

FAAP
Desde 1947

Estaca Hélice Contínua Monitorada
Contenções em Parede Diafragma atirantada
Manutenção em equipamentos de fundações

8º Curso
ENGENHARIA APLICADA ÀS OBRAS DE FUNDAÇÕES E CONTENÇÕES

[mais informações](#)

Inscrições Gratuitas até 11/07
Vagas Limitadas

INSTITUTO DE ENGENHARIA
1916

Estaca Escavada, Barrete e Raiz
Provas de Carga, Hidrofresa
Obras Geotécnicas e de Fundações na transposição do Rio São Francisco



Tecnologia em Bentonitas

Áreas de Negócio

- Bentonitas para Fundição
Veja mais ...
- BUN Mud Solutions**
Veja mais ...
- Filtrantes e Clarificantes
Veja mais ...
- Pelotização e Aglomeração
Veja mais ...
- Perfuração
Veja mais ...
- Tintas**
Veja mais ...
- Outras
Veja mais ...

Fluido de Perfuração - Definição

- São gases, líquidos e líquidos com sólidos em suspensão que circulam no poço / furo, devendo possuir a capacidade de não reagir com as formações com as quais entrem em contato.
- O fluido deve apresentar características físicas e químicas apropriadas e desempenhar funções específicas.

Classificação

- São tradicionalmente classificados de acordo com seu constituinte principal:
 - Fluido Aerado (fluxo de ar ou gás natural injetado no poço a alta velocidade);
 - Fluidos a base de óleo (fase contínua – óleo);
 - Fluidos a base de água (fase contínua – água).

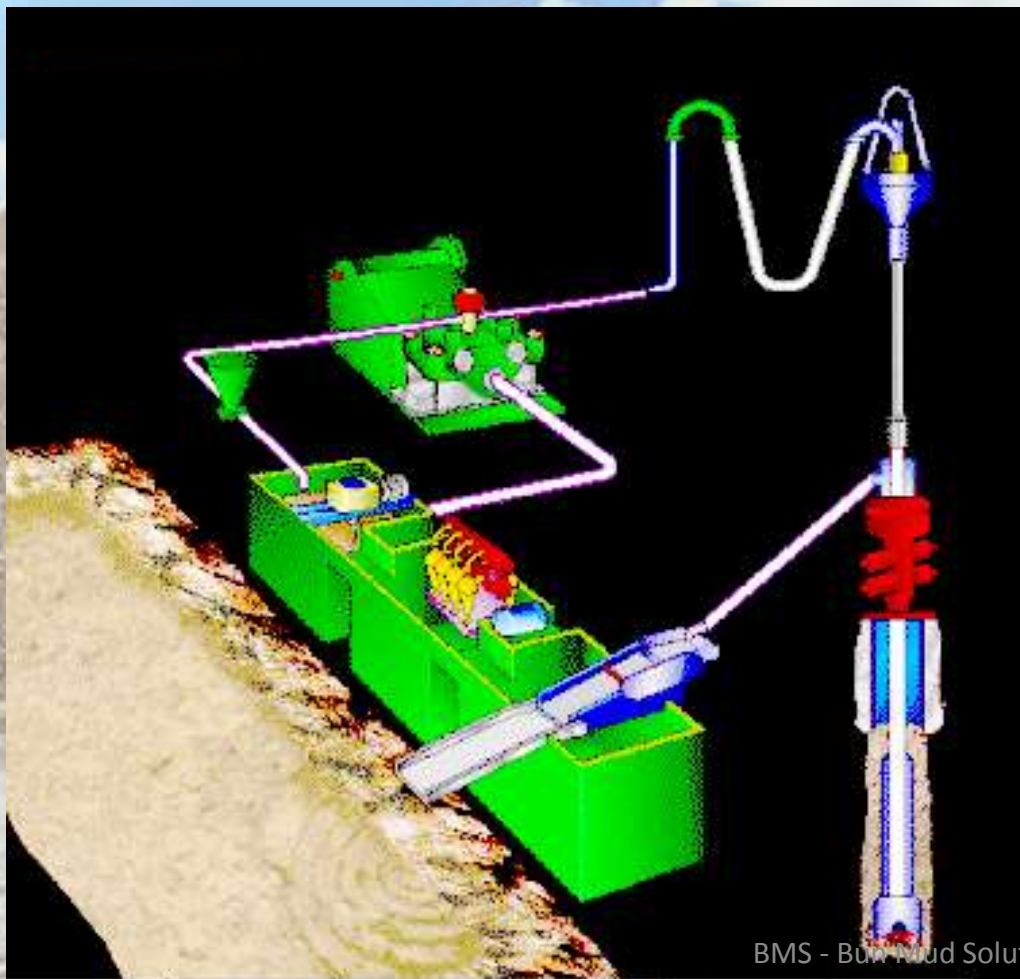
Classificação

- Fluidos Aerado:
 - Ar seco;
 - Fluido composto de agente espumante e ar;
 - Fluidos aerados que consistem em uma lama com ar injetado para remover sólidos perfurados
 - Principal aplicação: zonas de baixa pressão de formação.
 - Vantagem: permite a perfuração de zonas fraturadas, cavernas e formações diversas; Pesquisas mais rápidas
 - Desvantagem: Imprecisão da amostragem; Perfuração em terrenos com matacões e argilas.

Classificação

- Fluidos a base de água
 - Mais utilizados em todo o mundo
 - Porcentagem de água: concentração maior que 90 %
 - Podem ser:
 - Água limpa
 - Água com agregados de argilas
 - Água com aditivos poliméricos
 - Água com uma combinação de argilas e polímeros (ideal)

Sistema e suas funções



BROCA

- limpeza
- lubrificação
- esfriamento
- transmissão

COLUNA DE PERFURAÇÃO

- suportar peso da coluna
- inibir corrosão
- impedir aprisionamentos

POÇO

- controlar pressões
- transportar o recorte
- estabilizar as paredes
- inibir as argilas hidratáveis
- manter sólido em suspensão
- descarregar bem
- controle de filtrado e reboco
- permitir boa amostragem

PESSOAL

- manuseio de produtos atóxicos

MEIO-AMBIENTE

- uso de produtos biodegradáveis
- uso de isentos de metais pesados

ANÁLISE DE CADA FUNÇÃO

- BROCAS
 - Limpeza
 - Pressão suficiente nos jatos
 - Evita o enceramento
 - Velocidade de retorno
 - Viscosidade
 - Agentes inibidores de argilas
 - Baixo teor de sólidos
 - Lubrificação
 - Agentes lubrificantes
 - Baixo teor de sólidos
 - Esfriamento
 - Quantidade de calor



- COLUNA DE PERFURAÇÃO

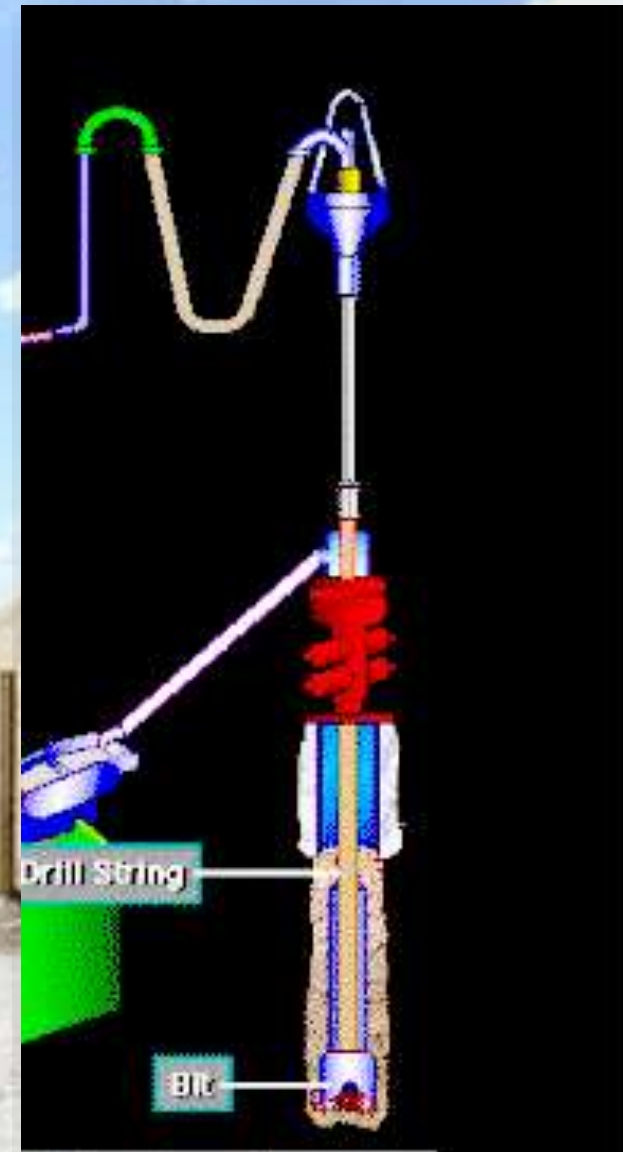
- Suportar parte do peso

O empuxo é responsável por diminuir o esforço do guincho, dependendo da densidade.

- Fator positivo: ferramenta fica mais leve
- Fator negativo: pode diminuir o avanço de perfuração

O alívio para hastes 4½” e D = 9,5 lb/gal é de 12-13%

- Inibir Corrosão
- Química: controle de pH (8,5 – 9)
- Física: redução da abrasão pela lubrificação, controle da velocidade anular, teor de sólidos baixo



PRINCIPAIS TIPOS DE TRANCAMENTOS

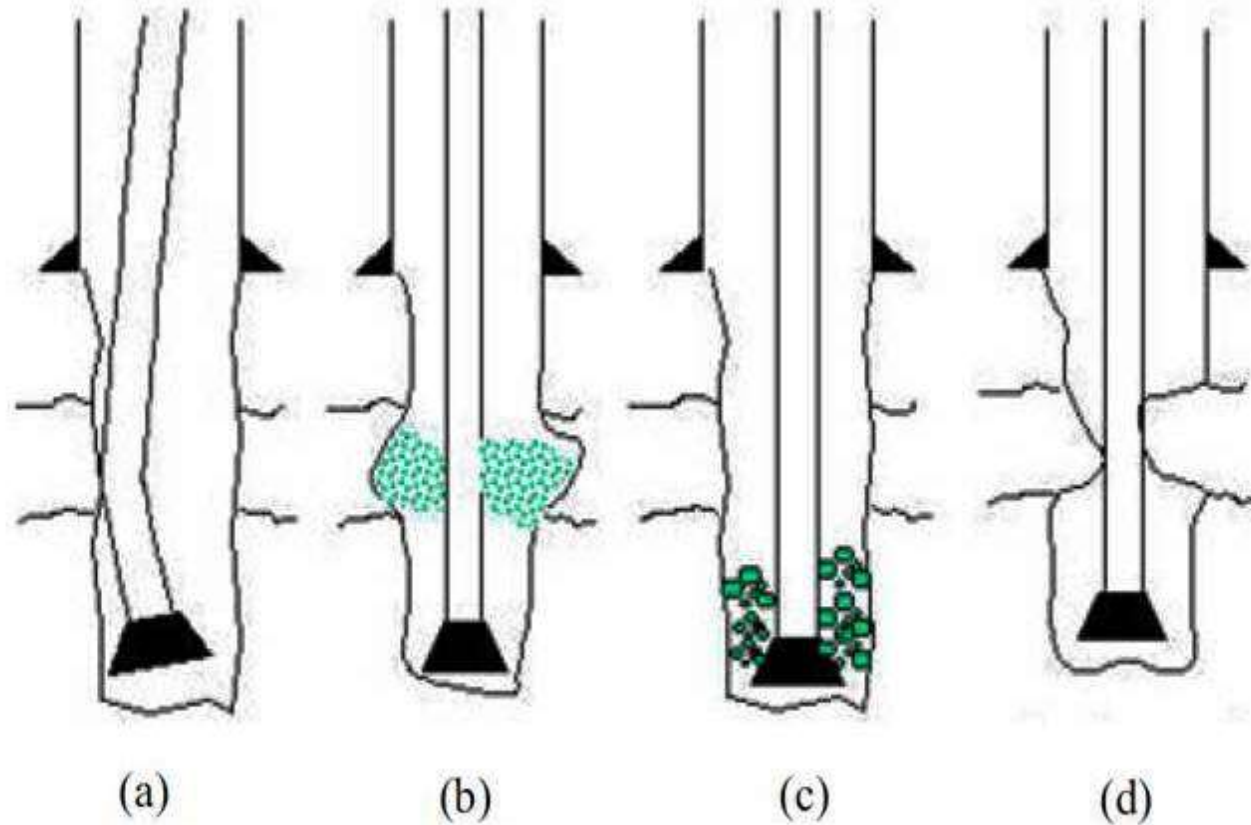


Figura 1: Prisão de coluna de perfuração por (a) diferencial de pressão e por prisão mecânica: (b) desmoronamento, (c) embuchamento e (d) inchamento de argila [9].

- COLUNA DE PERFURAÇÃO

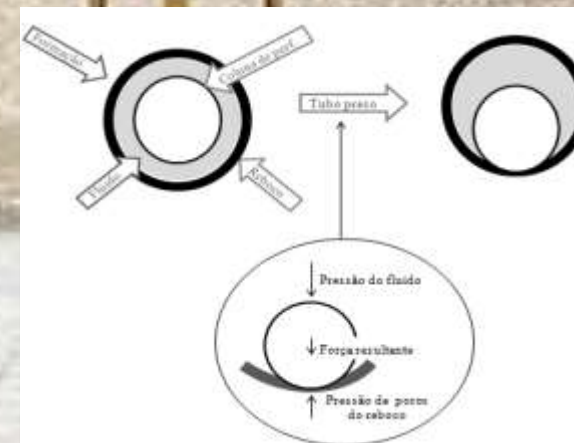
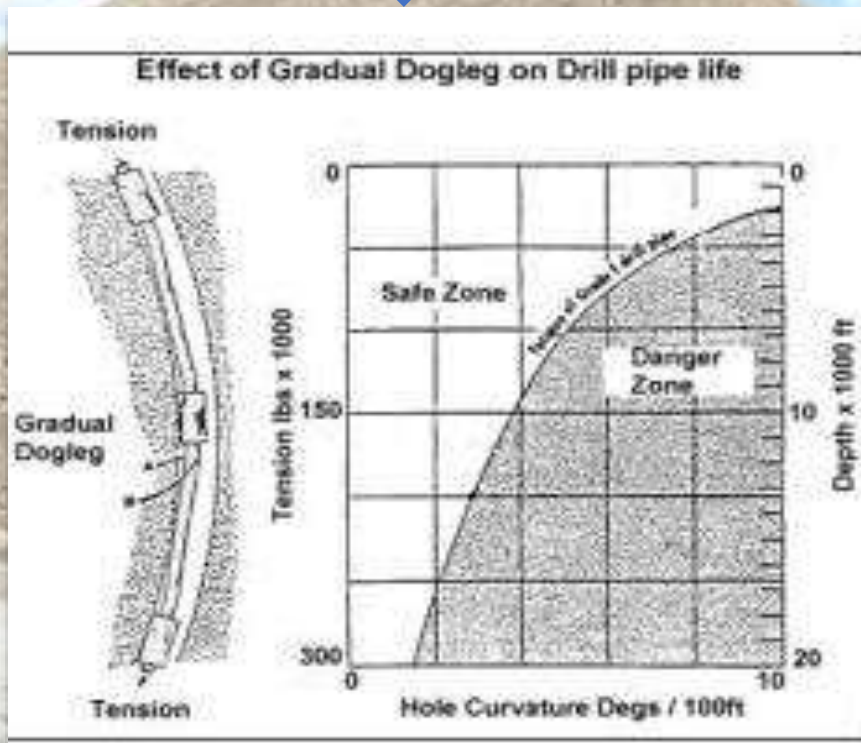
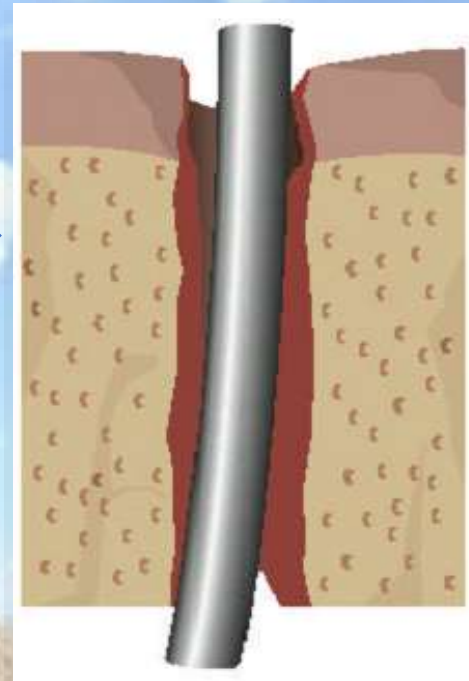
- Impedir Prisão da Coluna

Causas da Prisão: - diferencial

- cascalho, cones

- dogleg (chaveta)

- furo sub-calibrado



1. POÇO

1.1. Controlar as pressões de sub-superfície

Ph = pressão hidrostática do fluido

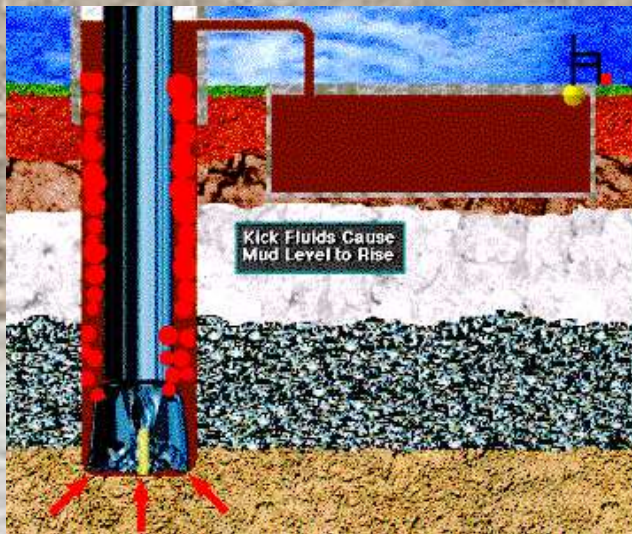
Pf = pressão da formação

Ph = Pf, equilíbrio desejável mas perigoso

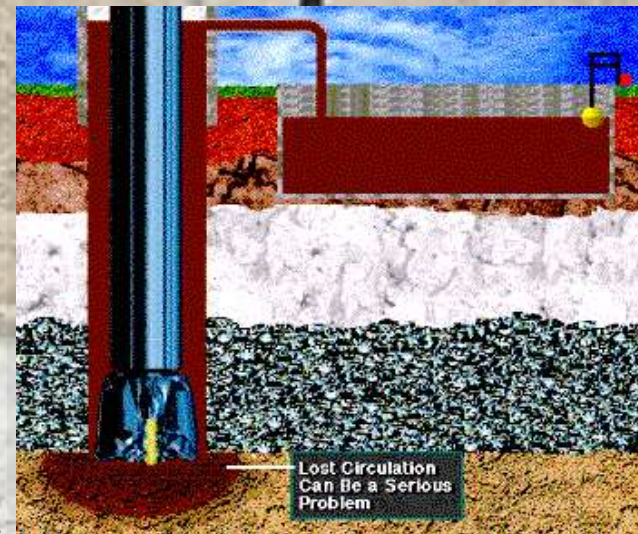
Ph < Pf, ocorrem desmoronamentos e estreitamentos de furo em folhelho

Ph > Pf, situação normal para estabilização do furo; filtrado invade a Fm, formando reboco

Ph >> Pf, danos a Fm por excesso de pressão do Fluido, ocorrem fraturamento e fugas com perdas de circulação



Ph << Pf

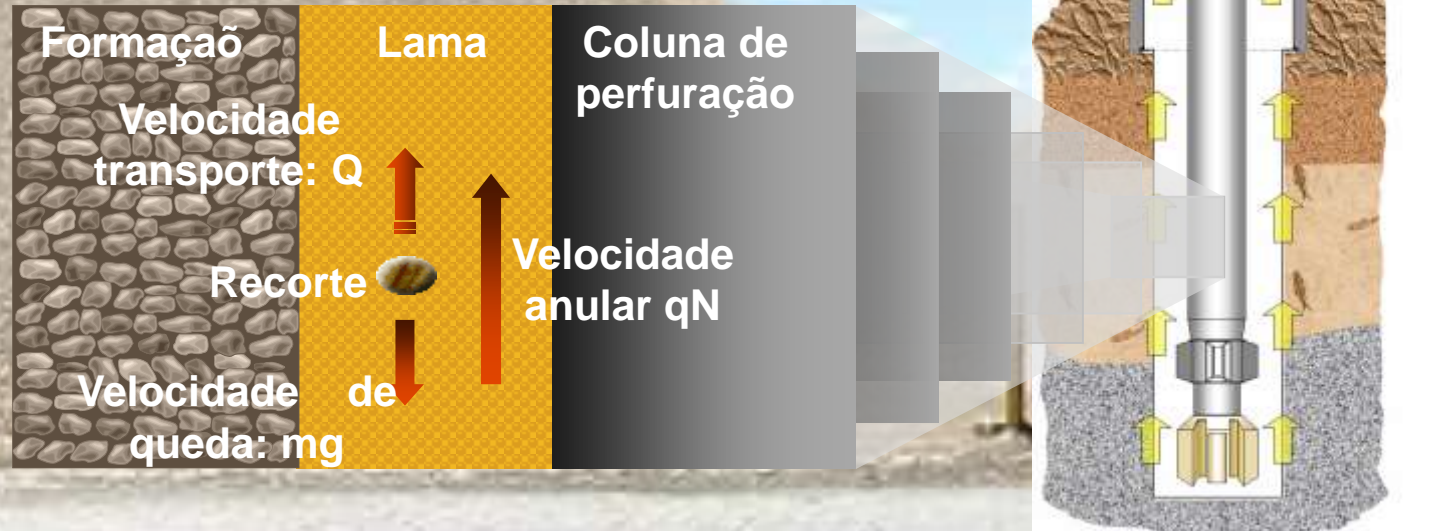


Ph >> Pf

LIMPEZA: Transporte de Recortes à Superfície

FATORES QUE INTERVEM

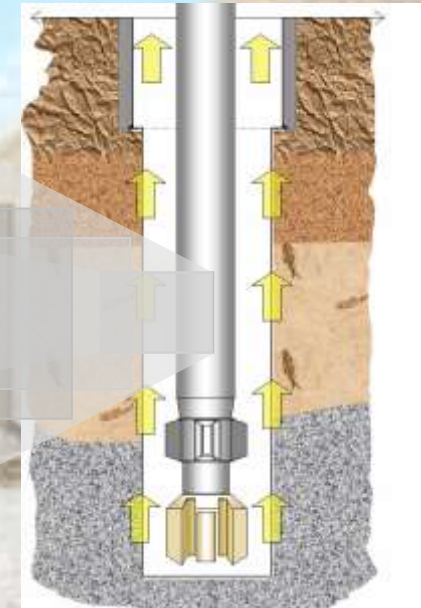
- Tamanho, Forma e Peso do Recorte ou Detrito.
- Propriedades do Fluido (Reologia, Densidade, Viscosidade).
- Parâmetros de Operação: Peso sobre coroa, Rotação, Hidráulica de Perfuração.



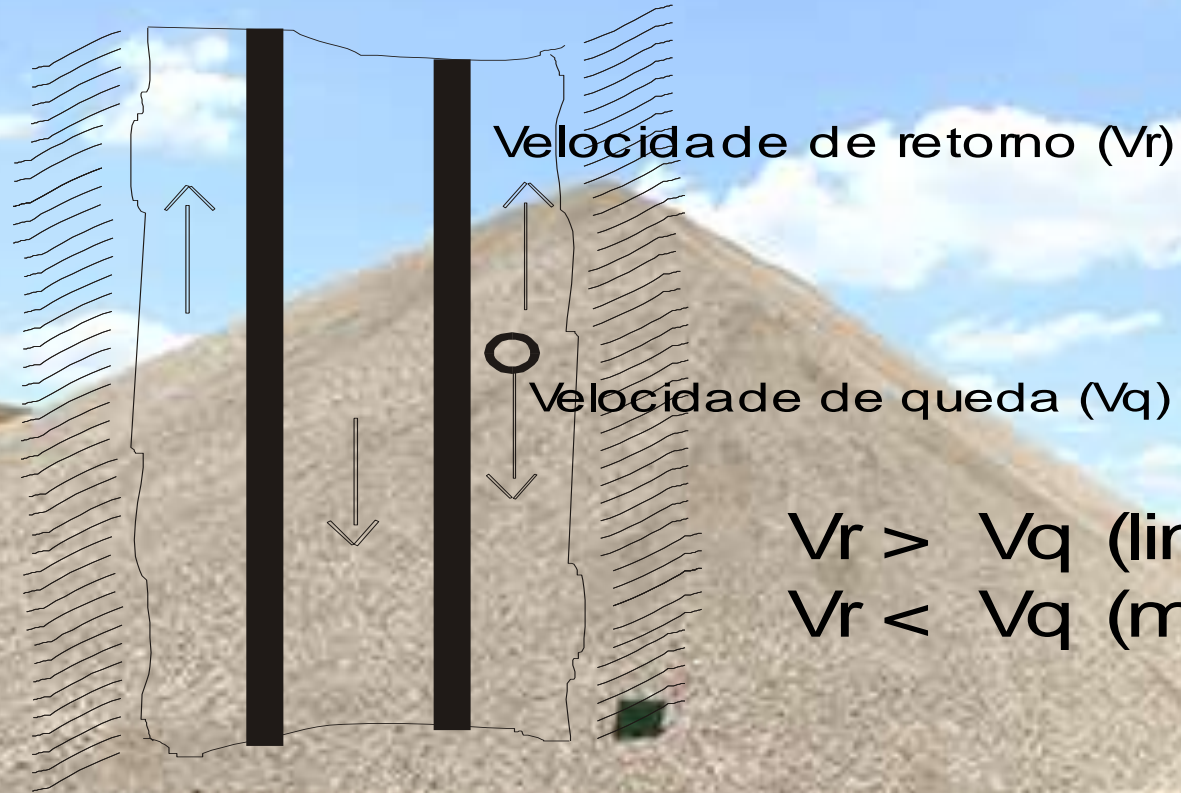
LIMPEZA: Transporte de Recortes à Superfície

UMA LIMPEZA ADEQUADA GARANTE

- Maior avanço.
- Menor torque durante a perfuração.
- Menor probabilidade de aprisionamento.
- Menor pressão.
- Menor desgaste na ferramenta de perfuração, etc.



- Transporte dos recorte de perfuração



$V_r > V_q$ (limpeza do poço)
 $V_r < V_q$ (má limpeza)

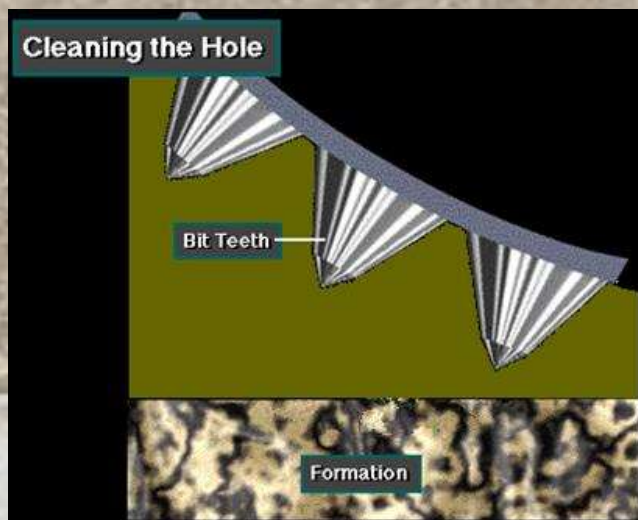
Fatores que afetam - peso dos recortes

- peso do fluido de perfuração
- forma e dimensão do cascalho
- viscosidade
- velocidade de retorno

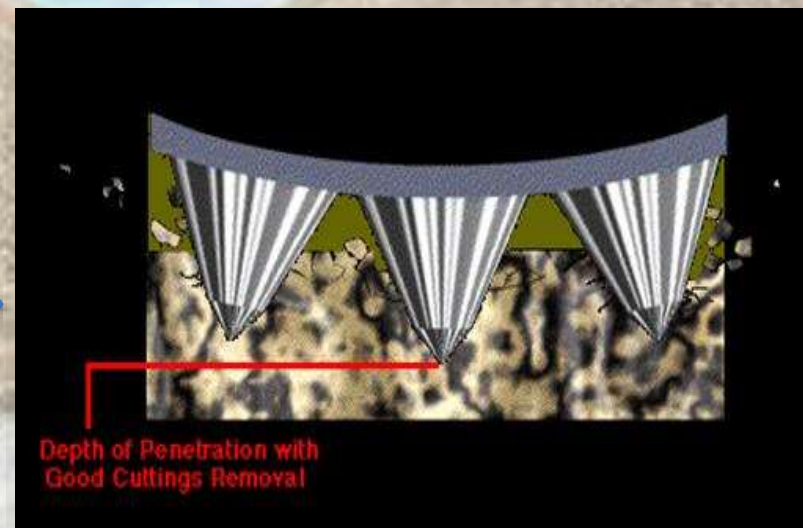
Problemas comuns na perfuração

➔ Redução no avanço

Furo sem sujeira



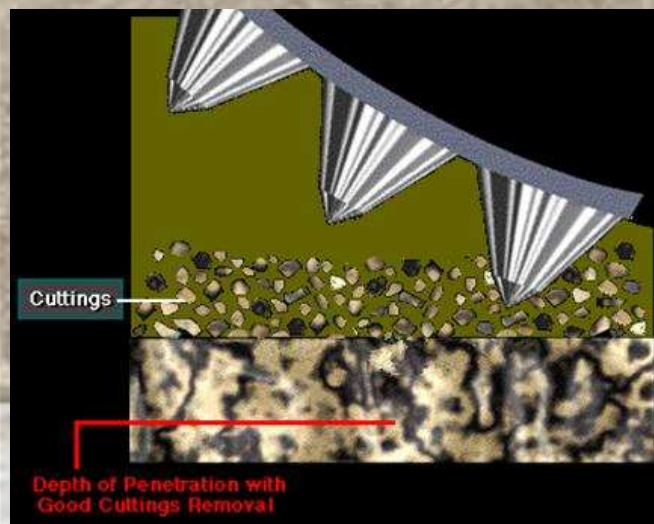
Resultado



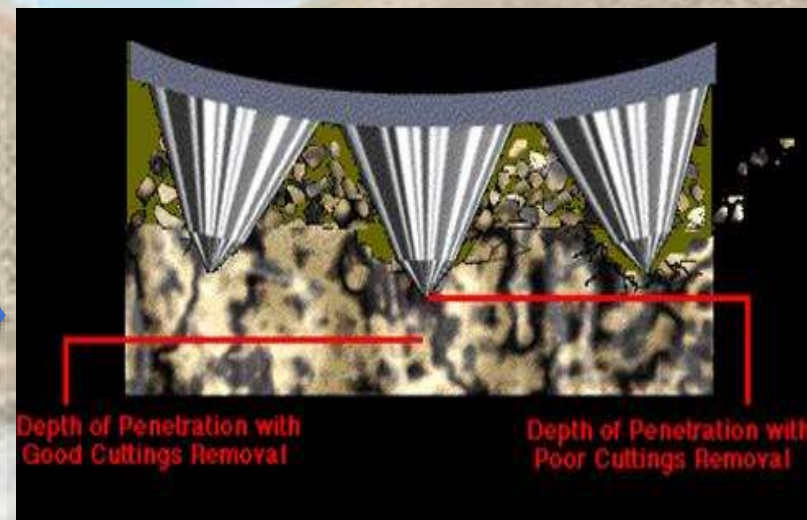
Problemas comuns na perfuração

➔ Redução no avanço

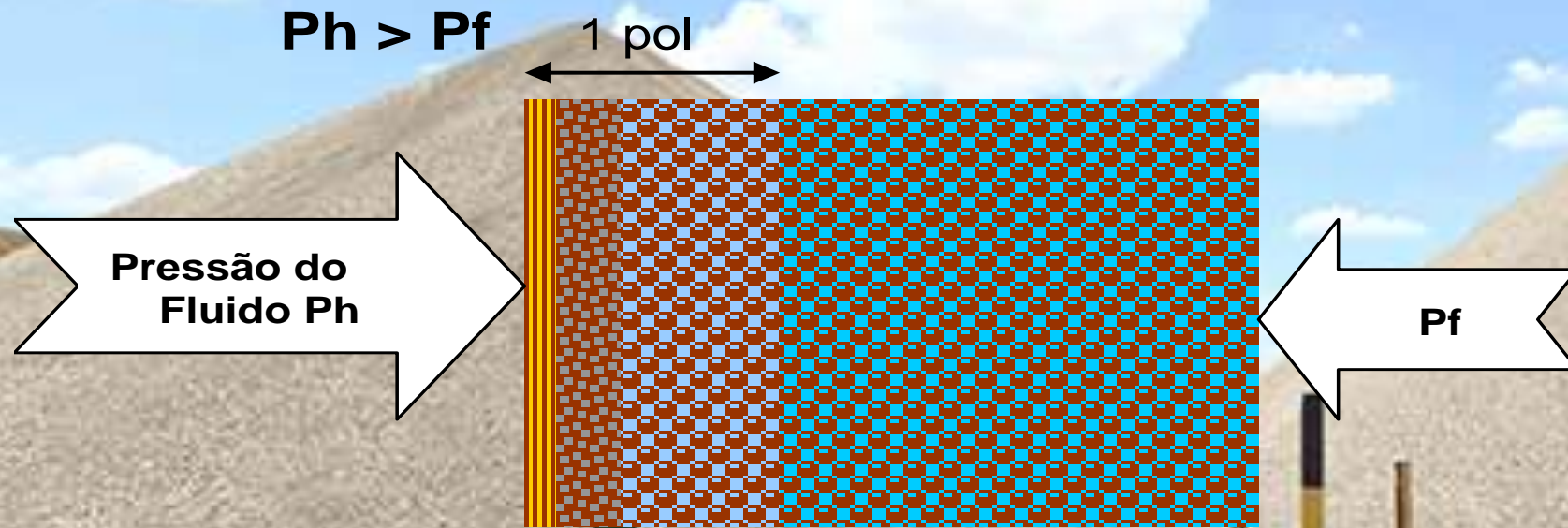
Furo com sujeira



Resultado



- Estabilizar as paredes do furo



Estabilidade do Poço

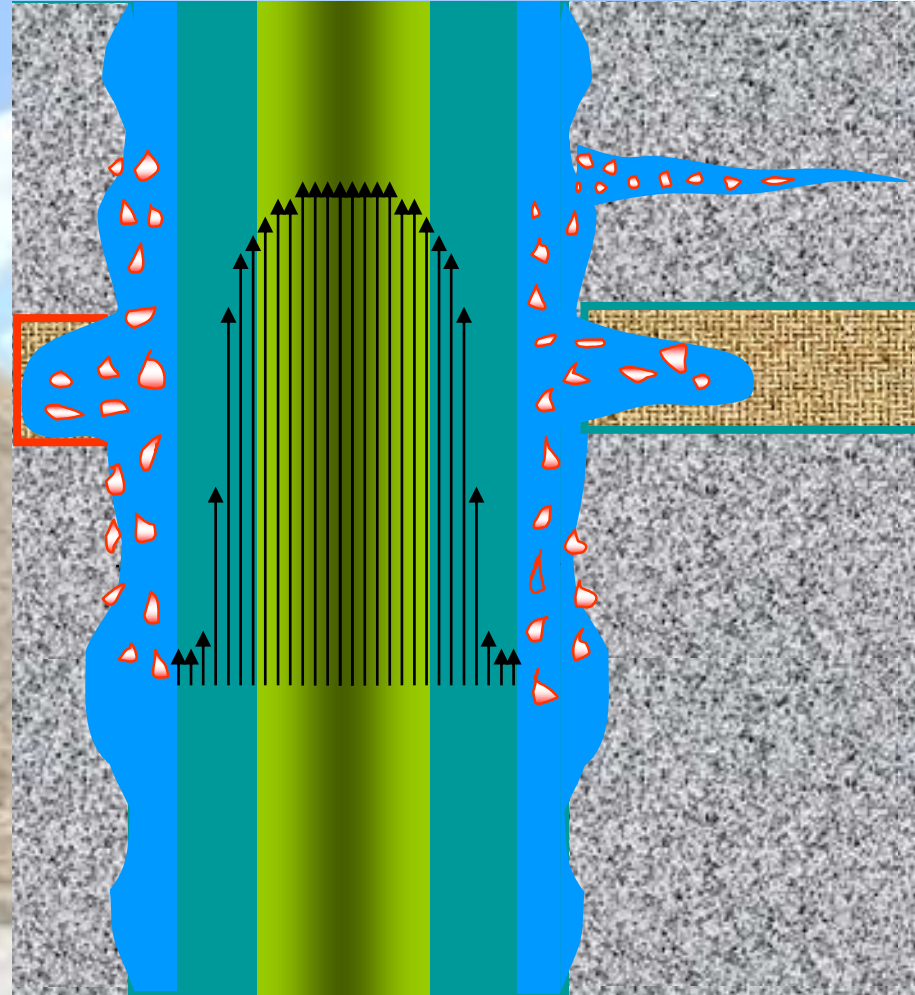
As areias não consolidadas requerem um bom reboco e densidade

As argilas requerem uma combinação, de densidade de fluido e produtos inibidores

A instabilidade está relacionada com desmonoramentos, reduções de diâmetros, pontes.

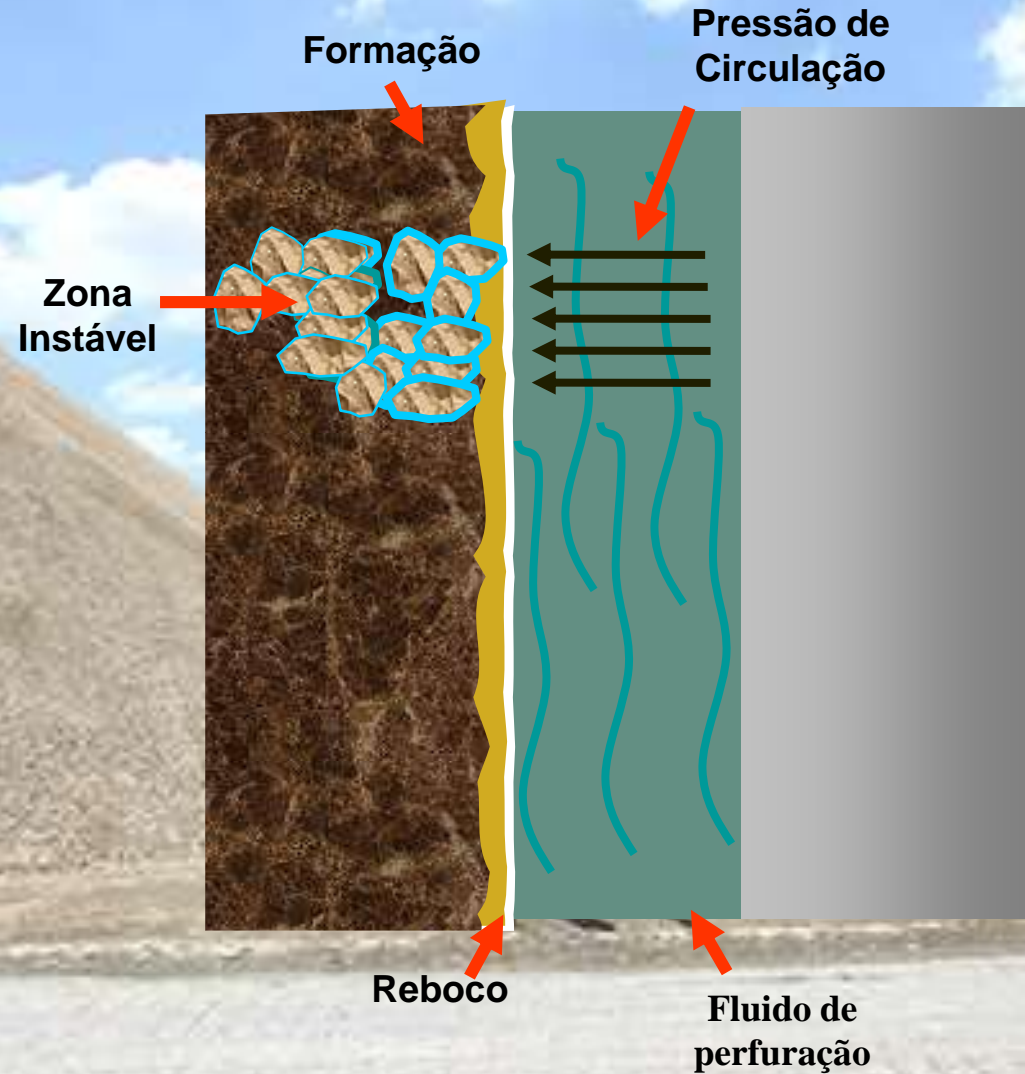
ESTABILIDADE DO POÇO: EQUILIBRIO MECÂNICO

- A perda de circulação é um dos fatores que mais contribuem aos altos custos do fluido.
- Outros problemas são:
 - A instabilidade do furo.
 - Aprisionamento da coluna, etc.



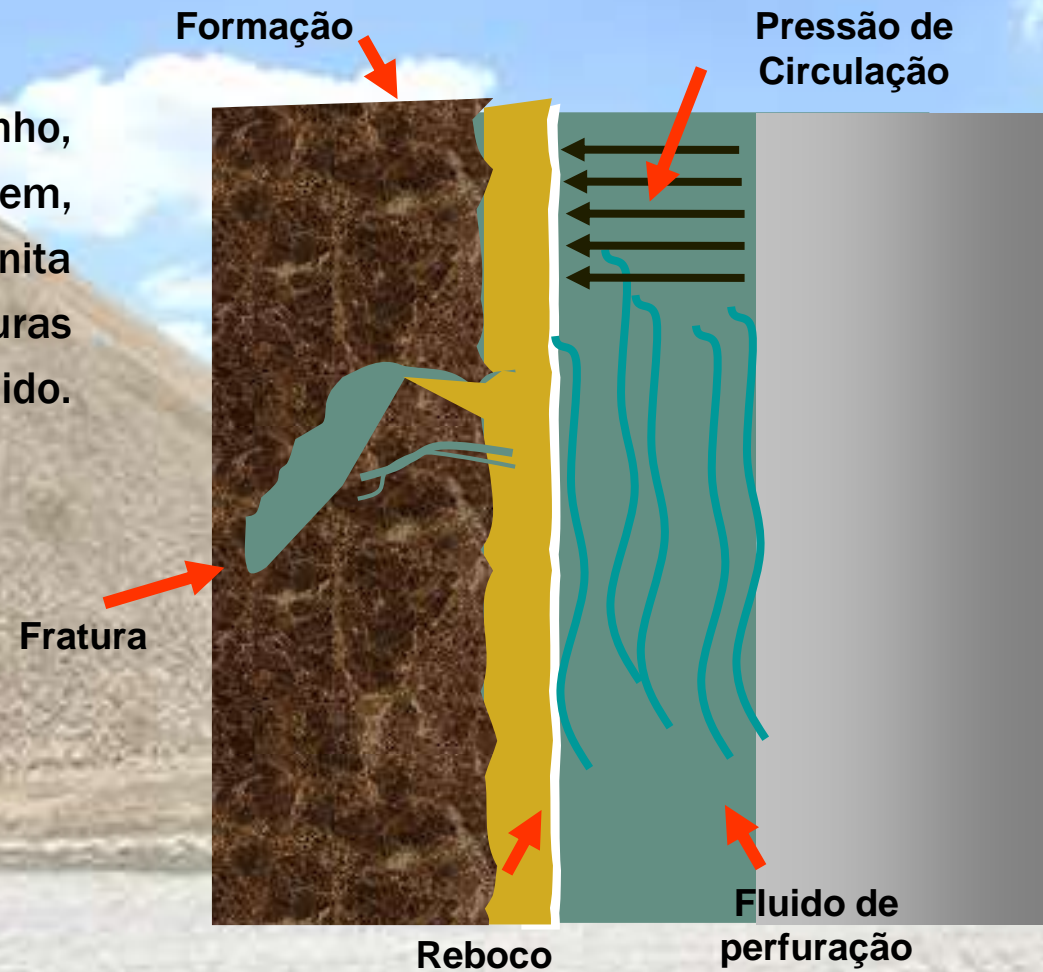
ESTABILIDADE DO POÇO: SELAR AS FORMAÇÕES PERMEÁVEIS

- A Pressão que são geradas pelo fluido contrasta com as pressões da formação.
- Os sólidos presentes no fluido formam uma parede que protege a formação da invasão de água.

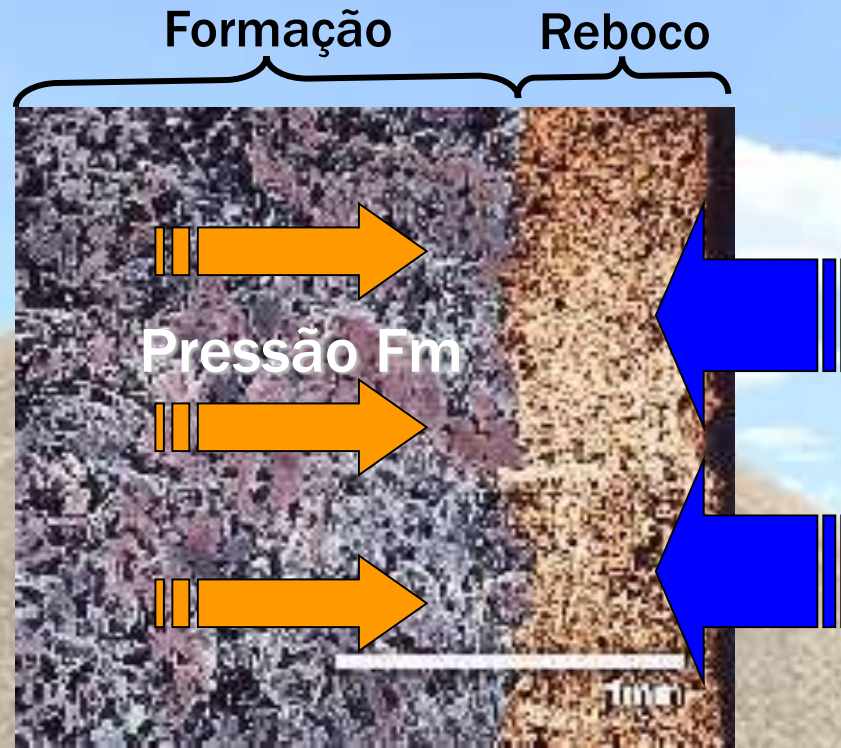


ESTABILIDADE DO POÇO: SELAR FORMAÇÕES E FRATURAS

Materiais de maior tamanho, como algodão, papel, serragem, Extratorv ou mesmo a bentonita selam as aberturas ou fraturas por onde se pode perder o fluido. Eles são chamados de LCM.



ESTABILIDADE DO POÇO: Reboco



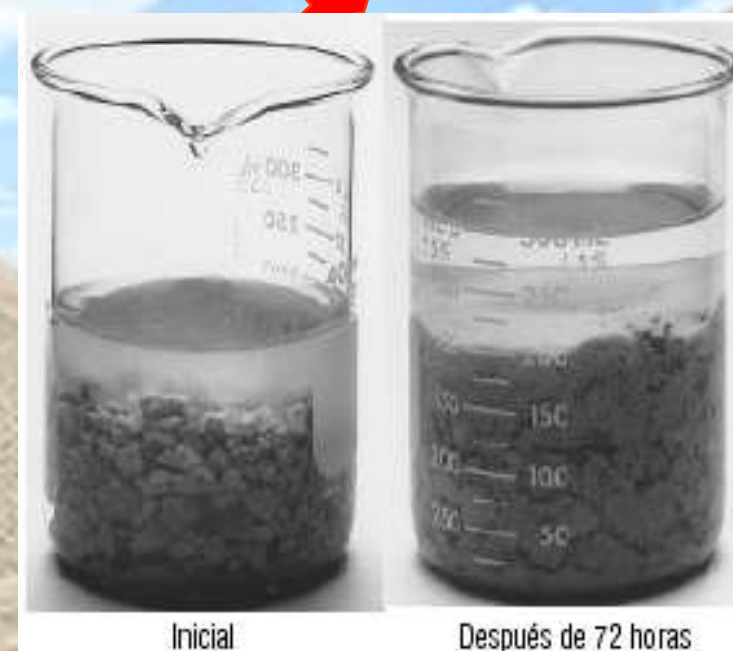
FORMAÇÃO DE PAREDE OU REBOCO :
Fino, Resistente, Elástico e Impermeável

MANTER A ESTABILIDADE DO POÇO: EQUILIBRIO QUÍMICO

HIDRATAÇÃO DAS ARGILAS



Em Água



*Em Água com inibidor
base K*

MANTER A ESTABILIDADE DO POÇO: EQUILIBRIO QUÍMICO

NÍVEIS DE INVASÃO



Em Água: 4 h



Em Água + CMC : 18 h

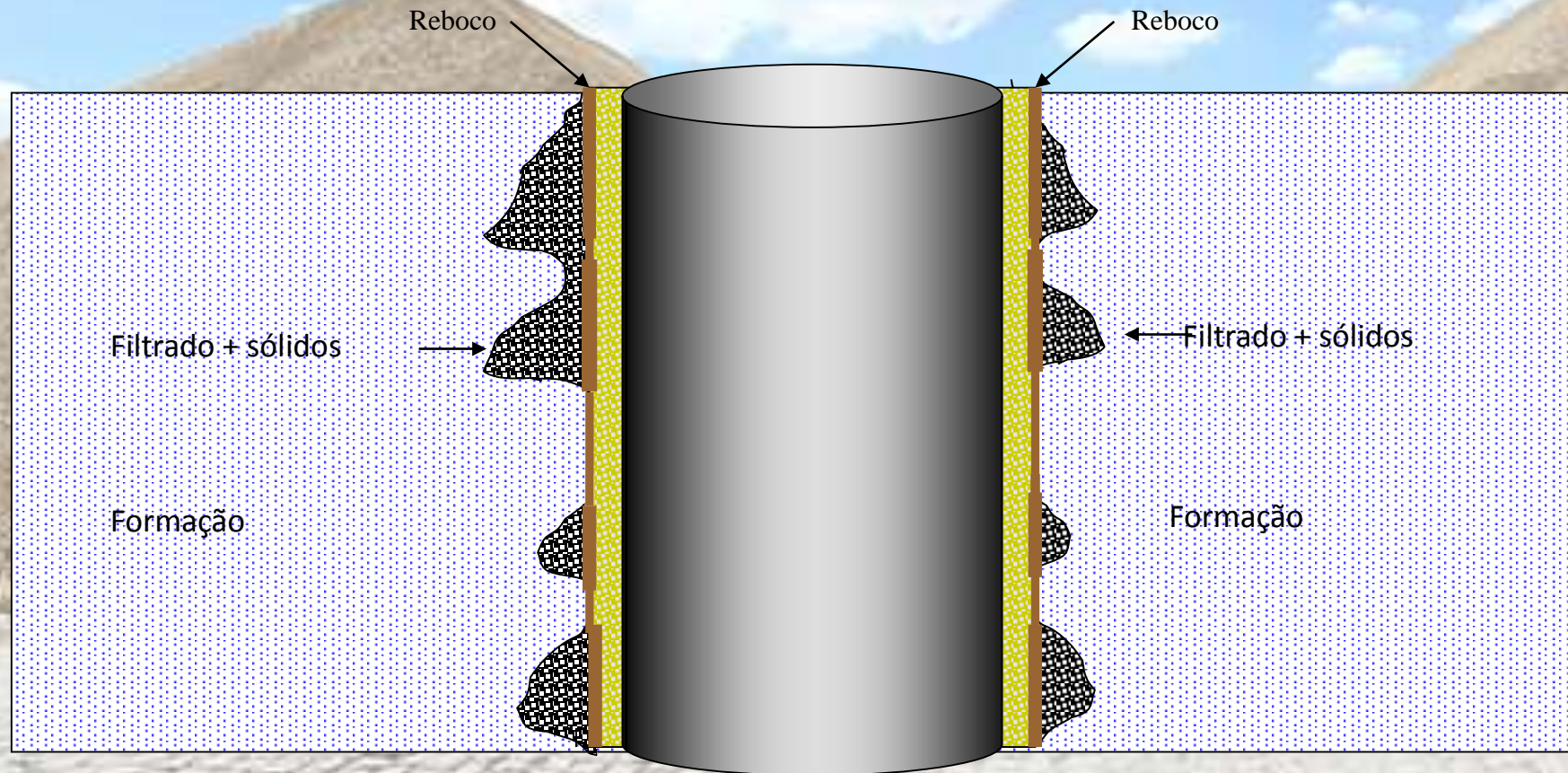
Controle de filtrado e reboco



- **Controle de filtrado e reboco**

Evitar a invasão dos poros por sólidos finos

- Controlar teor de sólidos (< 1%)
- Selar as paredes impermeabilizando-as



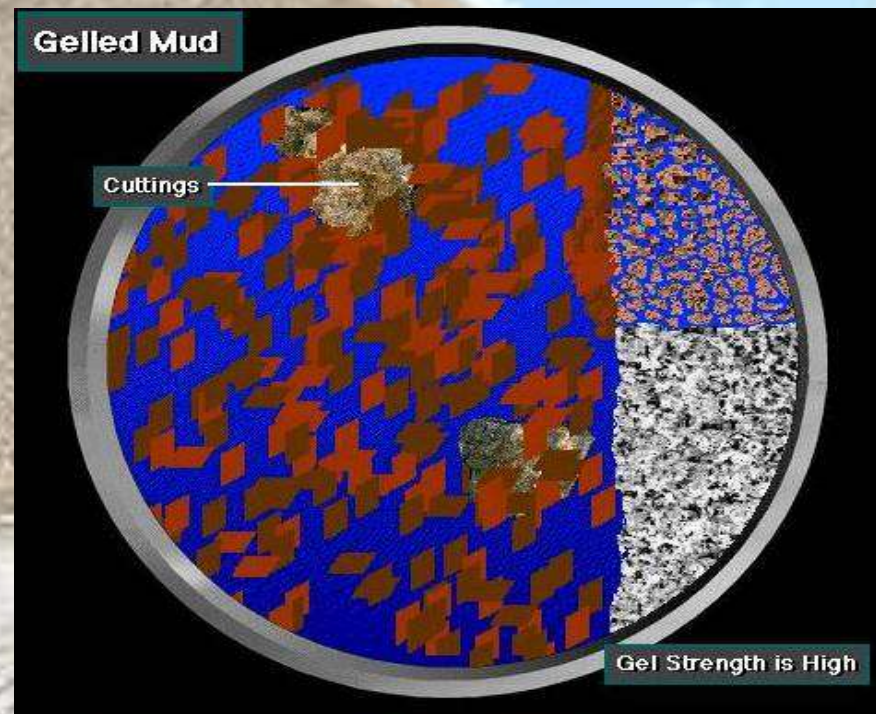
- Manter recortes em suspensão

Função de sustentação estática dos detritos de perfuração

TIXOTROPIA – Forças de Gel

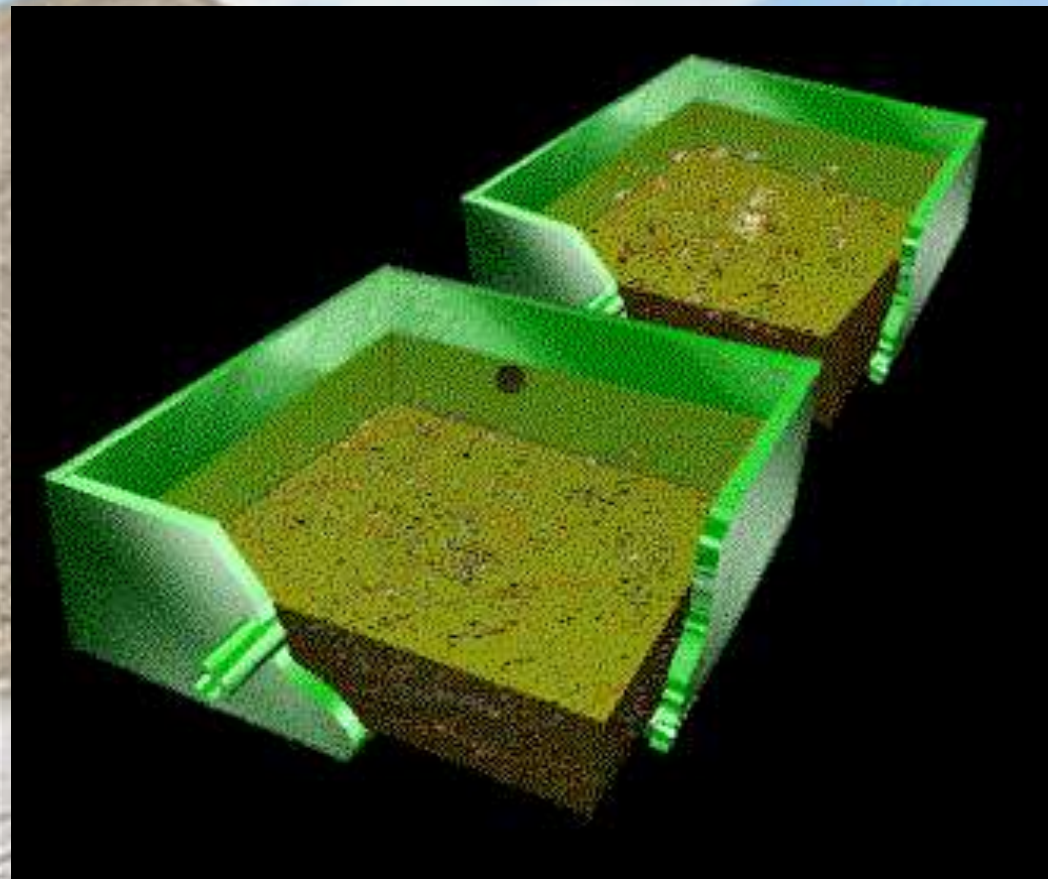
Em repouso o Fluido gelifica

Ao iniciar o bombeamento o gel se quebra e começa a fluir



Descarregar bem na superfície

As forças de gel não pode impedir que os recortes sejam descarregados com facilidade na superfície para deixar o fluido limpo para voltar ao poço.



SUSPENSÃO E DESCARGA DE RECORTES

Sólidos perfurados circulados e recirculados, se dividem partículas menores. Portanto necessitam ser controlados:

ASSENTAMENTO, DECANTAÇÃO





Peneira: extrai sólidos milimétricos

EXTRAÇÃO DE SÓLIDOS



Desareiator: extraí sólidos até 42 microns

EXTRAÇÃO DE SÓLIDOS



Dessiltador: extrai sólidos até 23 microns

EXTRAÇÃO DE SÓLIDOS?

- Permitir uma boa amostragem
- Fluido tem que ser limpo para contaminar o mínimo possível as amostras.
- Deve descarregar bem o material nas calhas.
- Deverá ter boa condutividade para registros elétricos e radioativos



FLUIDO DE PERFURAÇÃO DA GEOFIX

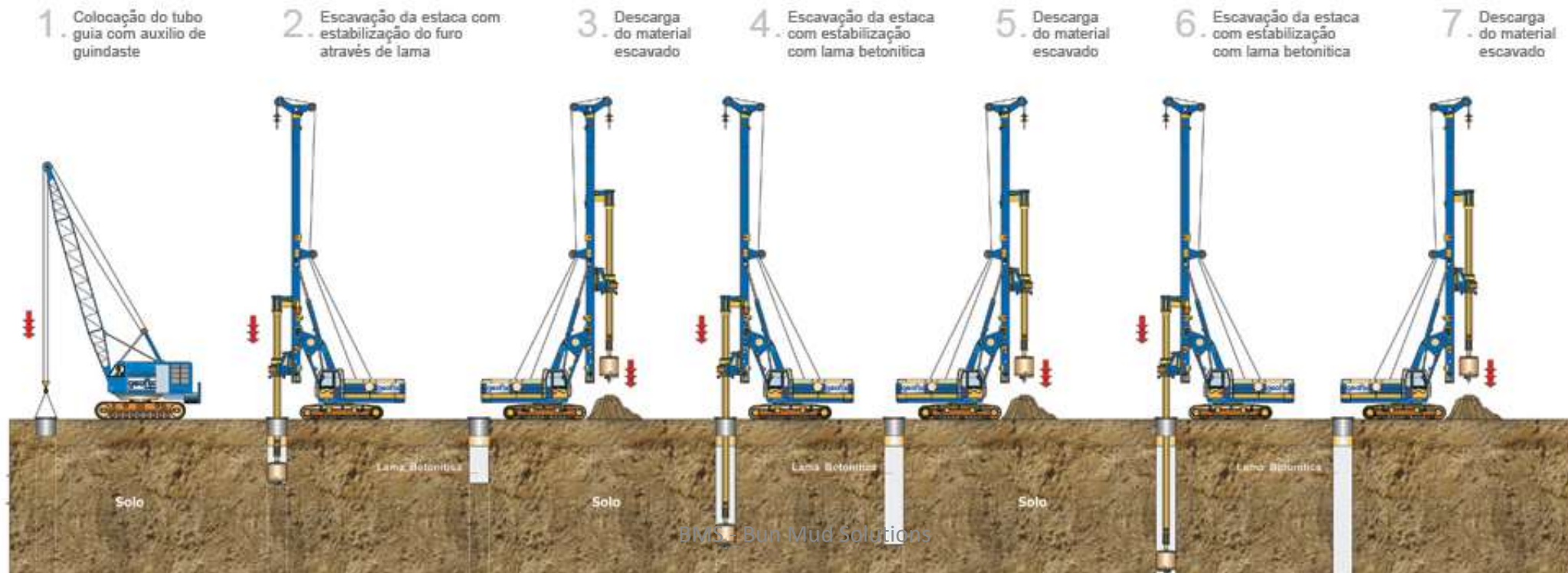
- ✓ ESTACA ESCAVADA
- ✓ ESTACA RAIZ
- ✓ PAREDES DIAFRAGMA
- ✓ TIRANTES

ESTACA ESCAVADA DE GRANDE DIÂMETRO

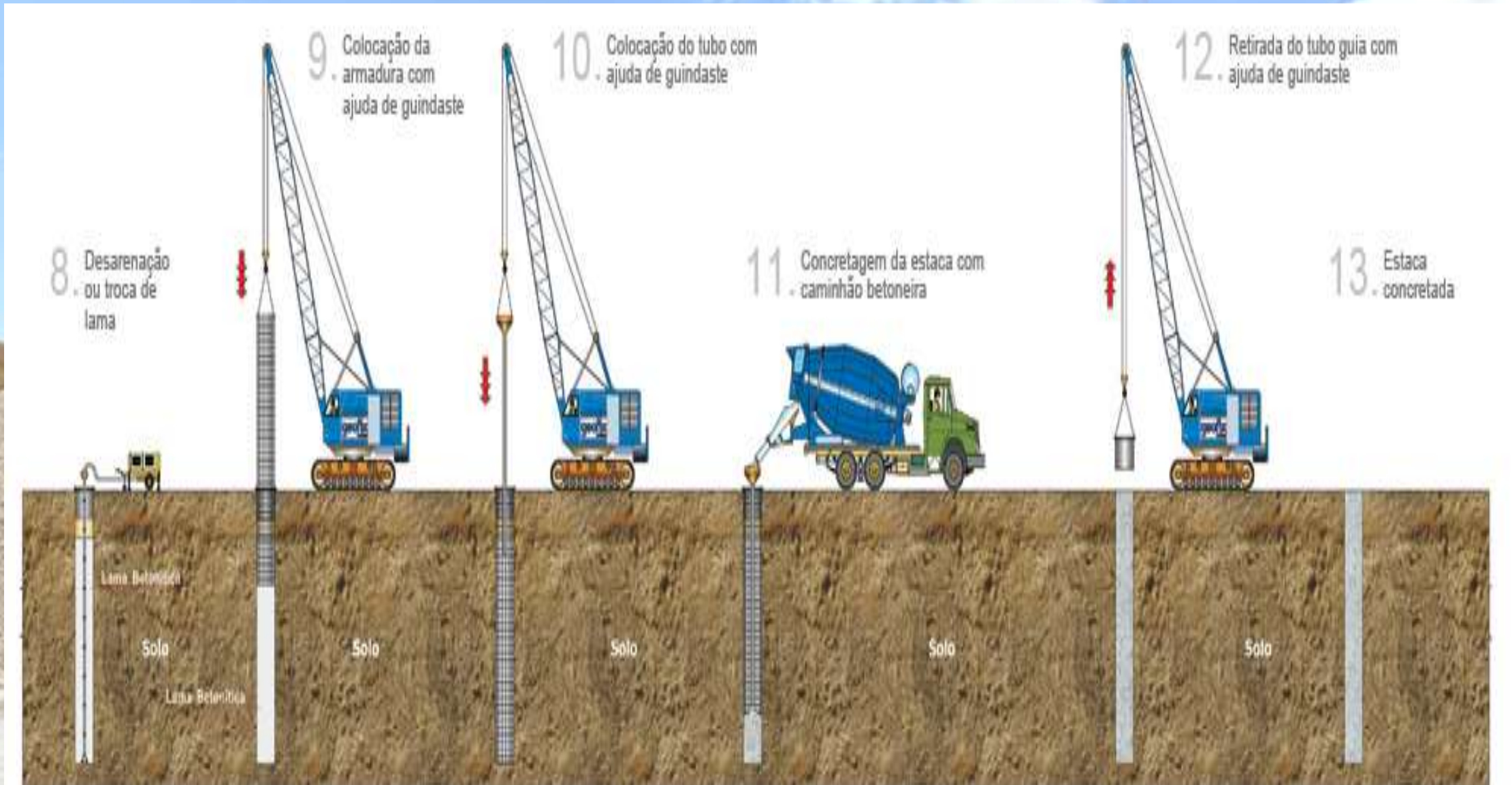
Fases executivas

A sequência executiva compreende as fases de:

1. Colocação da camisa-guia ou execução da mureta-guia
2. Perfuração, com o simultâneo preenchimento com lama bentonítica ou lama
3. Colocação da armação, após desarenação ou troca da lama bentonítica ou
4. Concretagem
5. Descarte da lama bentonítica



ESTACA ESCAVADA DE GRANDE DIÂMETRO



ESTACA ESCAVADA DE GRANDE DIÂMETRO

CONSTRUTORA MACUCO - GEOFIX FUNDAÇÕES.

Canal 3 – Santos - Brasil



ESTACA ESCAVADA DE GRANDE DIÂMETRO

CONSTRUTORA MACUCO - GEOFIX FUNDAÇÕES.

Canal 3 – Santos - Brasil

Parâmetro	Valor Encontrado	Valor de Referência
pH	Faixa entre 5,5 – 7,0	Faixa entre 8,5 - 10
Cálcio (Dureza) mg/L	< 55	< 55
Cloretos mg/L	< 50	< 100

Produto	Função Química	Perfuração
Bentonita Permigel	Tixotropia, controle de Cake e Filtrado	30 kg / m ³

ESTACA ESCAVADA DE GRANDE DIÂMETRO

CONSTRUTORA MACUCO - GEOFIX FUNDAÇÕES.

Canal 3 – Santos - Brasil

Ensaio	Valores Encontrados	Valor de Referencia
L 600	20	46 - 50
L 300	14	35 - 38
L 3	4	25 - 28
Viscosidade Aparente	10 cP	23 - 25 cP
Viscosidade Plástica	6 cP	11 - 12 cP
Limite de Escoamento	8 lb/100ft ²	24 lb/100ft ²
Gel 10 s	4 lb/100ft ²	24 lb /100ft ²
Gel 10 min	6 lb/100ft ²	29 lb /100ft ²
Densidade	10 ppg	9,2 ppg
Viscosidade Funil Marsh	34 s/qt	42 - 60 s/qt
Filtrado API	46,80 ml	15 - 21 ml
Espessura do Reboco	< ou = 2 mm	< ou = 2 mm
% Solidos	< 1 %	6,30%
Teor de Areia	12 %	< 2 %
pH	8,5 - 10	9,0 - 11

ESTACA ESCAVADA DE GRANDE DIÂMETRO

PROJETO BARRA FUNDA - GEOFIX FUNDAÇÕES.

São Paulo - Brasil

Parâmetro	Valor Encontrado	Valor de Referência
pH	Faixa entre 5,5 – 7,0	Faixa entre 8,5 - 10
Cálcio (Dureza) mg/L	< 55	< 55
Cloretos mg/L	< 50	< 100

Produto	Função Química	Perfuração
Bentonita Permagemel	Tixotropia, controle de Cake e Filtrado	25 kg / m ³

ESTACA ESCAVADA DE GRANDE DIÂMETRO

PROJETO BARRA FUNDA - GEOFIX FUNDAÇÕES.

São Paulo - Brasil

Ensaio	Valores Encontrados	Valor de Referencia
L 600	5	46 - 50
L 300	4	35 - 38
L 3	1	25 - 28
Viscosidade Aparente	2,5 cP	23 - 25 cP
Viscosidade Plástica	1 cP	11 - 12 cP
Limite de Escoamento	3 lb/100ft ²	24 ft/100ft ²
Gel 10 s	1 lb/100ft ²	24 lb /100ft ²
Gel 10 min	1 lb/100ft ²	29 lb /100ft ²
Densidade	9,8 ppg	9,2 ppg
Viscosidade Funil Marsh	28 s/qt	42 - 60 s/qt
Filtrado API	46,80 ml	15 - 21 ml
Espessura do Reboco	3 mm	< ou = 2 mm
% Solidos	< 1 %	6,30%
Teor de Areia	5 %	< 2 %
pH	8,5 - 10	9,0 - 11

ESTACA ESCAVADA DE GRANDE DIÂMETRO

Escavação com retirada dos recortes através da ferramenta de corte e não transportado pelo fluido

Poço é inundado de fluido para estabilizar as paredes e evitar desmoronamentos



Fatores principais a se preocupar

✓ Controle de filtrado e reboco que vão condicionar

Overbreak reduzido (pode ser prejudicado pelo instabilidade das paredes)

Atrito lateral maior (pode ser prejudicado pelo reboco espesso)

ESTACA ESCAVADA DE GRANDE DIÂMETRO

Produtos recomendados para compor o Fluido

Bentonita de alto rendimento – PERMAGEL PLUS

Polímero para controle de filtrado e reboco – EXTRACEL

ESTACA ESCAVADA DE GRANDE DIÂMETRO

Custos estimados

Receita para cada m³

1 saco de Permagemel Plus = R\$ 22,50

0,5 kg de EXTRACEL = R\$ 11,00

TOTAL = R\$ 33,50/m³ preparado

ESTACA ESCAVADA DE GRANDE DIÂMETRO

Alternativa

EXTRAFULL (LAMA PRONTA)

Receita para cada m³

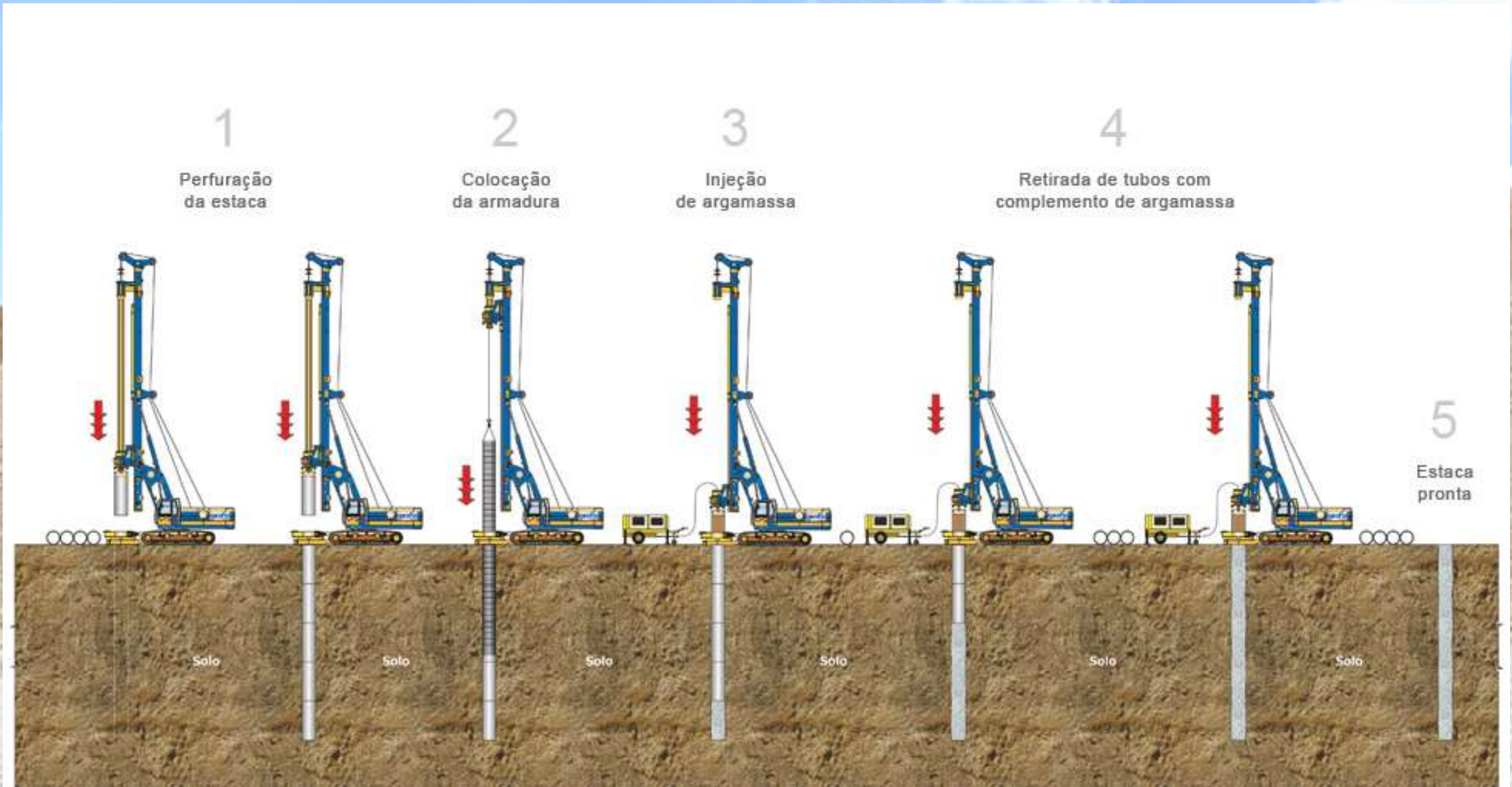
1/3 a 1/2 saco de EXTRAFUL LP = **R\$ 15 a 22,50**

30 % Economia

Vantagens

- ✓ Overbreak controlado (excelente controle de filtrado e reboco)
- ✓ Maior atrito lateral (reboco fino e fácil de remover com a concretagem)

ESTACA RAIZ



ESTACA RAIZ

ASPECTOS IMPORTANTES DO FLUIDO DE PERFURAÇÃO UTILIZADO

- **VISCOSIDADE**
- **LUBRIFICAÇÃO**
- **LIMPEZA DO FLUIDO**
- **CONTROLE DE FILTRADO E REBOCO**
- **ESTABILIDADE DAS PAREDES – CONTROLE DE PRESSÕES**

ESTACA RAIZ

PRODUTOS INDICADOS

- **VISCOSIDADE – BENTONITA PERMAGEL PLUS**
- **LUBRIFICAÇÃO – ÓLEO LUBRIFICANTE SOLÚVEL BIODEGRADÁVEL – LUBE PIPE SINT**
- **CONTROLE DE FILTRADO E REBOCO – CMC HV - EXTRACEL**
- **ESTABILIDADE DAS PAREDES – CONTROLE DE PRESSÕES – BENTONITA E EXTRACEL**

RECOMENDAÇÕES

- **CONTROLE DE SÓLIDOS – TEOR DE AREIA DE 3% NO MÁXIMO – TANQUES DE DECANTAÇÃO – USO DE DESAREIADORES**
- **CONTROLE DE VISCOSIDADE – VISCOSIDADE MARSH DE 40 SEG NO MÍNIMO – DOSAGEM CORRETA DOS PRODUTOS**
- **OVERBREAK – EFICIÊNCIA DO CONTROLE DE FILTRADO E REBOCO**

ESTACA RAIZ

Alternativa

EXTRAFULL (LAMA PRONTA)

Receita para cada m³

1/3 a 1/2 saco de EXTRAFUL LP = **R\$ 15 a 22,50**

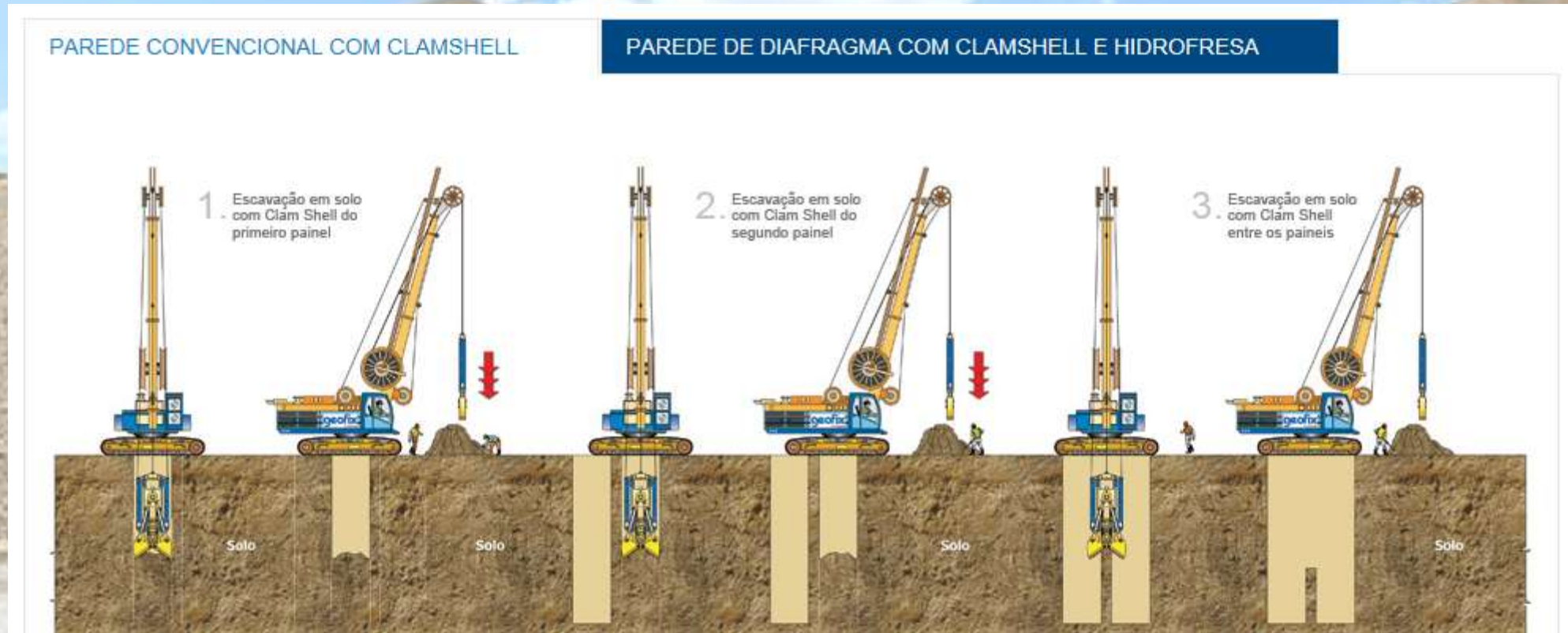
Vantagens

- ✓ **Overbreak controlado (excelente controle de filtrado e reboco)**
- ✓ **Maior atrito lateral (reboco fino e fácil de remover com a concretagem)**

PAREDE DIAFRAGMA

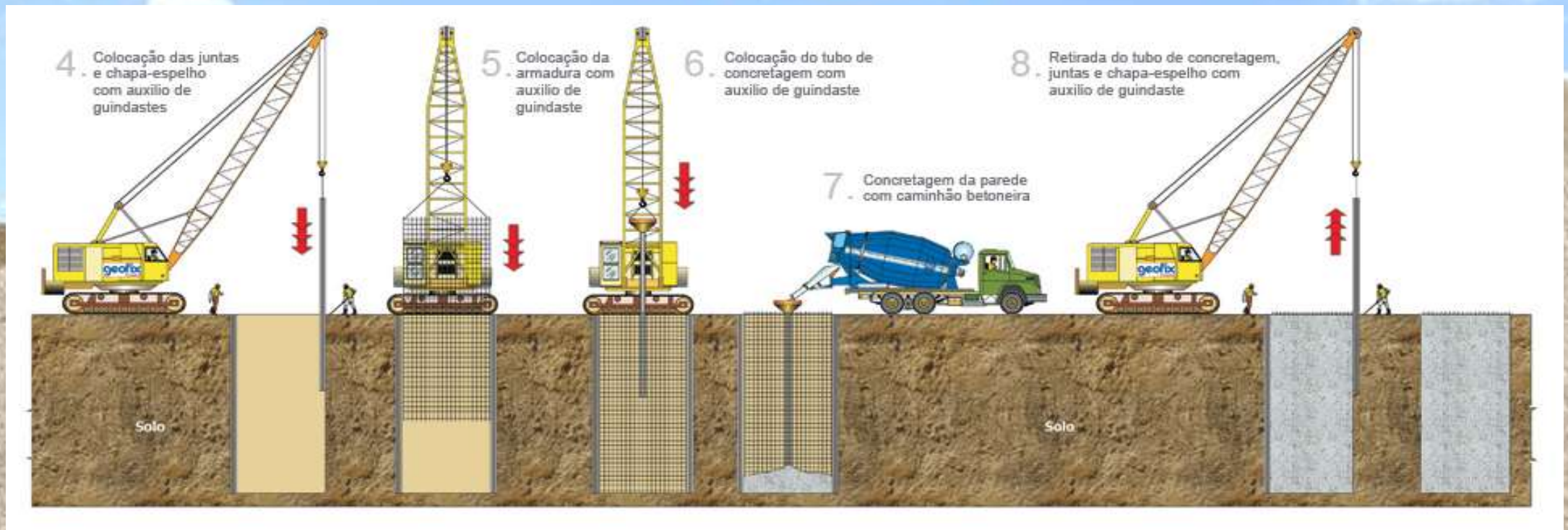
Escavação com retirada dos recortes através da ferramenta de corte e não transportado pelo fluido

Poço é inundado de fluido para estabilizar as paredes e evitar desmoronamentos



PAREDE DIAFRAGMA

Clamshell e/ou Hidrofresa



RECOMENDAÇÃO

Mesmo fluido da Estaca Escavada com alternativa da EXTRAFULL

PAREDE DIAFRAGMA

Clamshell e ou Hidrosfera



TIRANTES

MÉTODO EXECUTIVO E CUIDADOS NA EXECUÇÃO

Na Execução do Tirante destacam-se as seguintes fases:

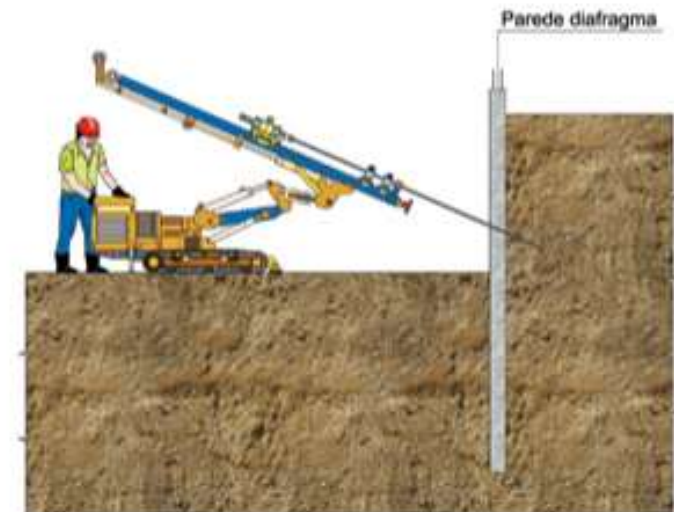
1. PERFURAÇÃO

Antes da perfuração de um tirante devemos analisar os seguintes aspectos:

- Locação do furo;
- Nivelamento do terreno para posicionamento da perfuratriz;
- Locação de possíveis interferências atrás da cortina, bem como suas remoções (ou desvios);
- Verificação da estanqueidade da rede de alimentação de água para o processo;
- Providências de drenagem, coleta e remoção da água utilizada no processo.

A perfuração é executada com uma perfuratriz, de acordo com a inclinação e comprimento definidos em projeto. Esse processo é realizado por lavagem (com água), com a utilização de revestimento.

No caso de perfuração em rocha, necessita-se de compressor de ar para utilização de martelo de fundo (com bits). Ao final da perfuração, deve ser feita uma limpeza do seu interior para eliminação dos detritos.




TIRANTES

Elemento fundamental é a LUBRIFICAÇÃO

RECOMENDAÇÃO

✓ EXTRAVIS = 50 a 150 g/m³

✓ LUBE PIPE SINT = 0,3 a 0,5 L/m³



8º CURSO
ENGENHARIA APLICADA ÀS OBRAS DE FUNDAÇÃO E CONTENÇÕES

Fluidos de Perfuração

BUN
GEOFIX

Jonathan Robert dos Santos
Técnico em Fluidos de Perfuração
jrobert@bentonit.com.br

OBRIGADO.