gerenciamento

www.geocompany.com.br

55 11 4195-4435

RISCOS EM OBRAS SUBTERRÂNEAS

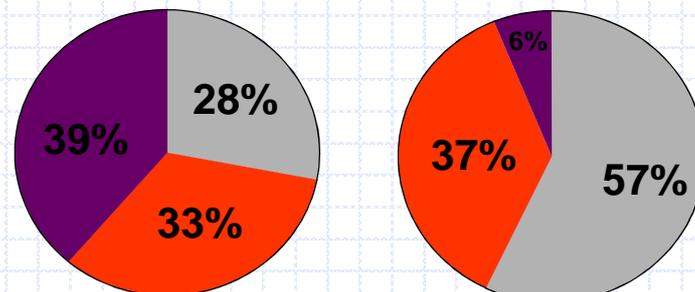
Identificação, Mitigação e Eliminação



Münchener Rück
Munich Re Group

GeoCompany
Tecnologia, Engenharia & Meio Ambiente

Causas dos acidentes



Fonte tcheca:
Tesar (1996)

- Condições geológicas
- Método construtivo
- Influência de escavações próximas

www.geocompany.com.br

55 11 4195-4435

RISCOS EM OBRAS SUBTERRÂNEAS

Identificação, Mitigação e Eliminação



Münchener Rück
Munich Re Group

GeoCompany
Tecnologia, Engenharia & Meio Ambiente

Estado atual do conhecimento e lacunas referentes a acidentes

Estado atual do conhecimento:

- ◆ somatória de informações de fontes nacionais e internacionais
- ◆ acidentes geológicos ou anomalias

Lacunas no conhecimento atual:

- ◆ projetos com análises probabilísticas visando a prevenção de acidentes

www.geocompany.com.br

55 11 4195-4435

RISCOS EM OBRAS SUBTERRÂNEAS

Identificação, Mitigação e Eliminação



Münchener Rück
Munich Re Group

GeoCompany
Tecnologia, Engenharia & Meio Ambiente

Gerenciamento de Riscos na Construção

- ◆ Detecção de risco" e "Ação corretiva"
- ◆ Risco Conceitual
- ◆ Enfoque Estruturado
- ◆ Recomendações para incremento da segurança
- ◆ Questionário (complementação de informações)
- ◆ Lista de verificação ("check list")

www.geocompany.com.br

55 11 4195-4435

RISCOS EM OBRAS SUBTERRÂNEAS

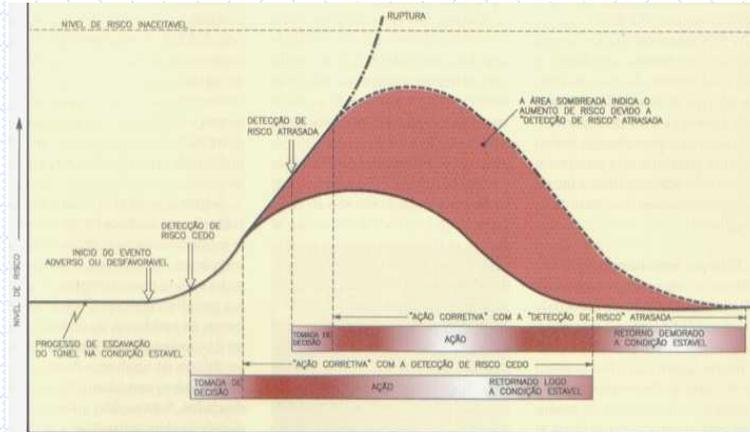
Identificação, Mitigação e Eliminação



Münchener Rück
Munich Re Group

GeoCompany
Tecnologia, Engenharia & Meio Ambiente

Detecção de Risco - Ação Corretiva



www.geocompany.com.br

55 11 4195-4435

RISCOS EM OBRAS SUBTERRÂNEAS

Identificação, Mitigação e Eliminação



Münchener Rück
Munich Re Group

GeoCompany
Tecnologia, Engenharia & Meio Ambiente

Risco Conceitual

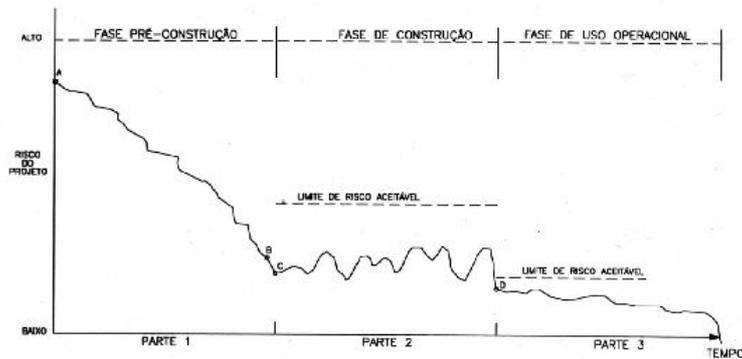


FIGURA 5.2 – Gráfico do risco de projeto desde sua concepção até o final da vida útil do túnel

www.geocompany.com.br

55 11 4195-4435

RISCOS EM OBRAS SUBTERRÂNEAS

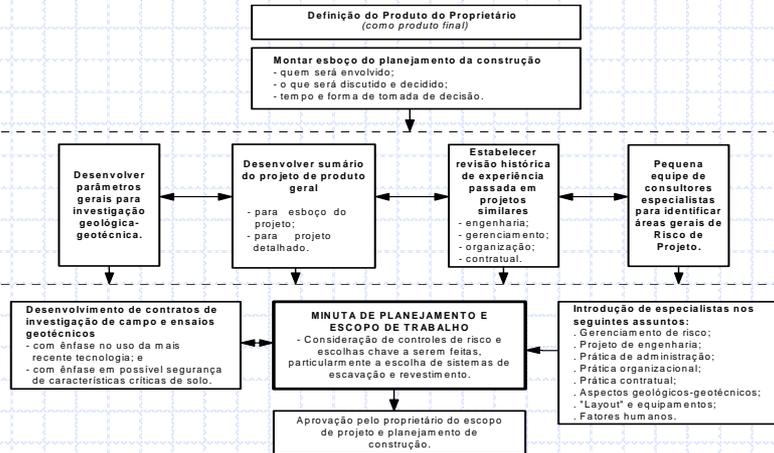
Identificação, Mitigação e Eliminação



Münchener Rück
Munich Re Group

GeoCompany
Tecnologia, Engenharia & Meio Ambiente

Enfoque Estruturado



www.geocompany.com.br

55 11 4195-4435

RISCOS EM OBRAS SUBTERRÂNEAS

Identificação, Mitigação e Eliminação



Münchener Rück
Munich Re Group

GeoCompany
Tecnologia, Engenharia & Meio Ambiente

Análise de Riscos e de Decisão

◆ **Objetivo:** analisar os problemas geotécnicos de obras subterrâneas de uma forma mais estruturada, utilizando-se uma análise formal, minimizando-se os riscos.

◆ **Resultado:** as decisões deixam de ser intuitivas e empíricas e passam a ser mais estruturadas. Evita-se de correr riscos sem a análise de suas conseqüências.

www.geocompany.com.br

55 11 4195-4435

RISCOS EM OBRAS SUBTERRÂNEAS

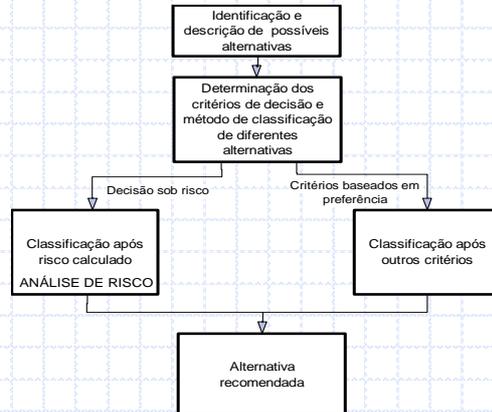
Identificação, Mitigação e Eliminação



Münchener Rück
Munich Re Group

GeoCompany
Tecnologia, Engenharia & Meio Ambiente

Processo de Decisão para Obra Subterrânea



ANÁLISE DE DECISÃO
www.geocompany.com.br
55 11 4195-4435

RISCOS EM OBRAS SUBTERRÂNEAS

Identificação, Mitigação e Eliminação



Münchener Rück
Munich Re Group

GeoCompany
Tecnologia, Engenharia & Meio Ambiente

Conclusões

As principais causas dos acidentes:

- O não reconhecimento da situação hidrogeológica e geotécnica, devido à insuficiência dos estudos geológicos e geotécnicos
- a falta de planejamento, controle e gerenciamento das obras
- subestimação dos riscos

www.geocompany.com.br
55 11 4195-4435

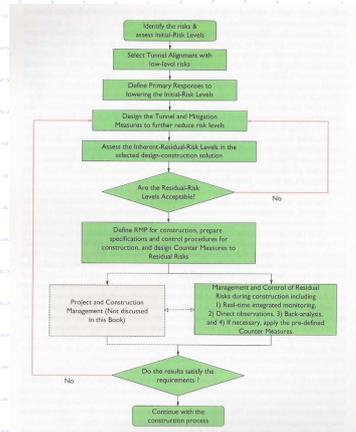
RISCOS EM OBRAS SUBTERRÂNEAS

Identificação, Mitigação e Eliminação



Münchener Rück
Munich Re Group

GeoCompany
Tecnologia, Engenharia & Meio Ambiente



www.geocompany.com.br
55 11 4195-4435

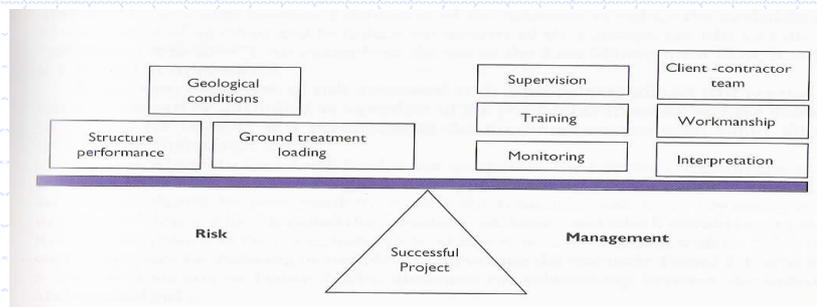
RISCOS EM OBRAS SUBTERRÂNEAS

Identificação, Mitigação e Eliminação



Münchener Rück
Munich Re Group

GeoCompany
Tecnologia, Engenharia & Meio Ambiente



www.geocompany.com.br
55 11 4195-4435

RISCOS EM OBRAS SUBTERRÂNEAS

Identificação, Mitigação e Eliminação



Münchener Rück
Munich Re Group

GeoCompany
Tecnologia, Engenharia & Meio Ambiente

Considerações Finais

Sugestões para minimizar a probabilidade de encontrar condições inesperadas de natureza crítica:

- ◆ Planejamento da investigação geológica - geotécnica em mais de uma etapa, e em função do método construtivo selecionado
- ◆ Selecionar o método construtivo em função das condições geológicas e geotécnicas, utilizando-se análises de riscos e de decisão
- ◆ No início do projeto, identificar os riscos e melhorar as estratégias de controle de riscos efetivos

www.geocompany.com.br

55 11 4195-4435

RISCOS EM OBRAS SUBTERRÂNEAS

Identificação, Mitigação e Eliminação



Münchener Rück
Munich Re Group

GeoCompany
Tecnologia, Engenharia & Meio Ambiente

- ◆ Apoio de A.T.O. (Assessoria Técnica da Obra)
- ◆ Elaborar planos e procedimentos de contingência
- ◆ Aprimorar processos de Engenharia, Projeto e Construção
- ◆ **Necessário implementar a prática corrente em outros países do "Peer Review" (Análise Crítica – Revisão e Validação de Projetos)**
- Contratação pelo Melhor Preço (menor preço final para o conjunto Projeto – Obra – Operação – Manutenção), e não pelo menor preço de construção
- ◆ Iniciar obra com projeto executivo detalhado

www.geocompany.com.br

55 11 4195-4435

RISCOS EM OBRAS SUBTERRÂNEAS

Identificação, Mitigação e Eliminação



Münchener Rück
Munich Re Group

GeoCompany
Tecnologia, Engenharia & Meio Ambiente

Conclusões e Considerações Finais

◆ Implantação de Cultura de Segurança entre:

- Projetistas
- Construtores
- Proprietários

Juntamente com a lista de verificação ("check list") reduzirão os riscos na construção

www.geocompany.com.br

55 11 4195-4435

RISCOS EM OBRAS SUBTERRÂNEAS

Identificação, Mitigação e Eliminação



Münchener Rück
Munich Re Group

GeoCompany
Tecnologia, Engenharia & Meio Ambiente

◆ RMP – Risk
Management Plan

◆ RR – Risk Register

www.geocompany.com.br

55 11 4195-4435

RISCOS EM OBRAS SUBTERRÂNEAS

Identificação, Mitigação e Eliminação



Münchener Rück
Munich Re Group

GeoCompany

Tecnologia, Engenharia & Meio Ambiente

Com isto, os sucessos
serão mais
frequentes, e os
insucessos mais
infrequentes!

www.geocompany.com.br
55 11 4195-4435

RISCOS EM OBRAS SUBTERRÂNEAS

Identificação, Mitigação e Eliminação



Münchener Rück
Munich Re Group

GeoCompany

Tecnologia, Engenharia & Meio Ambiente

“Nenhum projeto de construção está livre de riscos. Riscos podem ser gerenciados, minimizados, compartilhados, transferidos ou aceitos. Mas jamais, ignorados.”



www.geocompany.com.br
55 11 4195-4435