



# BioSoil - Brasil

Martin Soldier  
Sergio Veríssimo Filho

# Conteúdo

1. IA Inteligência Ambiental - Investigação
2. BioSoil - Remediação
3. Filosofia
4. Biorremediação
5. Soil Washing – Lavagem de solo
6. Exemplos de Projetos

# Conteúdo

1. IA Inteligência Ambiental - Investigação
2. BioSoil – Remediação
3. Filosofia
4. Biorremediação
5. Soil Washing – Lavagem de solo
6. Exemplos de Projetos



- **Modelagem Matemática**



- **Trabalhos sob medida**
- **Investigação e Amostragem**
- **Equipe multidisciplinar**



# Investigação Ambiental e amostragem



- **Investigação Ambiental:**

Fase 1 e 2 de acordo com a NBR15.515-1/2

Investigação detalhada – baseado na análise de risco (RCBA)

- **Monitoramento Ambiental:**



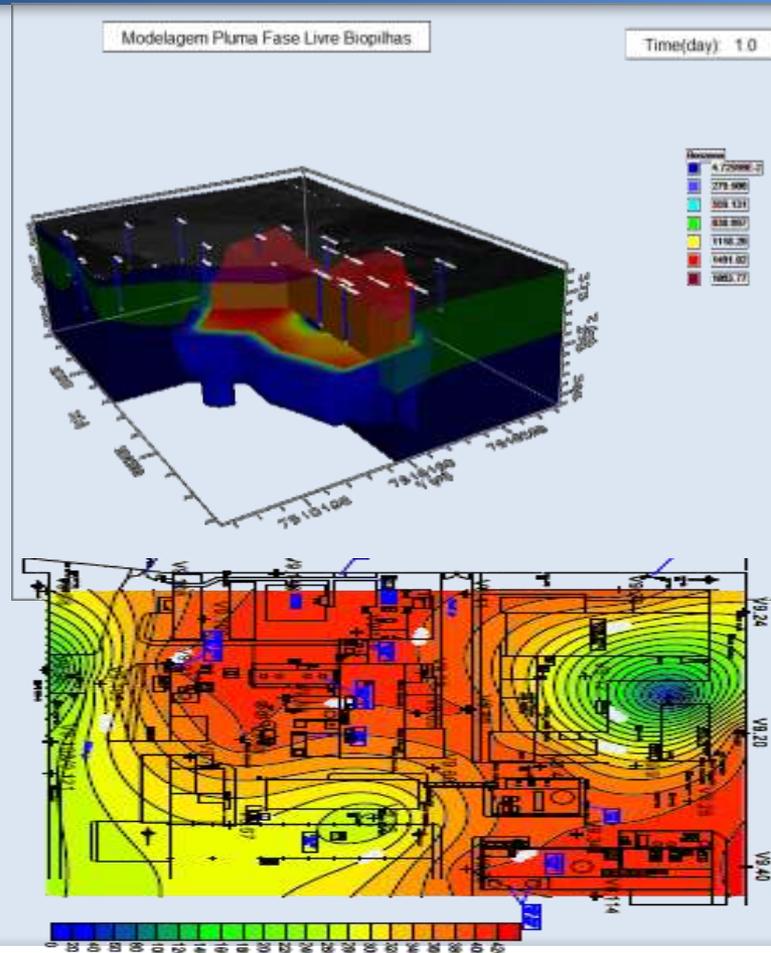
# Modelagem Numérica de Contaminantes

## Modelagem matemática

Caracterização em alta resolução visando a elaboração de modelos tridimensionais de fluxo e transporte de contaminantes.

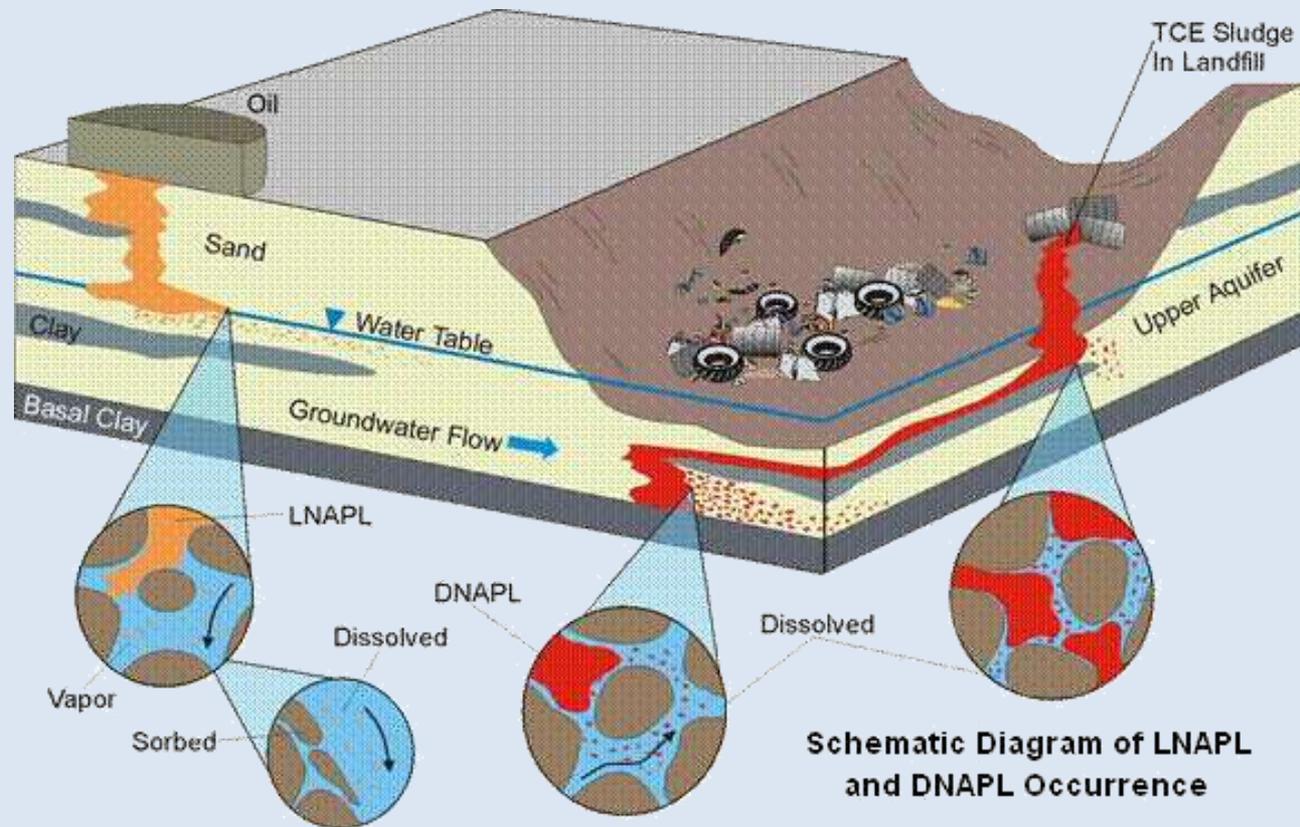
## Software

ModFlow / FeFlow  
Surfer  
ArcGis





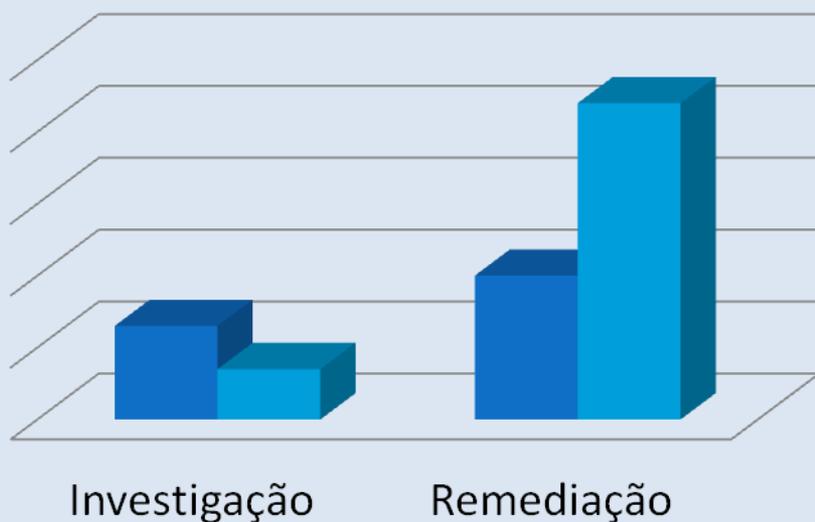
# Exemplo de Contaminação





# Conceito e Diferenciais

**Gráfico Comparativo  
Investigação x Remediação**



- **Conceito**  
Investigar, investigar, investigar para depois tratar.
- **Contrato de Risco**  
Fim das surpresas  
Preço estabelecido em contrato sem futuras alterações.
- **Excelente custo x benefício**

# Conteúdo

1. IA Inteligência Ambiental - Investigação
2. BioSoil - Remediação
3. Filosofia
4. Biorremediação
5. Soil Washing – Lavagem de solo
6. Exemplos de Projetos

# BioSoil



## Contratos Ambientais

- Especialistas: In situ / on site
- Tratamento de águas residuais

## Inovação & Expertise

- Pioneiro em Biorremediação
- P&D

## Orientado ao Cliente

- Contrato orientado ao cliente (80%)
- Sob medida, soluções específicas para áreas

## Grupo BioSoil

- AF&F (Algae Food and Fuel)
- Comon Invent (E-noses)
- HMTE (Soil heating, electroreclamation)





## Europa

- Holanda
- Alemanha
- Itália
- Bélgica
- França
- Finlândia
- Luxemburgo
- Rússia
- Geórgia
- Suíça

## Ásia

- Japão
- Taiwan / Formosa

## Américas

- Canadá
- Chile
- Brasil

## África

- Tanzânia

and Germany **Belgium** Luxembourg England Switzerland Italy Finland Russia Japan Canada Brazil Chile Holland Germany Belgium  
Luxembourg England Switzerland Italy **Finland** Russia Japan Canada Brazil Chile Holland Germany Belgium **Luxembourg** England  
Switzerland Italy Finland Russia Japan Canada Brazil Chile Holland Germany Belgium Luxembourg England Switzerland Italy Finland  
ia Japan **Canada** Brazil Chile Holland Germany Belgium Luxembourg England **Switzerland** Italy Finland Russia Japan Canada Braz

**Alguns Clientes:** Multinacionais (e: Shell, BASF, Novartis, Philips, Vopak, DuPont, Whirlpool, Total Fina, etc.)



# Características:

**Contaminantes:** TPH, BTEX, PAH  
cVOC, TCA, DCA, CB, cresóis, fenóis  
metais, sulfatos

**Tecnologia:** Remediação In-situ (70%):

- Biológica aeróbica / anaeróbica
- SVE
- Química
- Térmica

Remediação On-site:

- biológica aeróbica / anaeróbica
- Soil washing / Lavagem de solo

# Conteúdo

1. IA Inteligência Ambiental – Investigação
2. BioSoil - Remediação
- 3. Filosofia**
4. Biorremediação
5. Soil Washing – Lavagem de solo
6. Exemplos de Projetos

# Filosofia da Empresa



Sustentável Tranquilidade

Confiança

Flexível

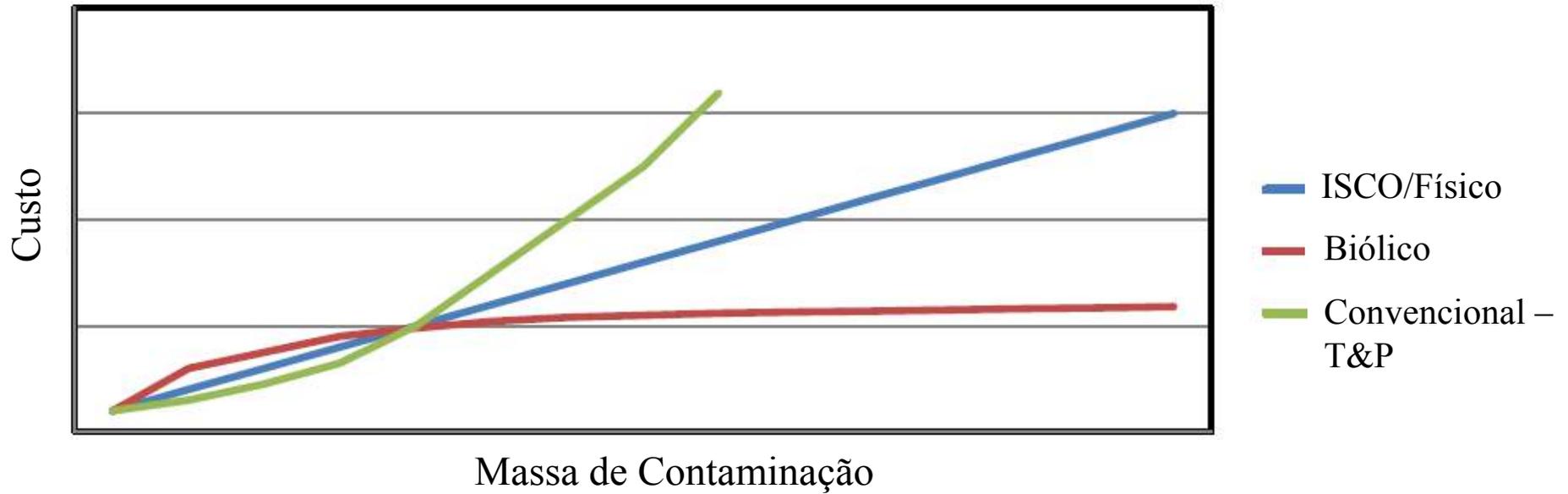
Viável

# Princípios do conceito de Remediação BioSoil

- Custo – Técnica de seleção “massas independentes, evitando a transferência dos cVOC da água para a fase vapor (minimizando o fluxo de gases contaminados, evitando caros tratamentos de gases,...)
- Efetividade – Técnica(s) que permitem lidar simultaneamente com todas as diferentes fases da contaminação. (fases: saturado / insaturado / sorvido / NAPLE / dissolvida)
- Sustentabilidade – baixo consumo ou redução de energia, fluxos de resíduos, descargas de efluentes ou seja deixar ajudamos a natureza fazer o seu trabalho.
- Flexibilidade – o sistema pode ser ajustado a mudança nas condições da área, devido ao nosso elevado nível de expertise
- Diversificar – usar a melhor das diferentes técnicas

# Eficiência de Custo

## Custo vs massa



# Conteúdo

1. IA Inteligência Ambiental – Investigação
2. BioSoil - Remediação
3. Filosofia
- 4. Biorremediação**
5. Soil Washing – Lavagem de solo
6. Exemplos de Projetos

# Remediação Biológica - In-situ

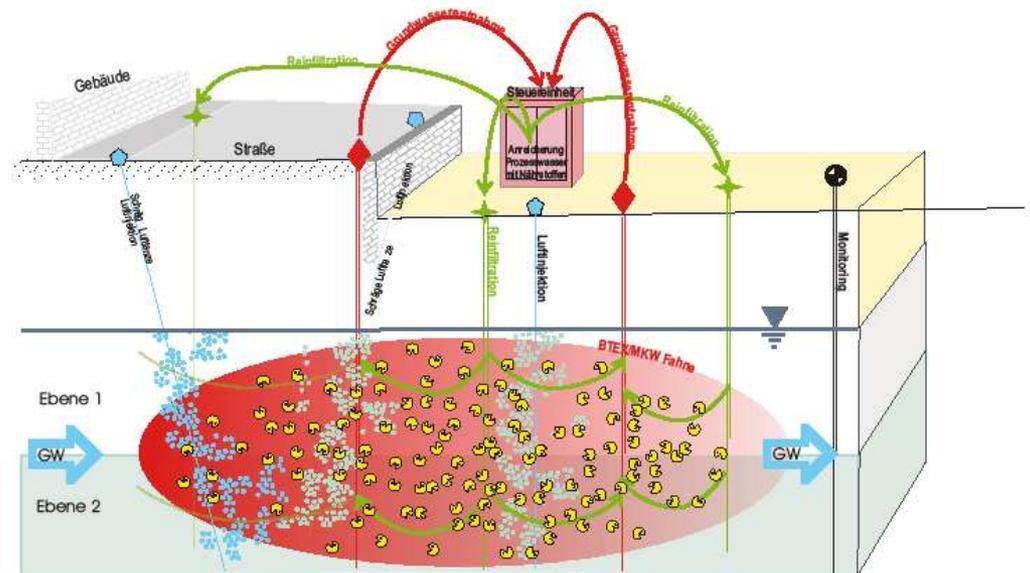
Remediação Biológica = otimização do ambiente de degradação natural por:

## Processo Aeróbico:

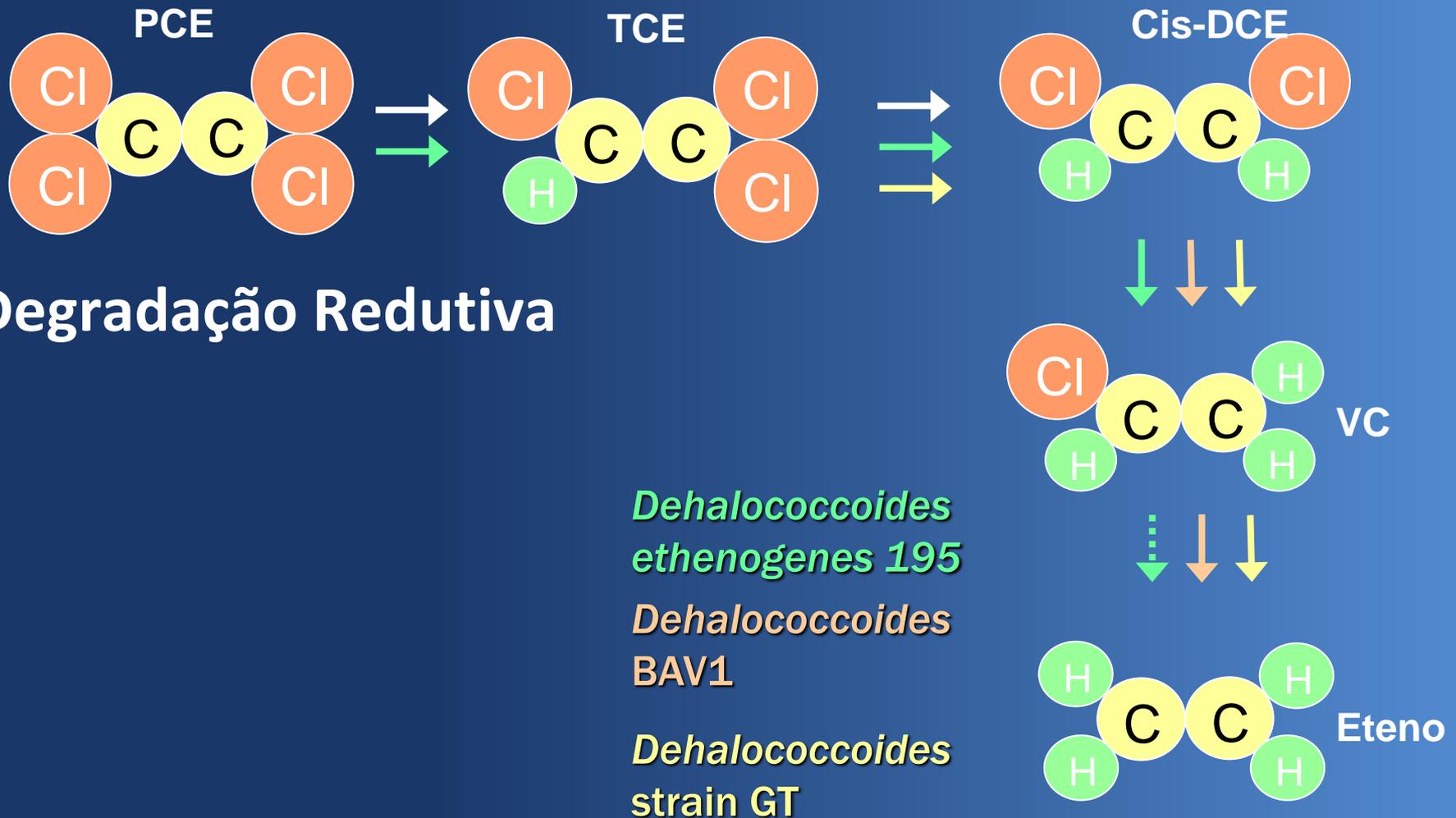
- Injeção de Ar
- Circulação das águas subterrâneas + distribuição de nutrientes

## Processo Anaeróbico:

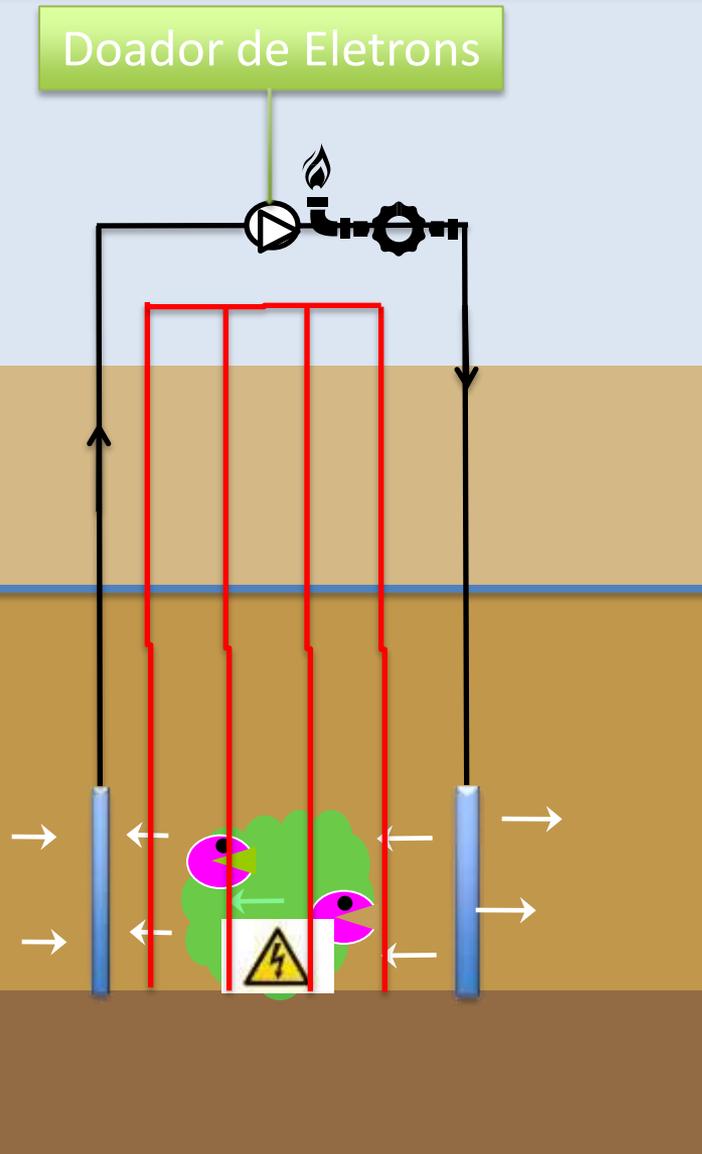
- Circulação das águas subterrâneas + distribuição do doador de elétrons Percol



*Desulfitobacterium, Sulfurospirillum, Dehalobacter, Desulfuromonas*



# Sistema - Biorremediação + aquecimento



## Sistema In-situ

- Solo é biorreator
- Circulação contínua + baixa dosagem de substrato
- Distribuição do substrato + bactérias
- Mobilização + degradação dos cVOC
- Superficial ( ) ou Sub-superficial ( ) sistema de aquecimento



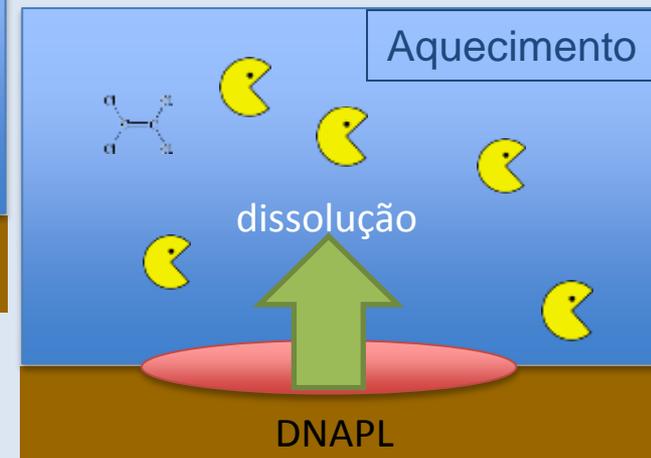
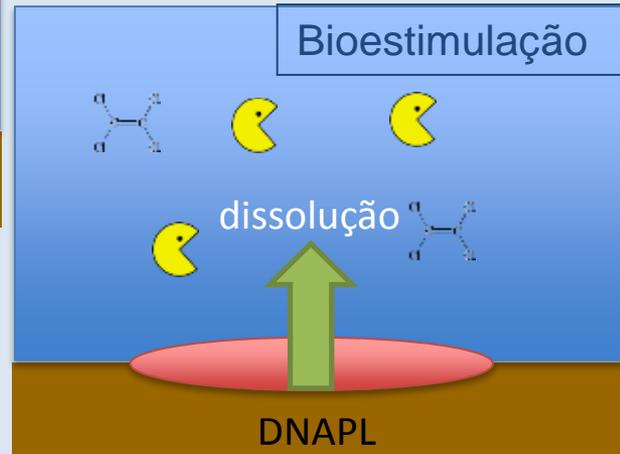
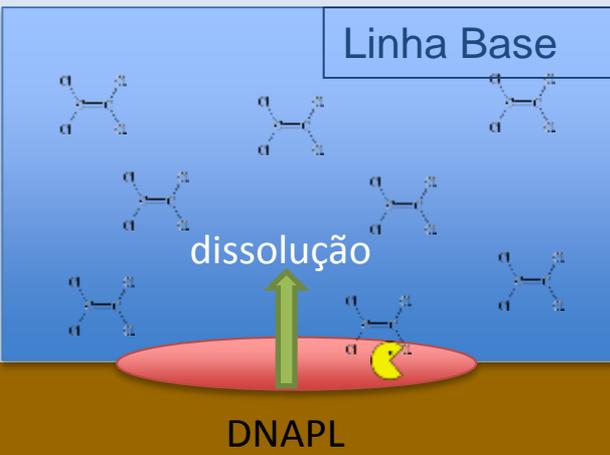
# Remediação da fonte – Biorremediação + aquecimento

- aquecimento:
  - Aumento da mobilização - difusão ↑
  - viscosidade ↓
  - Aumento da degradação - Cada 10°C ↑ dobra a atividade
  - “Dissolução Biorreforçada” (até 16 x)

Table 8. Effect of temperature variation between 5°C and 40°C on properties.

Property	Change	Source
Density (water)	-1%	<i>AICHE</i> [1985]
Density (PCE)	-3%	<i>AICHE</i> [1985]
Viscosity (water)	-57%	<i>AICHE</i> [1985]
Viscosity (PCE)	-31%	<i>AICHE</i> [1985]
Diffusivity (PCE in water)	+162%	<i>Tyn and Calus</i> [1975]
Interfacial tension	±1%	measured
Solubility (PCE in water)	-2%	measured

# Princípios - Biorremediação e aquecimento



# Conteúdo

1. IA Inteligência Ambiental – Investigação
2. BioSoil - Remediação
3. Filosofia
4. Biorremediação
- 5. Soil Washing – Lavagem de solo**
6. Exemplos de Projetos

# Distribuição dos contaminantes

Ligados aos minerais da argila

- Metais pesados

Ligados a matéria orgânica

- pesticidas
- PAH's
- óleo Mineral

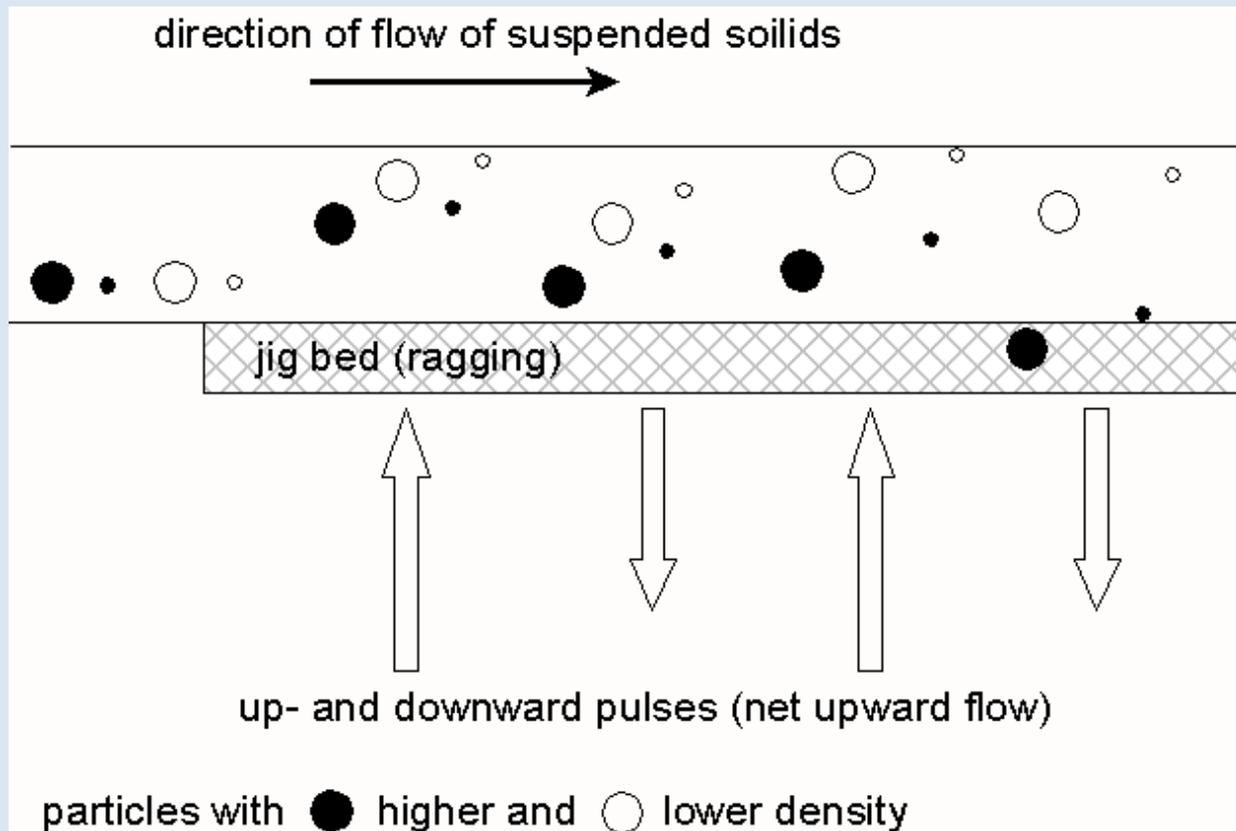
Distribuído por varias frações

- óleo mineral
- PAH's

Partículas

- Alcatrão
- Metais
- Cinzas
- Amianto

# Princípio da Separação



# Princípios do Soil Washing / Lavagem do solo

Redução do volume para disposição, pela separação do solo em diferentes frações:

- Separação do contaminante fino/leve (lodo) fração (lutum e orgânico) do solo (→ *Disposição*)
- Produção areia limpa (→ *Reuso*)
- Produção de cascalho limpo (→ *Reuso*)

# Sistema - Soil Washing

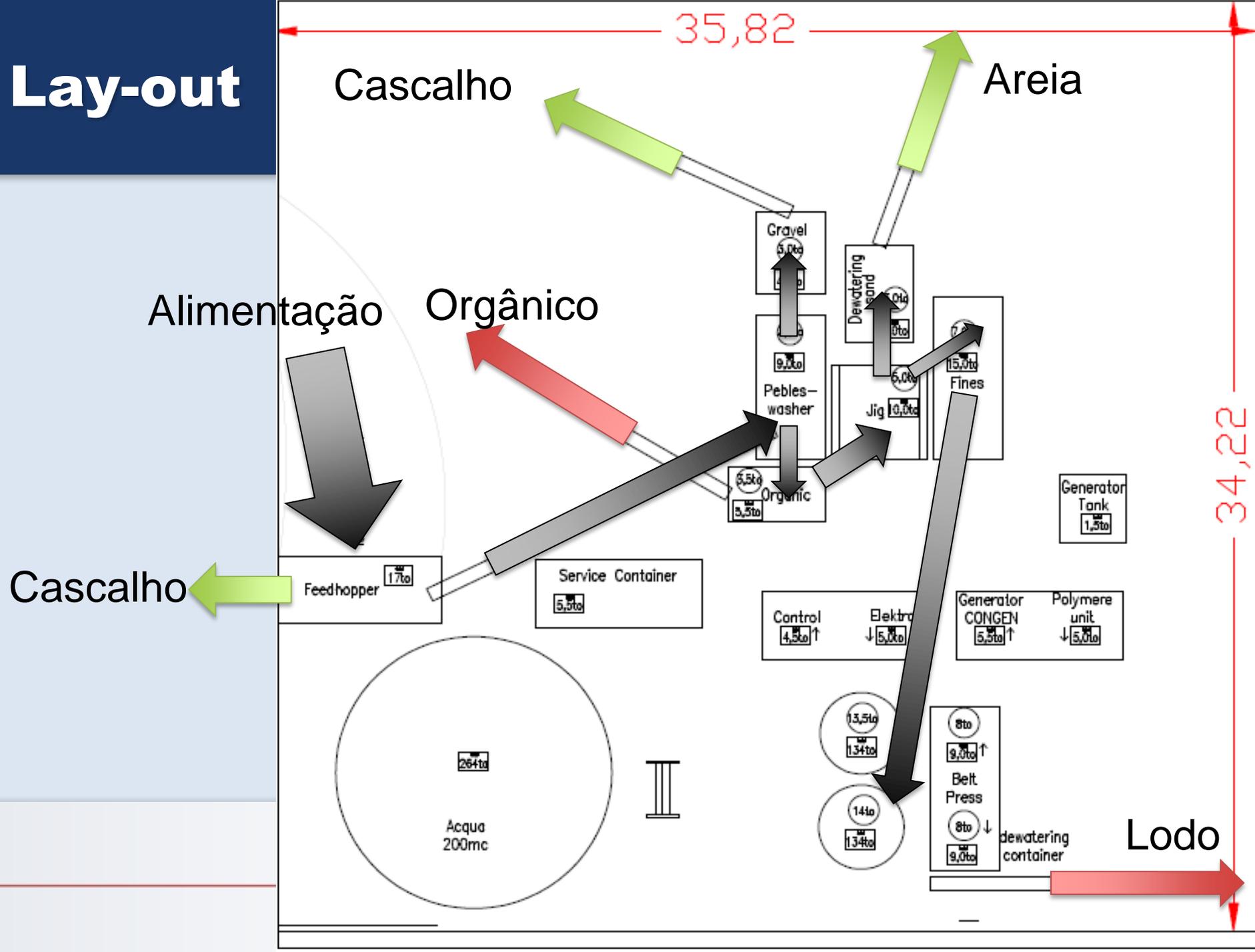
Sistema consiste de:

- Diferentes fases de peneiras para remover o material grosseiro (cascalho)
- Peneiras pulsatórias para a separação da (areia e lodo)
- Drenagem do lodo (filtro prensa)

Processo de separação por peneira pulsatória:

- classificação = separação por tamanho
- Tipificação = separação por densidade

# Lay-out



# Características do Sistema Móvel

- Transporte do sistema: aprox. 14 trailers
- Período de instalação: aprox. 2 semanas
- Capacidade de tratamento de solo contaminado: 25-40 ton./hr
- Sistema fechado de circulação de água, 250m<sup>3</sup> água no sistema (3-5 m<sup>3</sup>/hr entrada de água)
- Operado por 1 operador e 1 pá carregadeira

# Conteúdo

1. IA Inteligência Ambiental – Investigação
2. BioSoil - Remediação
3. Filosofia
4. Biorremediação
5. Soil Washing – Lavagem de solo
6. Exemplos de Projetos

# Projetos



- [Quilicura Chile](#)
- [Oostdijk](#)
- [Laakhaven](#)
- [Nordhorn](#)
- [Cassinetta](#)
- [Zwanenburg](#)
- [Wageningen](#)
- [Vopak](#)
- [Vuurland Chile](#)
- [Soil Washing](#)

In-situ aeróbico / BLE

In-situ aeróbico

In-situ anaeróbico

In-situ anaeróbico

In situ anaeróbico

In-situ aquecimento+bio

Bioscreen anaeróbico

On-site aeróbico

On-site aeróbico

On-site físico

# Quilicura Chile



# Descrição do projeto

- Solo e águas subterrâneas contaminadas com BTEX e estireno
- Contaminação chegou até 16 m de profundidade
- A contaminação abrange uma área de 1.5 ha.
- Nível d'água a 10,5 m
- Estrutura do solo muito complexa
- Planta em operação

# Abordagem da remediação

Zona Saturada: Degradação biológica melhorada  
Zona insaturada: Extração de vapor do solo

# Resultados do projeto

Após a remediação, uma verificação final foi executada por outra consultoria, cerca de 40 amostras de solo foram coletadas, sendo que somente duas amostras ultrapassaram o limite de detecção :

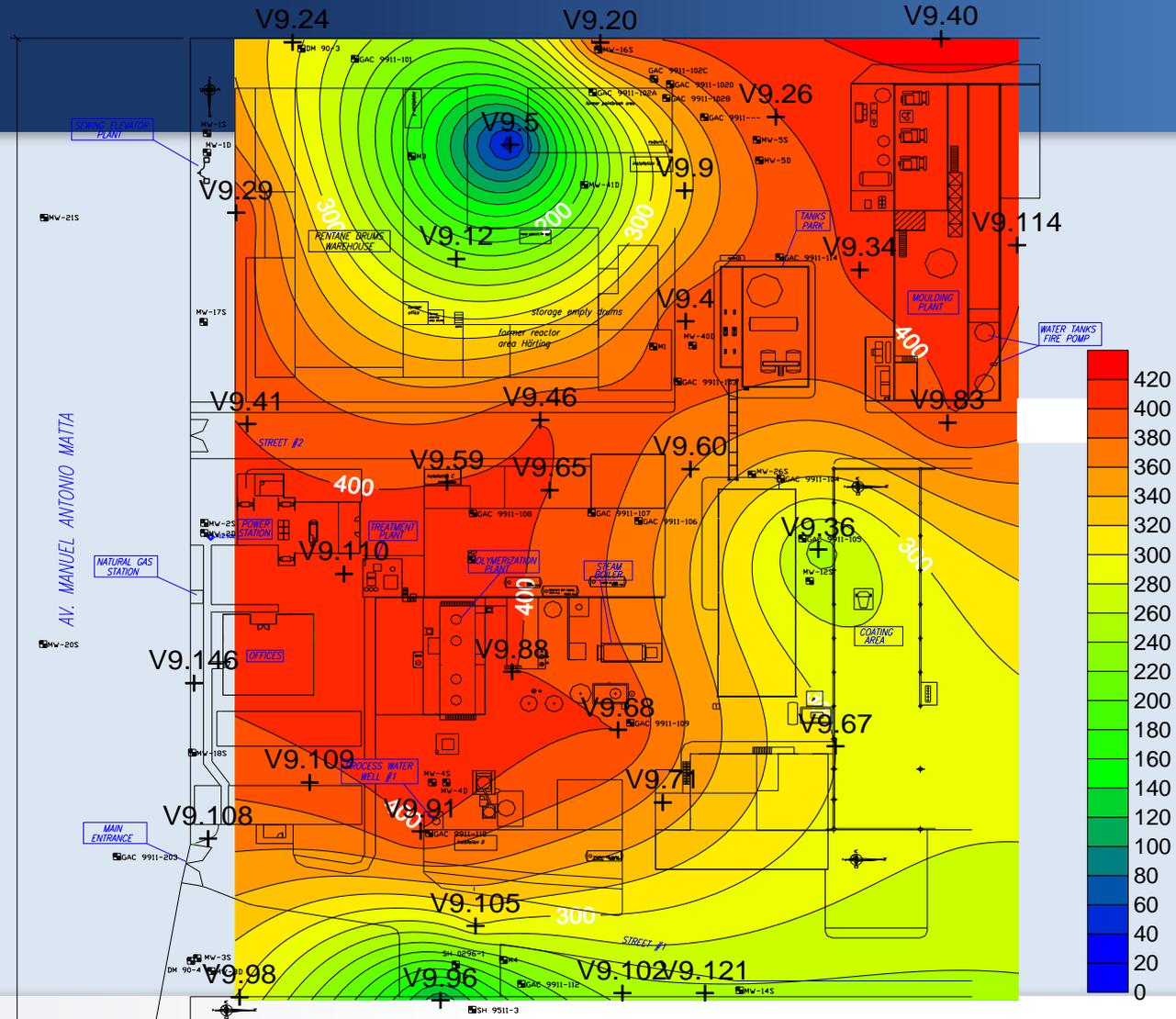
Parâmetro	Inicial	Objetivo Solo (mg/kg)	Amostra - B26 (7,5-8,0 m-mv)	Amostra - D16-15 (8,0-8,5 m-mv)
Benzeno	22,0	0,3	<	<
Tolueno	27,3	7	<	<
Ethilbenzeno	341,3	5	<	0,06
Xyleno	2.616,6	25	<	0,43
Stireno	20.000,0	25	0,38	5,3

# Resultados – Águas Subterrâneas

Após a remediação, uma verificação final foi executada por outra consultoria, cerca de 40 amostras de água foram coletadas, sendo que apenas uma amostra excedeu o limite de detecção :

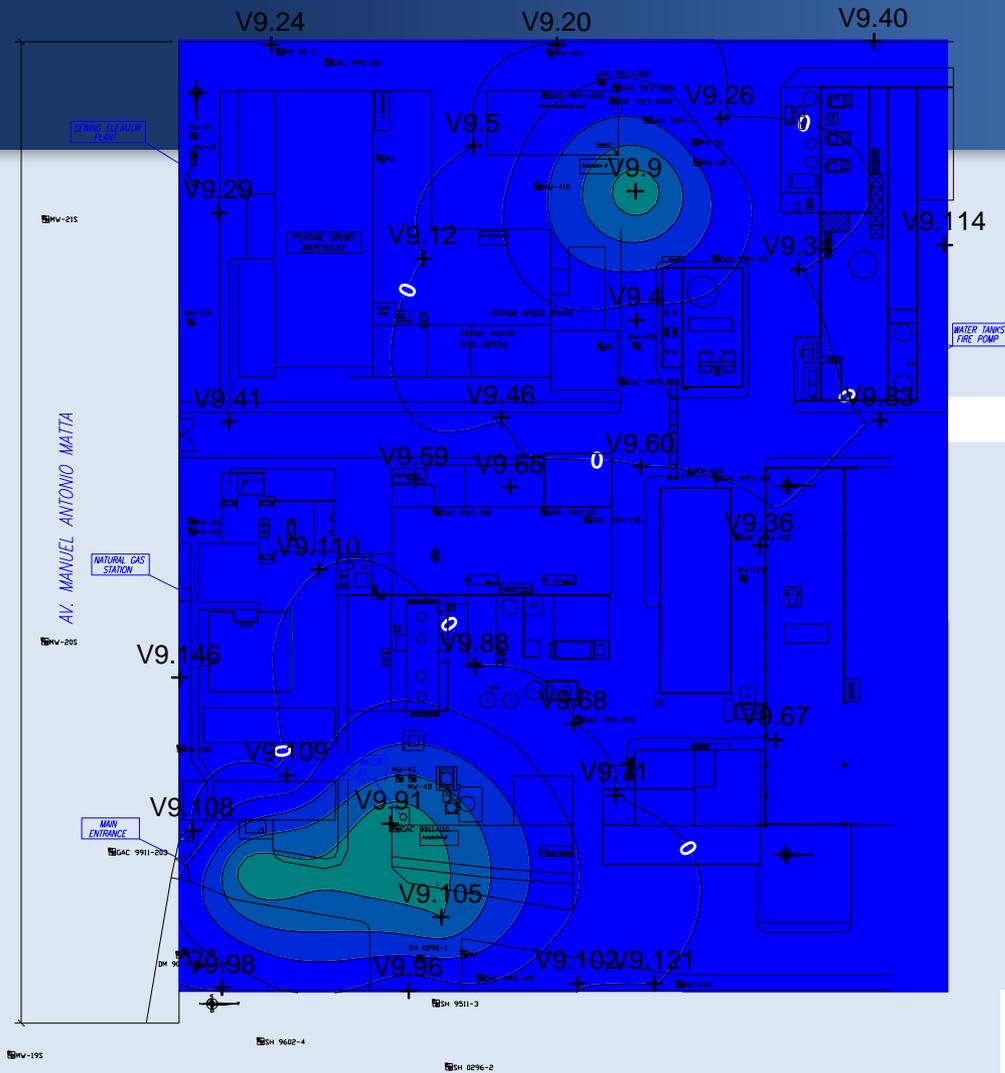
Parâmetro	Start	Objetivo Águas sub.(µg/l)	Campanha I (Julho 2009)	Campanha II (Novembro 2009)
Benzeno	840	700	<	GAC911-112 (1,0 µg/l)
Tolueno	51.100	10.000	<	<
Ethilbenzeno	46.800	10.000	<	GAC911-112 (0,39 µg/l)
Xyleno	1.146.000	5,000	<	GAC911-112 (0,44 µg/l)
Stireno	32.100	5,000	<	<

Vapor extraction - Xylene - (ppm) (August 2004)



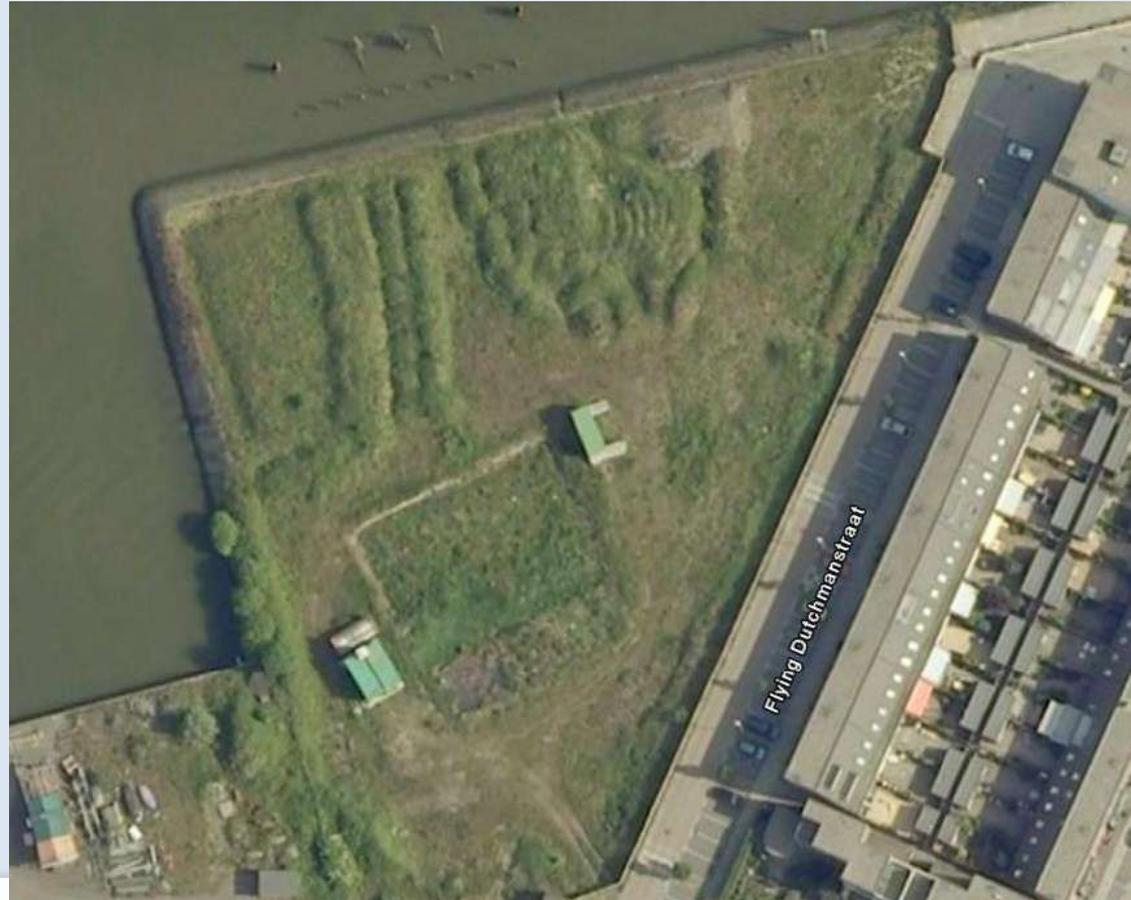


Vapor extraction - Xylene - (ppm) (November 2005)



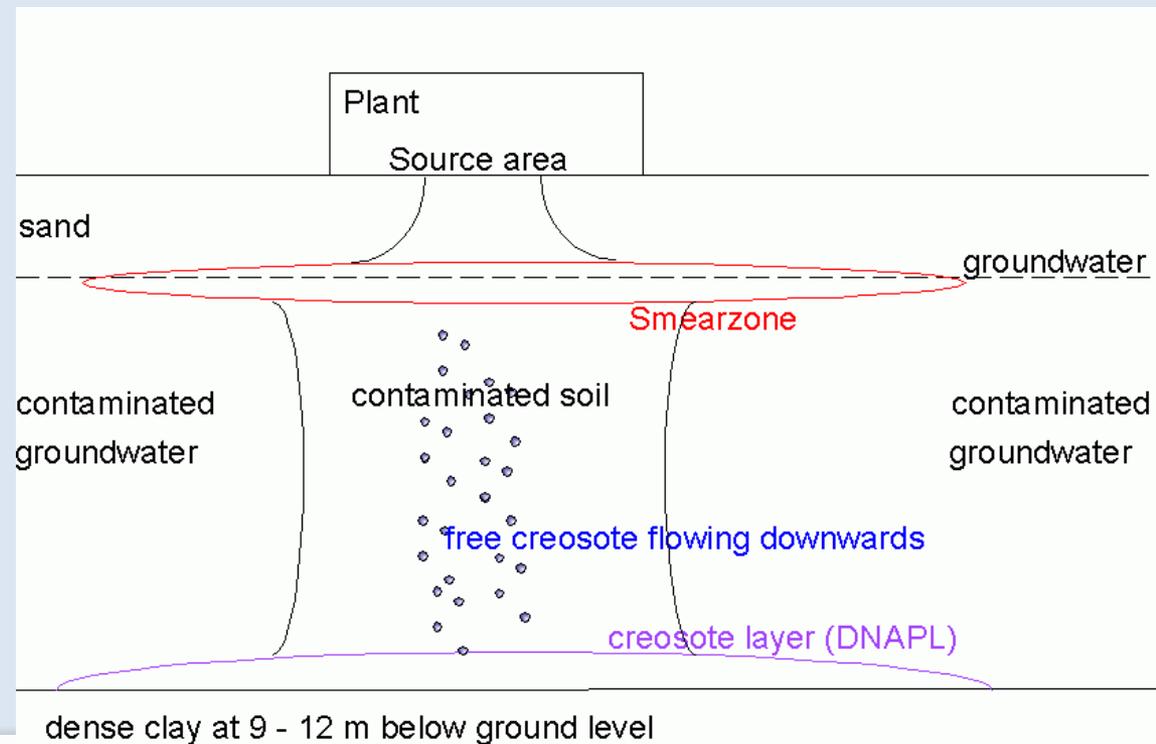


# Oostdijk



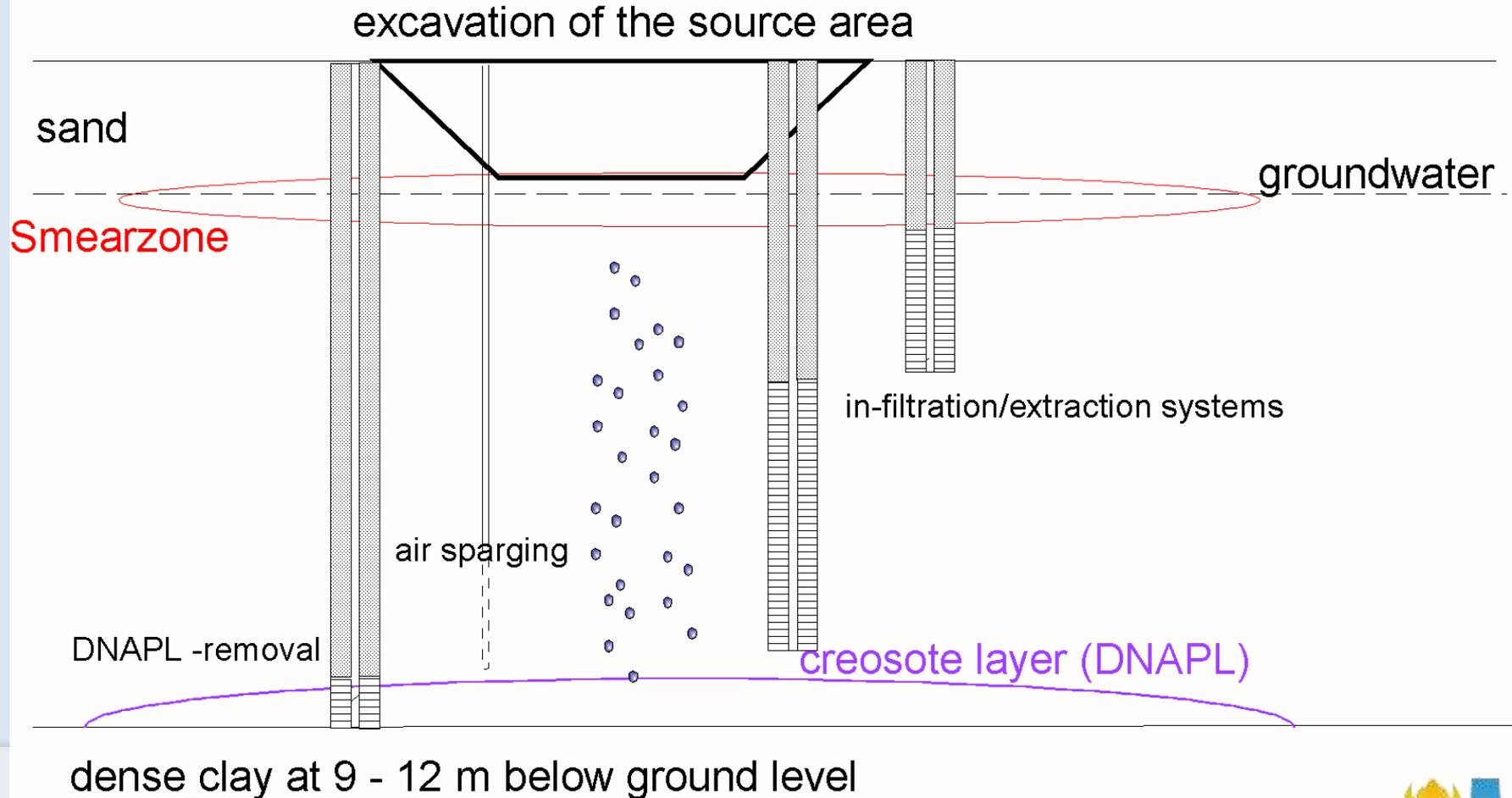
# Descrição do Projeto

- Instalação de impregnação de madeira
- Contaminado com creosoto (PAH, Fenóis, óleo mineral, BTEX)
- Presença de DNAPL



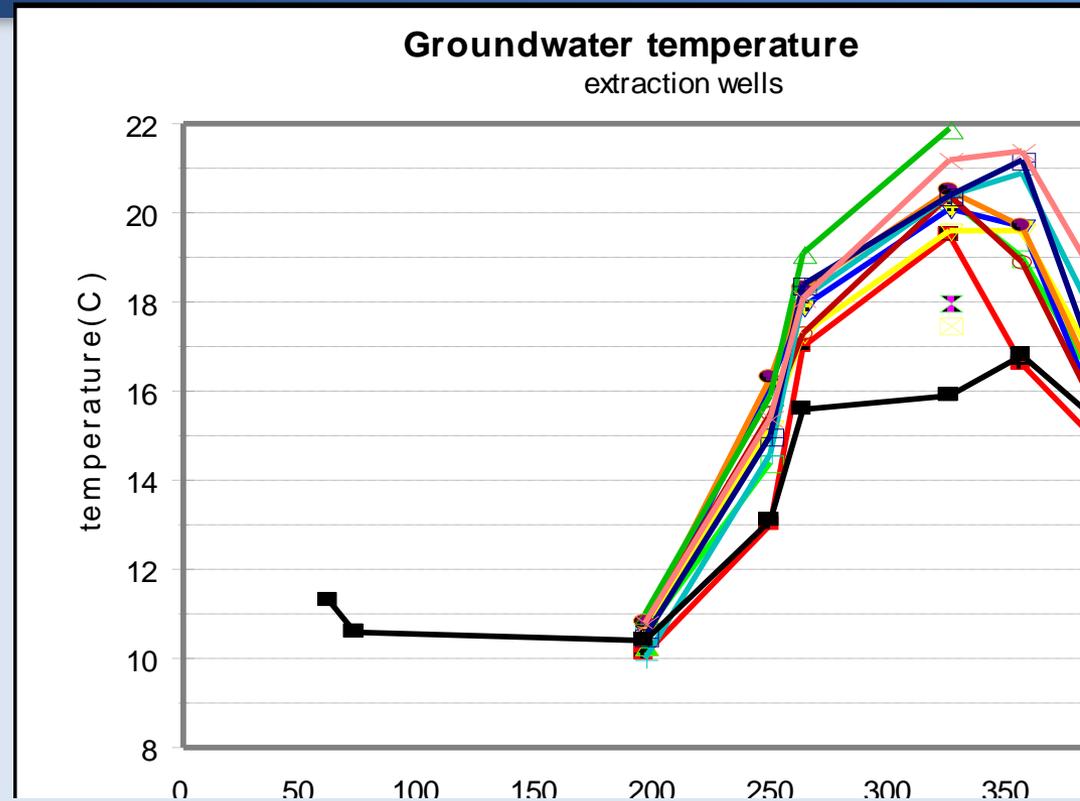
# Abordagem da Remediação

Decontamination approach

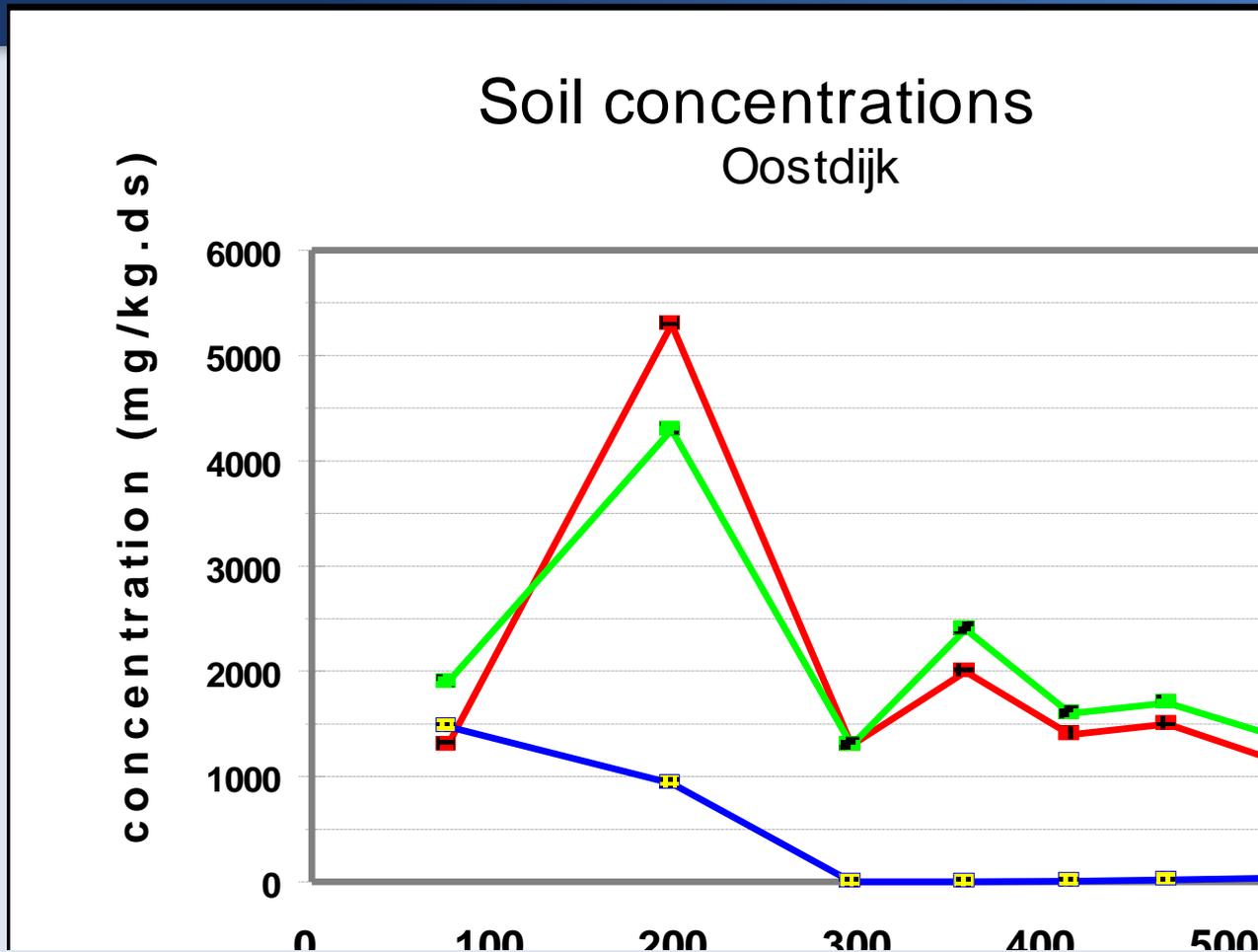


# Resultados

- Aumento da temperatura – tabela ao lado.
- Remoção de 35 toneladas de fase livre



# Resultados



# The Hague

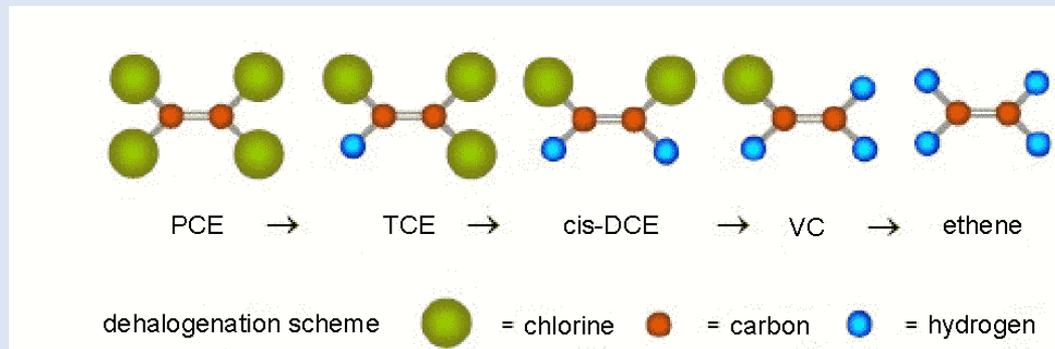


Remediação In-situ da contaminação de hidrocarbonetos clorados em The Hague

# Descrição da remediação

- Antiga área industrial com pequenas empresas
- metalurgia, limpeza química
- 3 seções contaminados

Descontaminação por desalogenação anaeróbica



Baseada na atenuação natural estimulada pelo fornecimento de doador de elétrons.

# Abordagem da Remediação



Solo arenoso com até 20 m de profundidade com uma camada de turfa a 3 metros de profundidade.

Combinação entre remediação e desenvolvimento, o sistema de remediação foi instalado durante a construção, e a remediação in-situ continuou durante a construção e quando o empreendimento foi aberto.

Alvo – Cloreto de Vinila (VC) - 3 µg/l

# Resultados da remediação

Concentração VOCs ( $\mu\text{g/l}$ ) (profundidade)	Seção A		Seção B		Seção C	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
0-3 m-gl	100	< 0.5	10.0	< 0.5	460	< 0.5
4-7 m-gl	DNAPL	< 10	80.0	1.0	11,060	< 10
10-12 m-gl	1,000	< 0.5	5.4	< 0.5	306	< 0.5
12-15 m-gl	800	< 0.5	1.0	< 0.5	1.9	< 0.5
15-19 m-gl	100	< 0.5	0.6	< 0.5	5.0	< 0.5