



Well Control

Detalhes sobre a Prova

- A prova é online direto da página da IADC;
- A prova contém 30 questões. Duração: 1h:30 minutos;
- Para obter aprovação na avaliação tem que acertar 75% ou mais das questões.
- Caso não acerte 75% das questões você terá direito ao **RETAKE** desde que a porcentagem de acertos fica entre 60% e 74%, nesse caso tem direito a refazer a avaliação num período de 45 dias corridos sem a necessidade de assistir novamente as aulas.
- Quando a porcentagem de acertos é inferior à 60% tem que refazer todo o curso novamente.

Documentação

Todos os documentos solicitados deverão ser enviados antes da avaliação, pois o início da mesma só será liberado mediante ao recebimento de toda a documentação.

Documentação a serem enviadas:

- Ficha de identificação preenchida (**Envio necessário no 1º dia, até às 17 horas**);
- Foto do RG ou da CNH (**Envio necessário no 1º dia, até às 17 horas**);

Definições de Pressão e Gradiente:

- ✓ **Pressão:**

É uma força aplicada sobre uma unidade de área.

- ✓ **Pressão Hidrostática:**

É a pressão exercida por uma coluna de fluidos em condições estáticas.

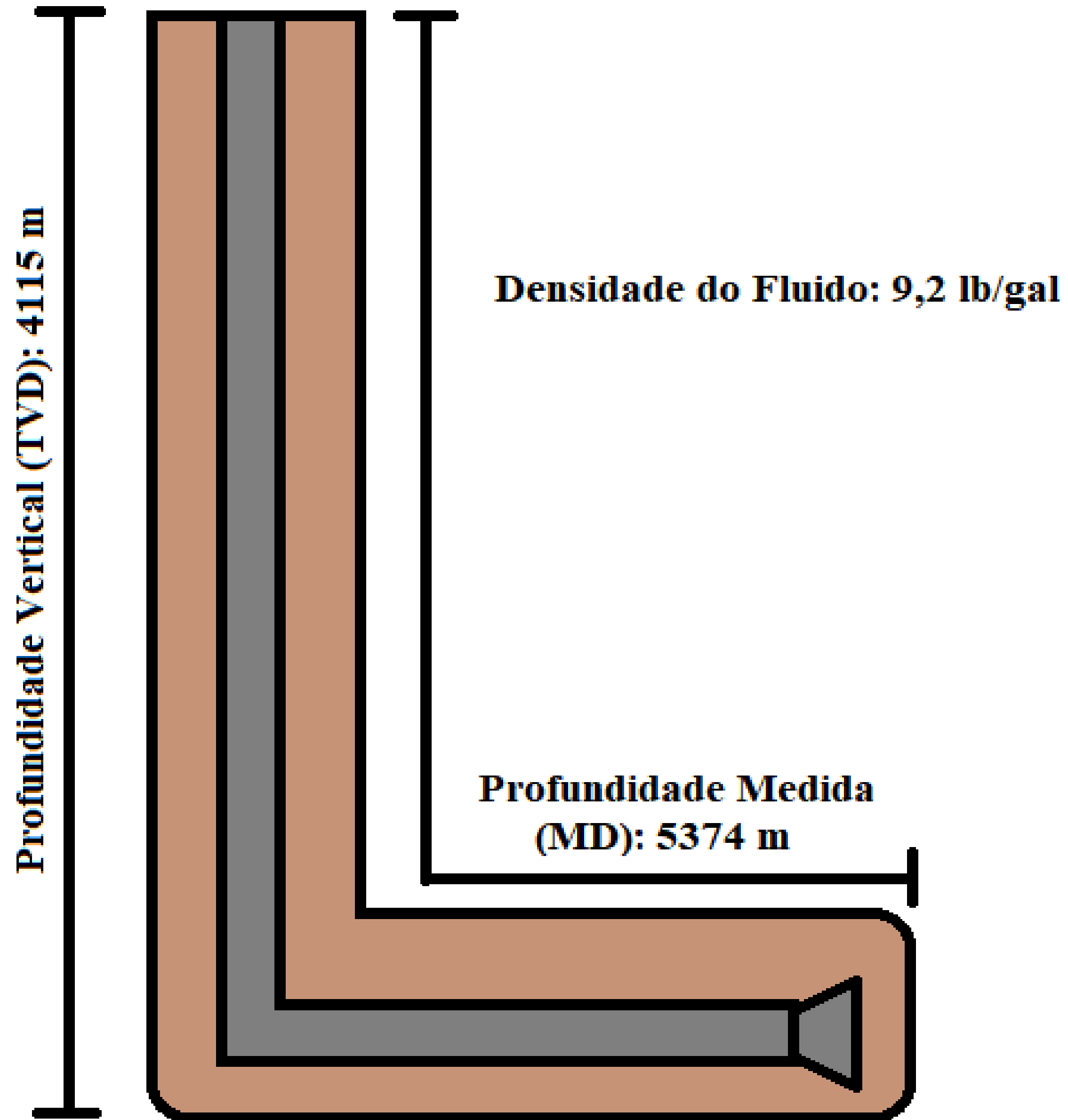
- ✓ **Gradiente de Pressão:**

É o quanto de pressão o fluido exerce por metro de profundidade.

Fórmulas de Pressão hidrostática e Gradiente

- **Pressão hidrostática = densidade de fluido x 0,1704 x TVD**
- **Gradiente = densidade de fluido x 0,1704**

Cálculos de Pressão hidrostática e Gradiente



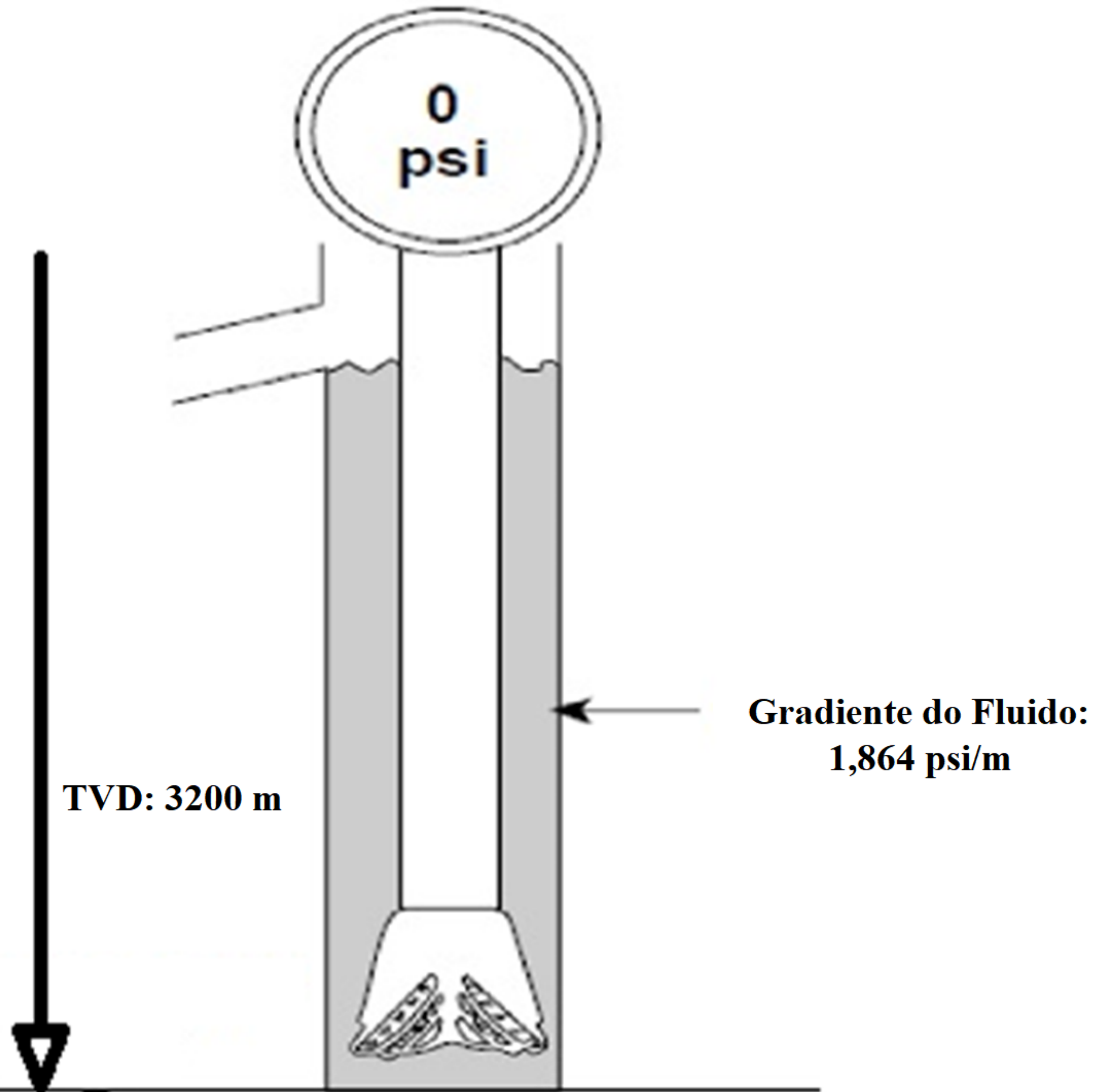
Pressão hidrostática:

Gradiente de pressão:

Cálculos de Pressão hidrostática e Gradiente

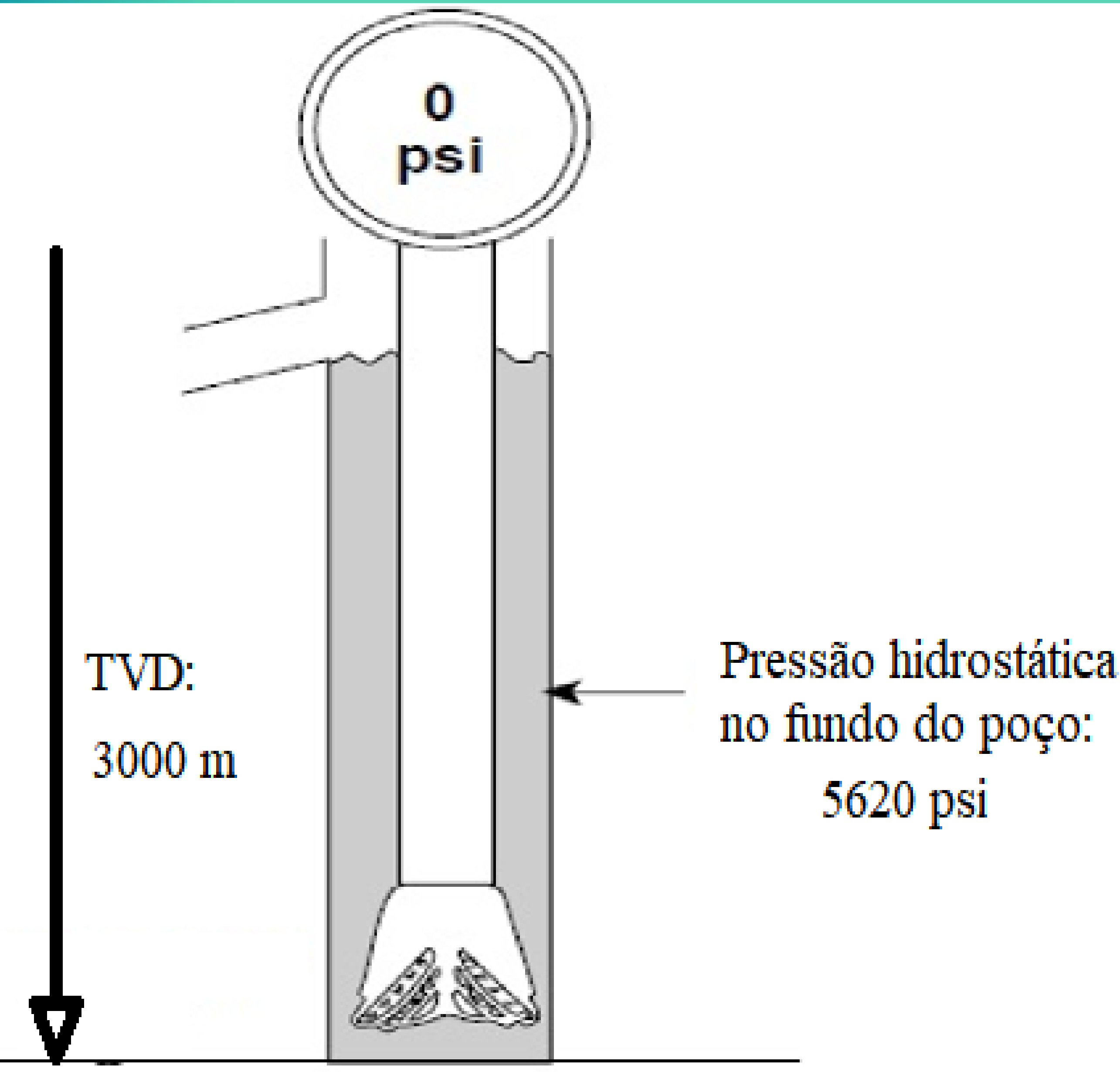
Pressão hidrostática:

Densidade de Fluido:



Cálculos de Pressão hidrostática e Gradiente

Gradiente de pressão:

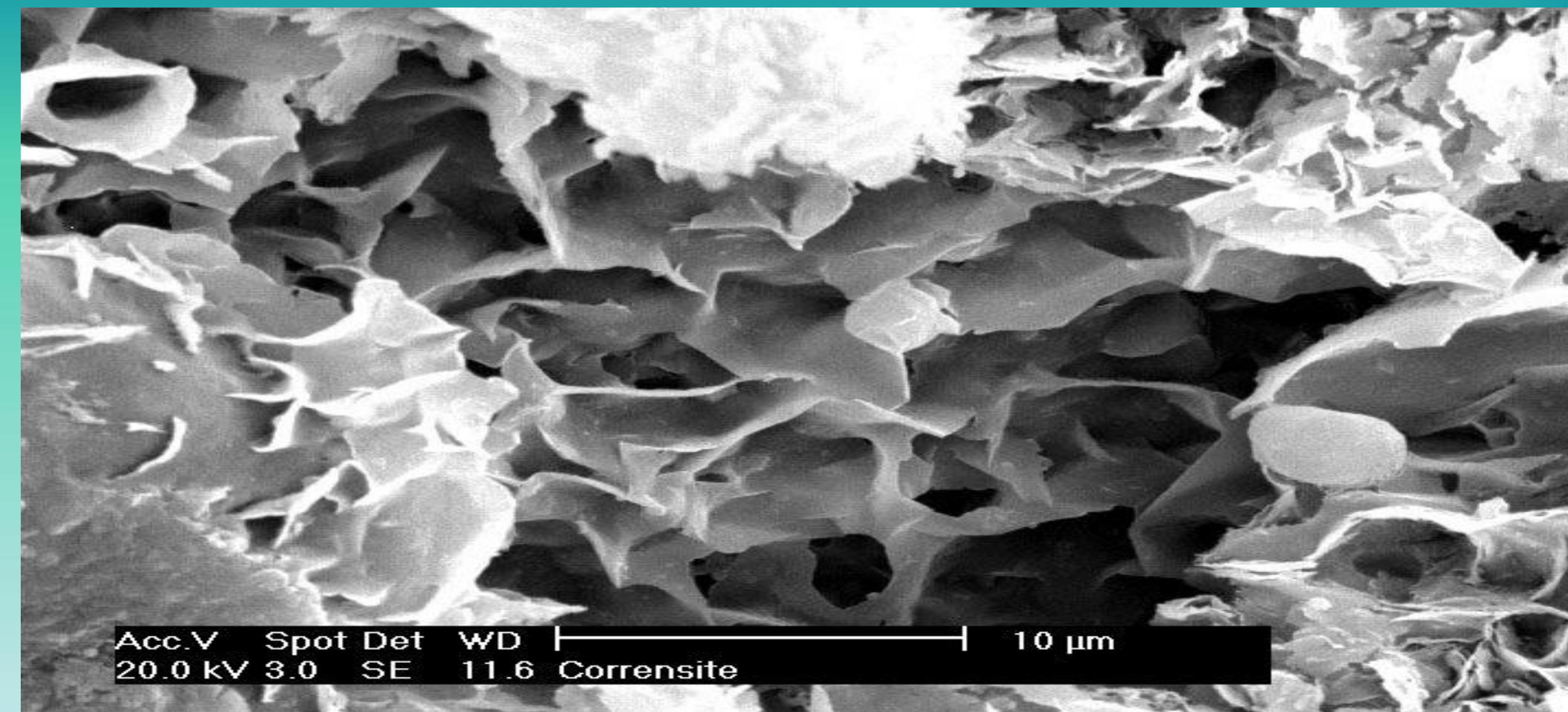


Situações do poço:

- ✓ **Balance:** A pressão hidrostática é igual à pressão da formação.
- ✓ **Overbalance:** A pressão hidrostática é maior que a pressão da formação.
- ✓ **Underbalance:** A pressão hidrostática é menor que a pressão da formação.

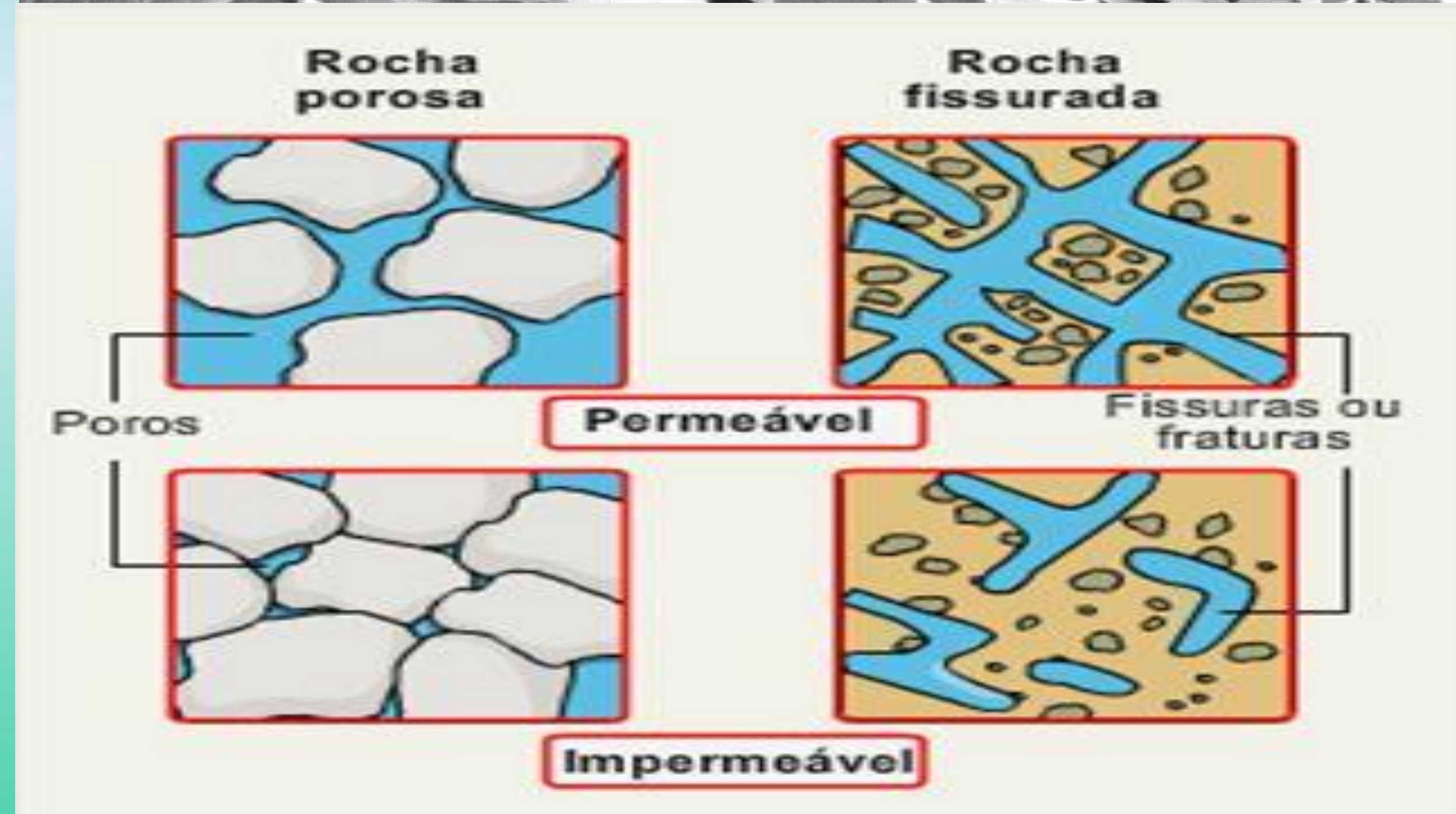
Porosidade:

É a relação entre o volume de espaços ocios de uma rocha e o volume total da mesma.



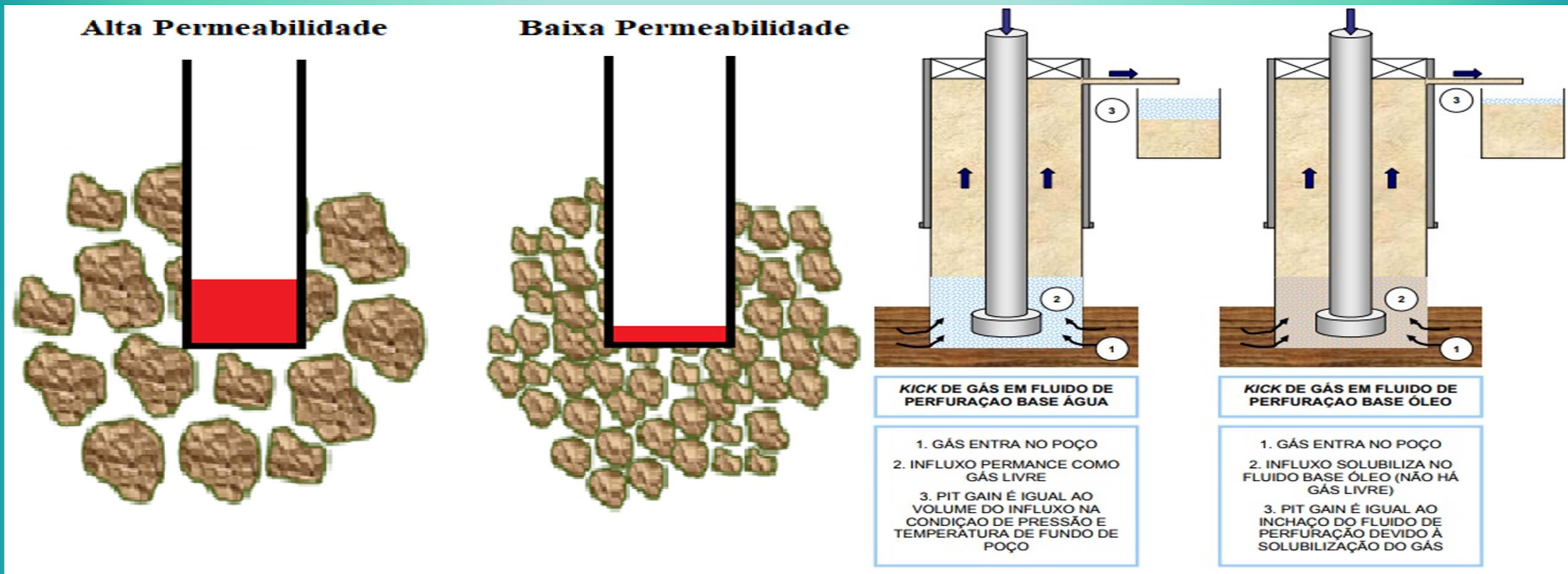
Permeabilidade:

É a capacidade de circulação de um fluido através de uma rocha, sem alterar a sua estrutura interna.



Influências da Permeabilidade na Detecção de um Kick

- Kicks ocorrerão mais rápido em rochas com alta permeabilidade.
- Zonas de baixa permeabilidade e fluidos de perfuração base óleo podem atrapalhar o sondador identificar um kick.



Gás de Conexão

- O gás de conexão ocorre no momento em que uma conexão é feita, porém somente é observado depois que um Bottom's UP é feito após a conexão.
- A melhor medida a ser tomada quando isso ocorre é o adensamento do fluido, porém quando isso não é possível, pode-se fazer um controle da taxa de penetração para reduzir os eventos de gás de conexão.

ROP = 30 m/h

Seção = 30 m

Tempo de circulação: 3 h

3 conexões

BHP = PH (Poço estático)

Reduzindo a taxa:

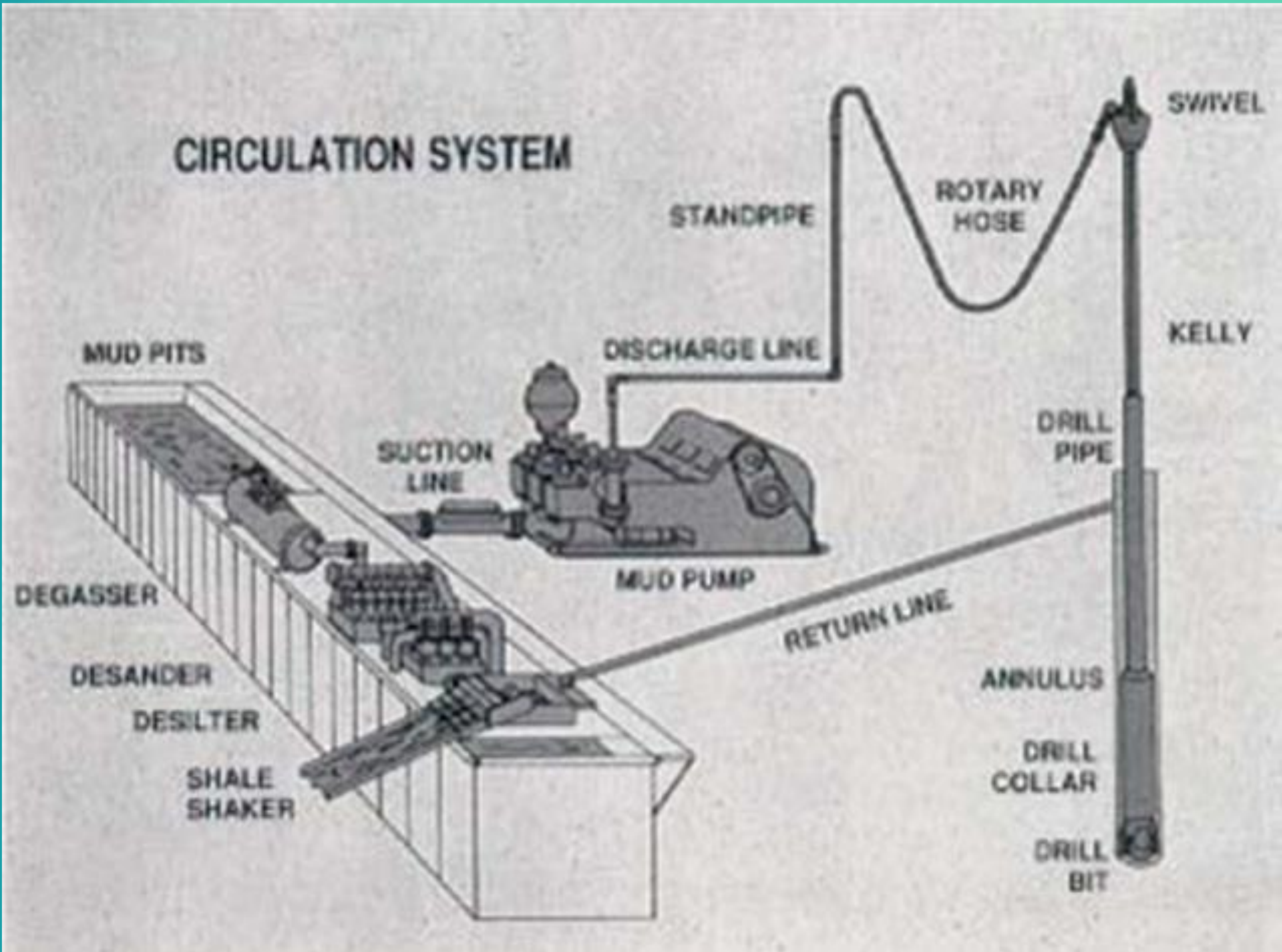
ROP = 10 m/h

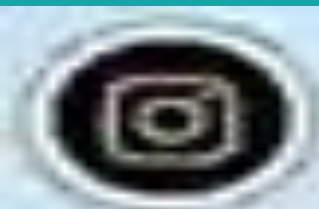
1 conexão

BHP = PH + Perdas de carga do anular (Poço em circulação)

Circulação do Fluido

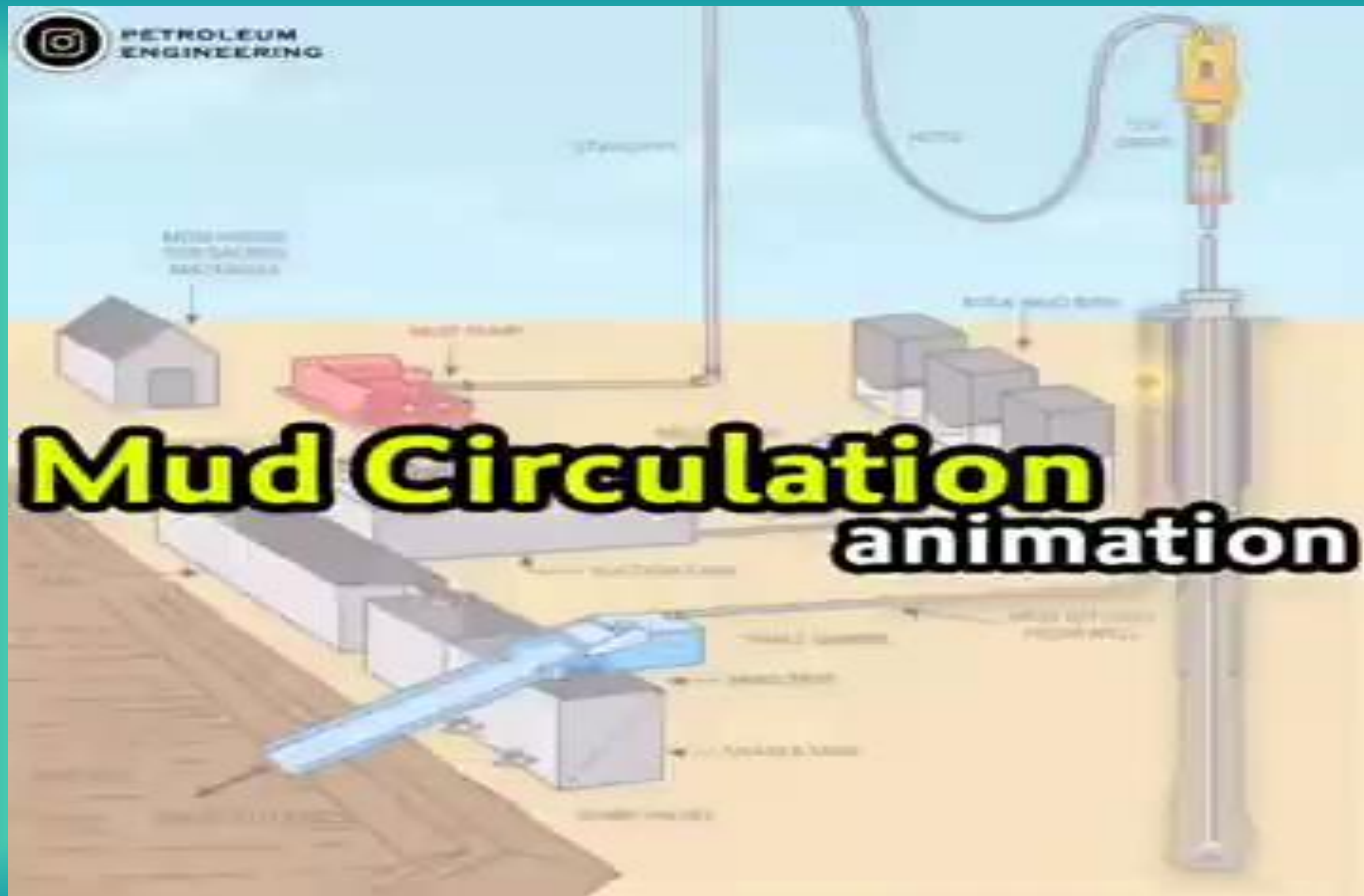
Toda vez que o desareador ou o dessiltador são ligados ou desligados o sondador deverá ser informado porque ocorrerá mudança no nível do tanque.



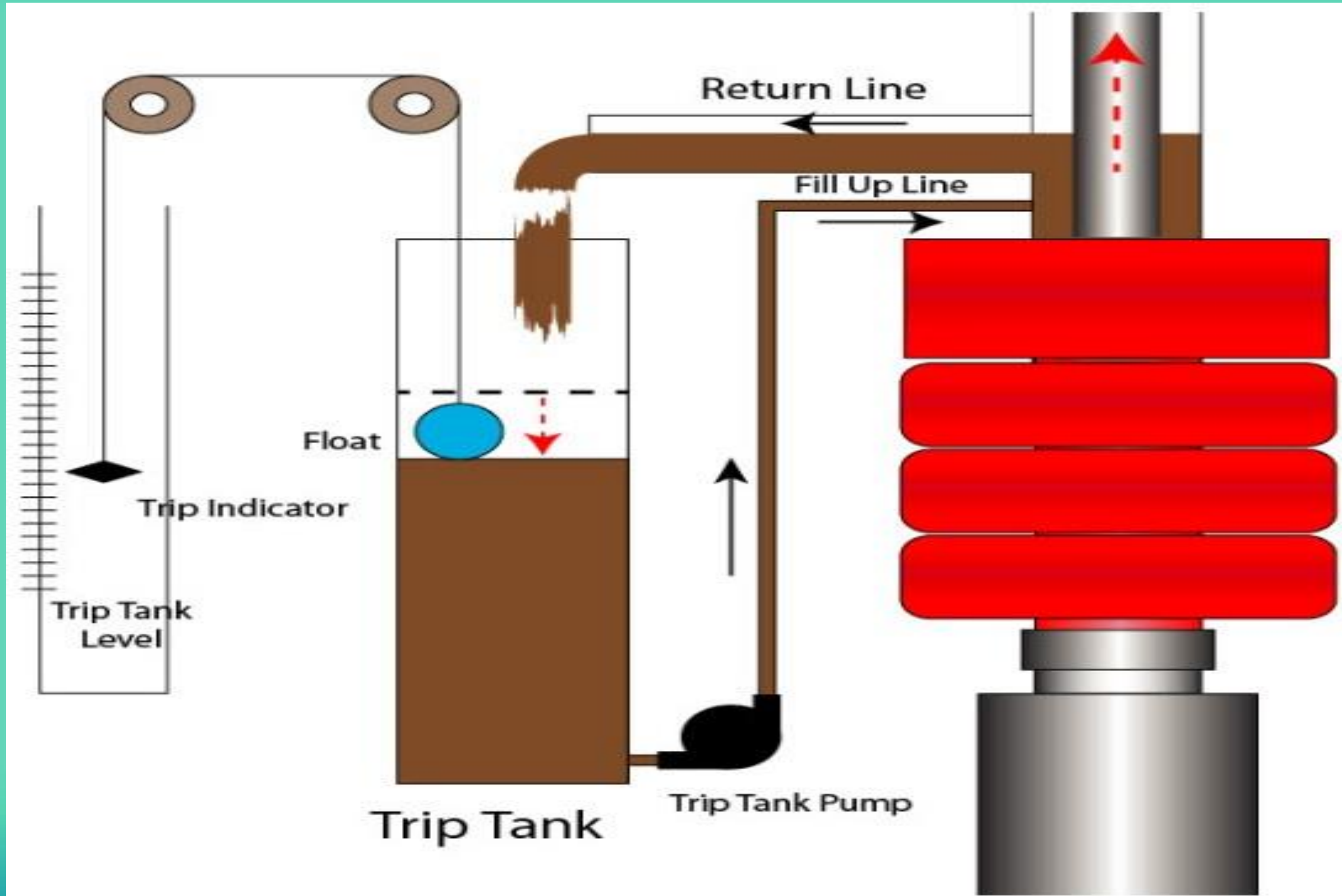


PETROLEUM
ENGINEERING

Mud Circulation animation

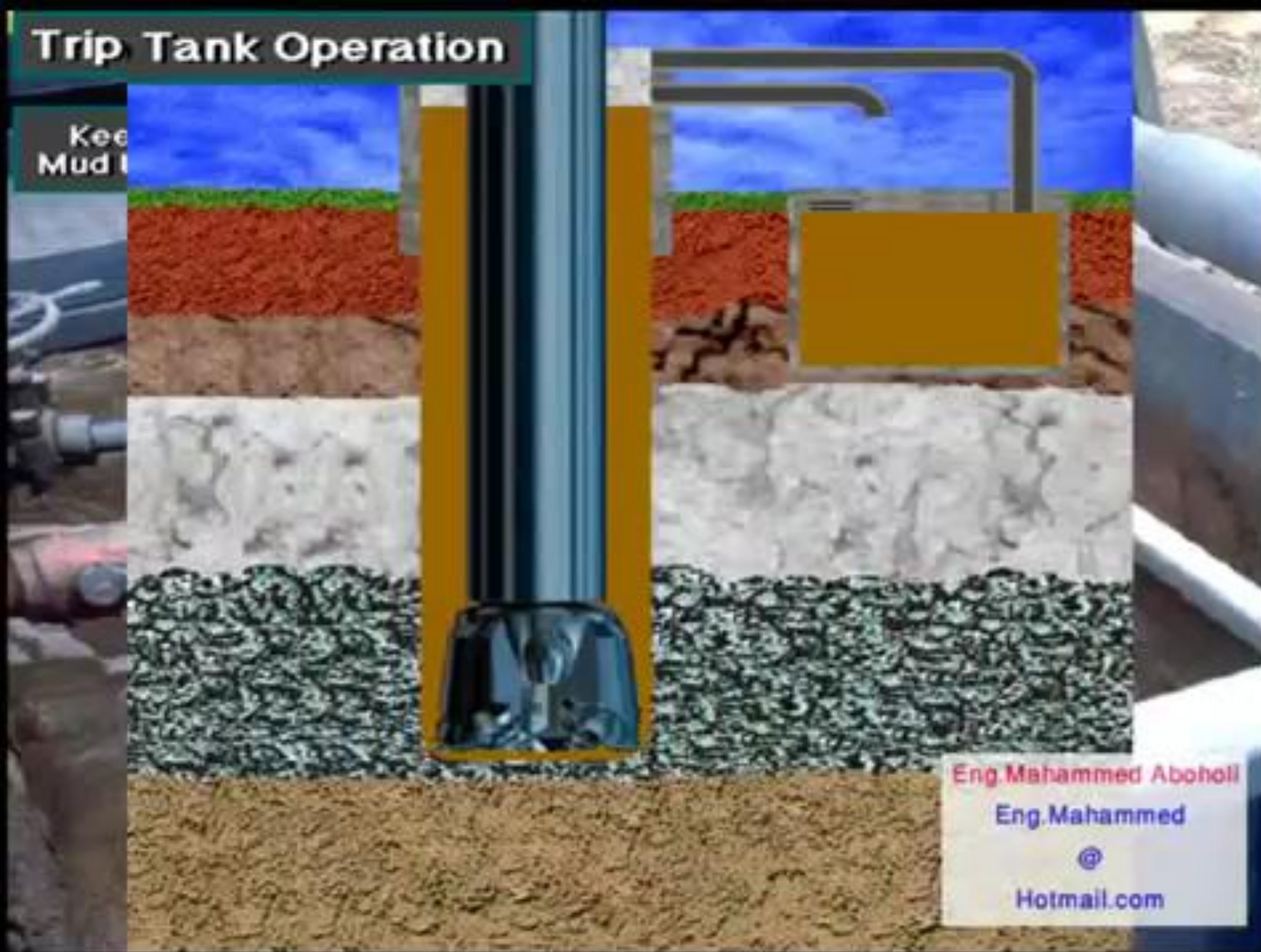


Manobra de Retirada de Coluna



Trip Tank Operation

Keep
Mud l



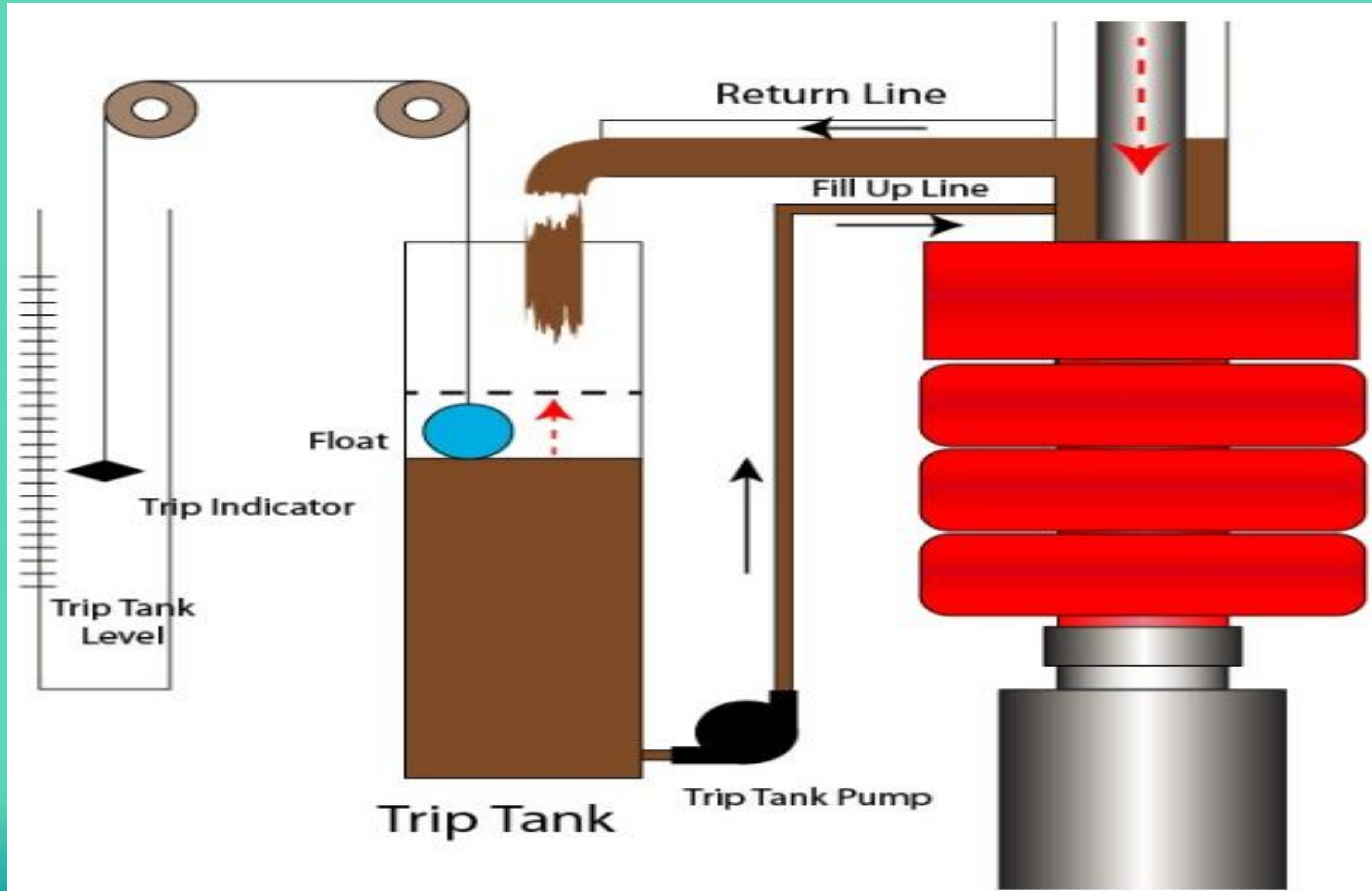
Eng. Mohammed Aboholi

Eng. Mohammed

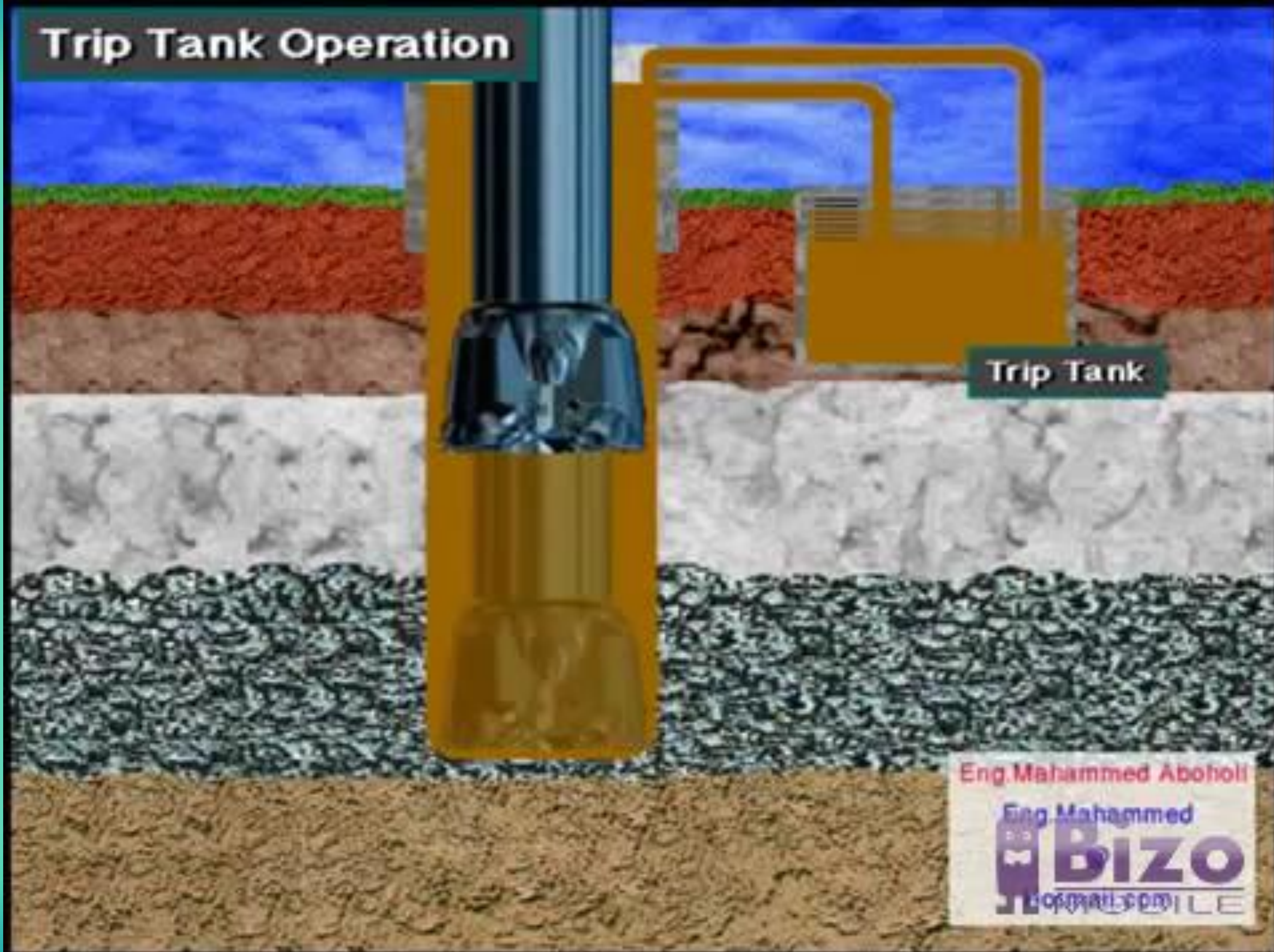
@

Hotmail.com

Manobra de Descida de Coluna



Trip Tank Operation

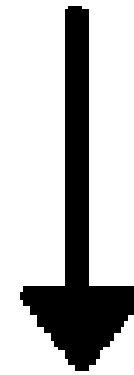


Eng. Mohammed Aboholi

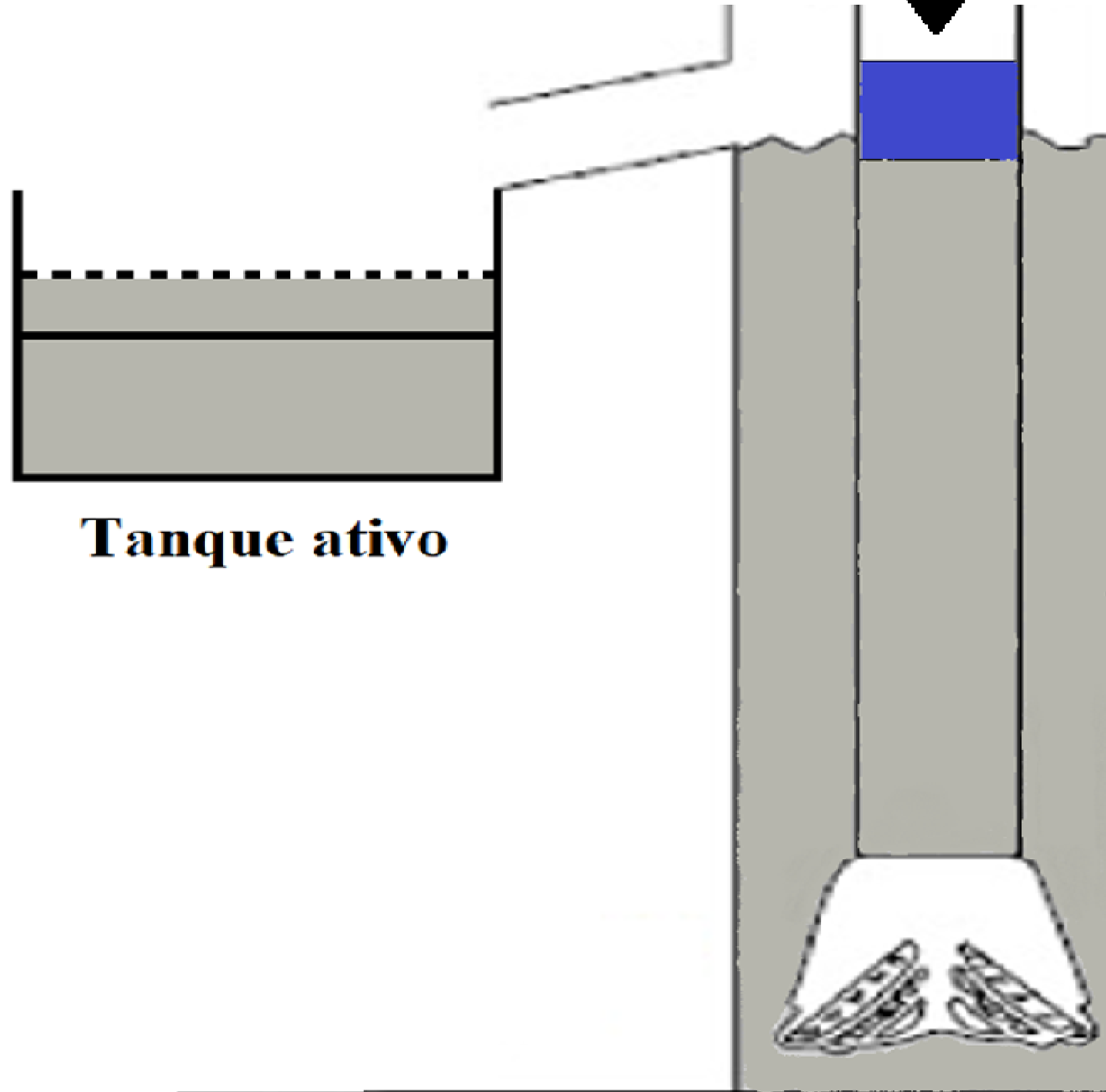
Eng. Mohammed

BIZO
BIZO@GMAIL.COM

Densidade do tampão: 12 lb/gal



Volume do tampão: 30 bbl



Tanque ativo

**densidade de fluido:
10 lb/gal**

Coluna de perfuração

Espaço anular

Redução de nível

Ar

Tampão na
posição adequada

Fluido de perfuração

Tampão pesado

Densidade do tampão: 12 lb/gal

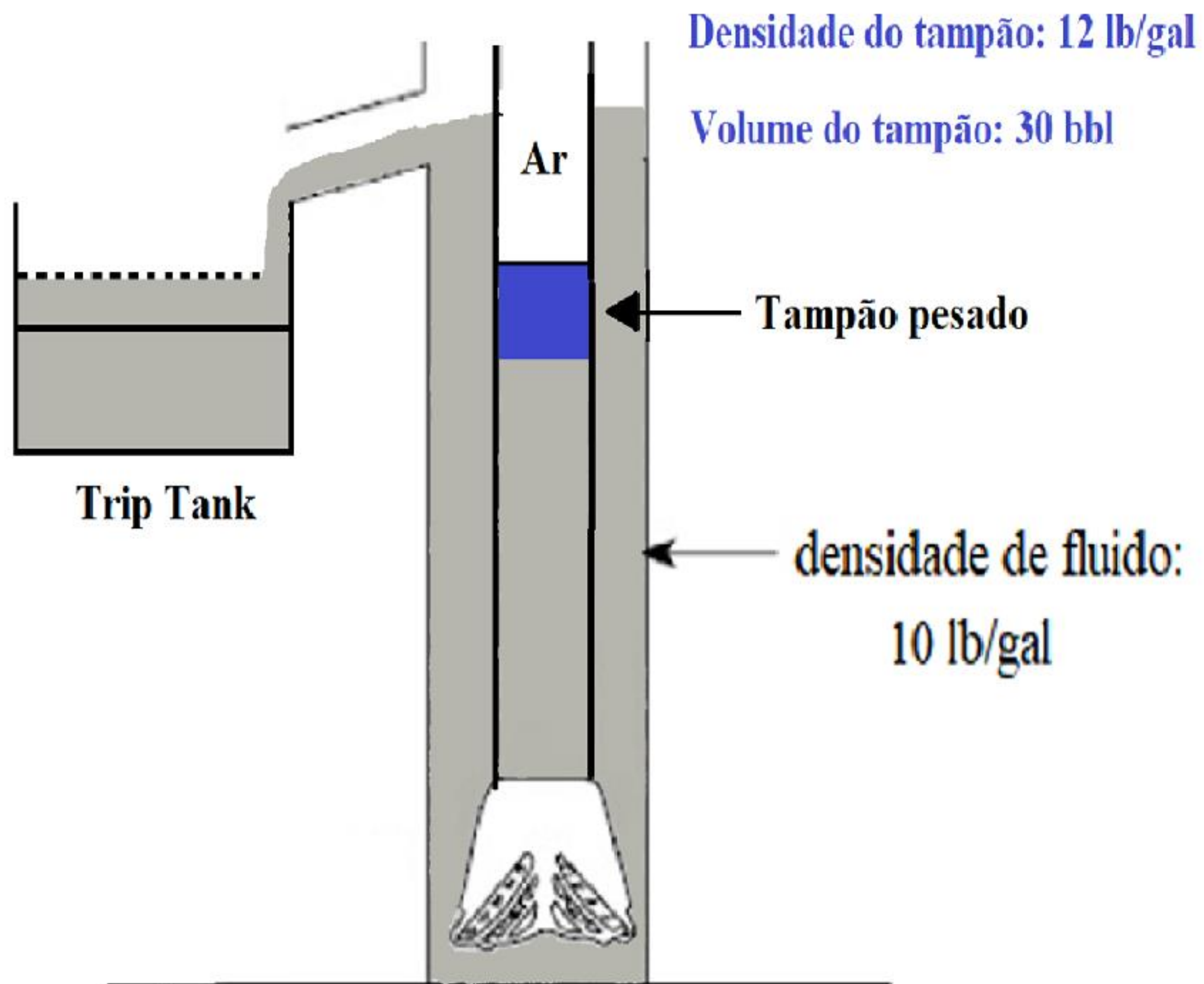
Volume do tampão: 30 bbl

Ar

Tampão pesado

densidade de fluido:
10 lb/gal

Trip Tank



Funções do Fluido de Perfuração

- ✓ Gerar pressão hidrostática.
- ✓ Limpar o poço.
- ✓ Manter os cascalhos em suspensão.
- ✓ Transmitir energia mecânica.
- ✓ Trazer informações das formações perfuradas.
- ✓ Aliviar o peso da coluna pelo empuxo (Flutuabilidade da Coluna).
- ✓ Resfriar e lubrificar a coluna e a broca.
- ✓ Revestir as paredes do poço, gerando maior estabilidade (Reboco).

Aditivos do fluido de perfuração

Para aumento da densidade:
Baritina ou Calcário

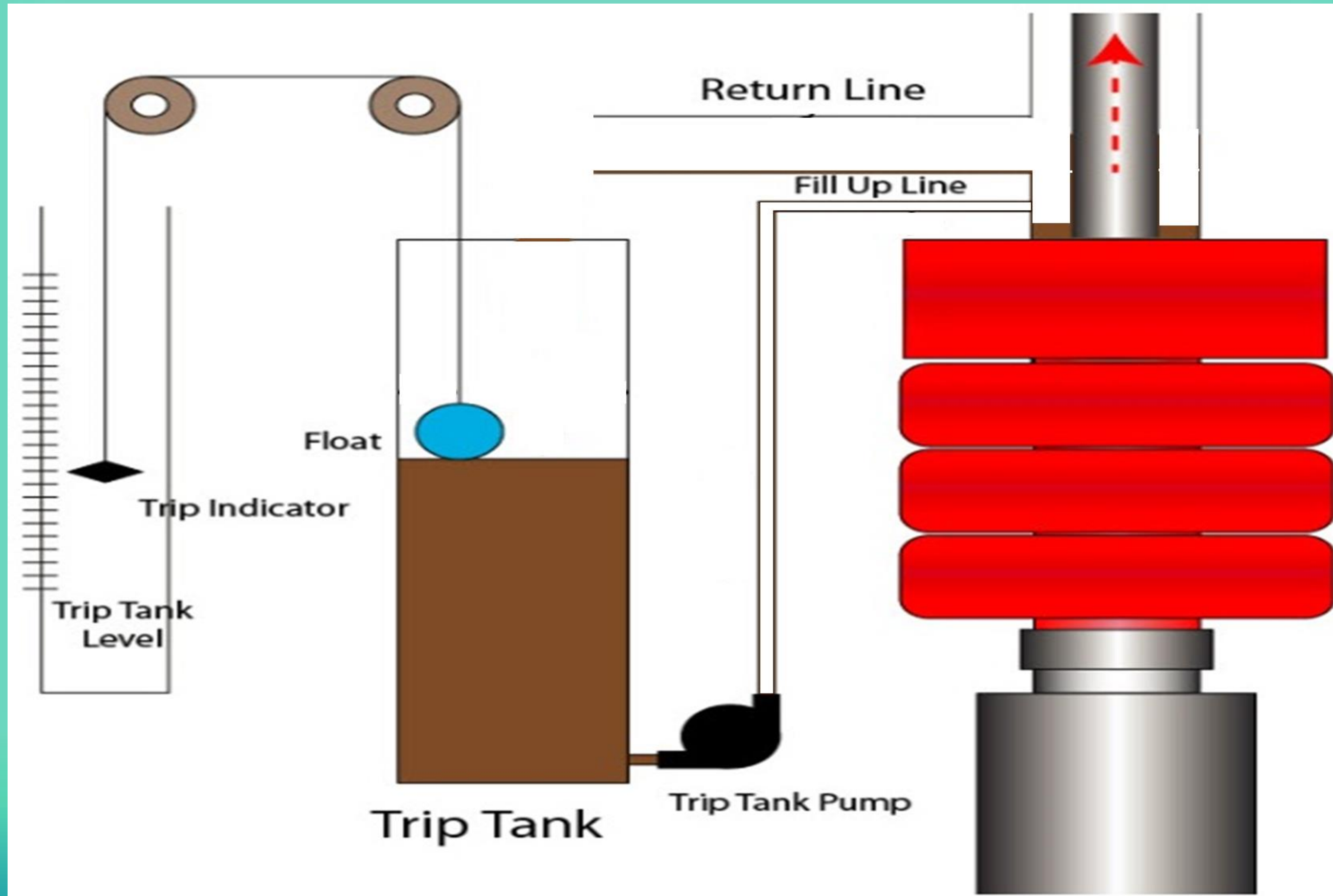
Para aumentar a viscosidade:
Bentonita ou Goma Xantana

Para aumentar o pH de fluidos à base de água:
Soda Cáustica



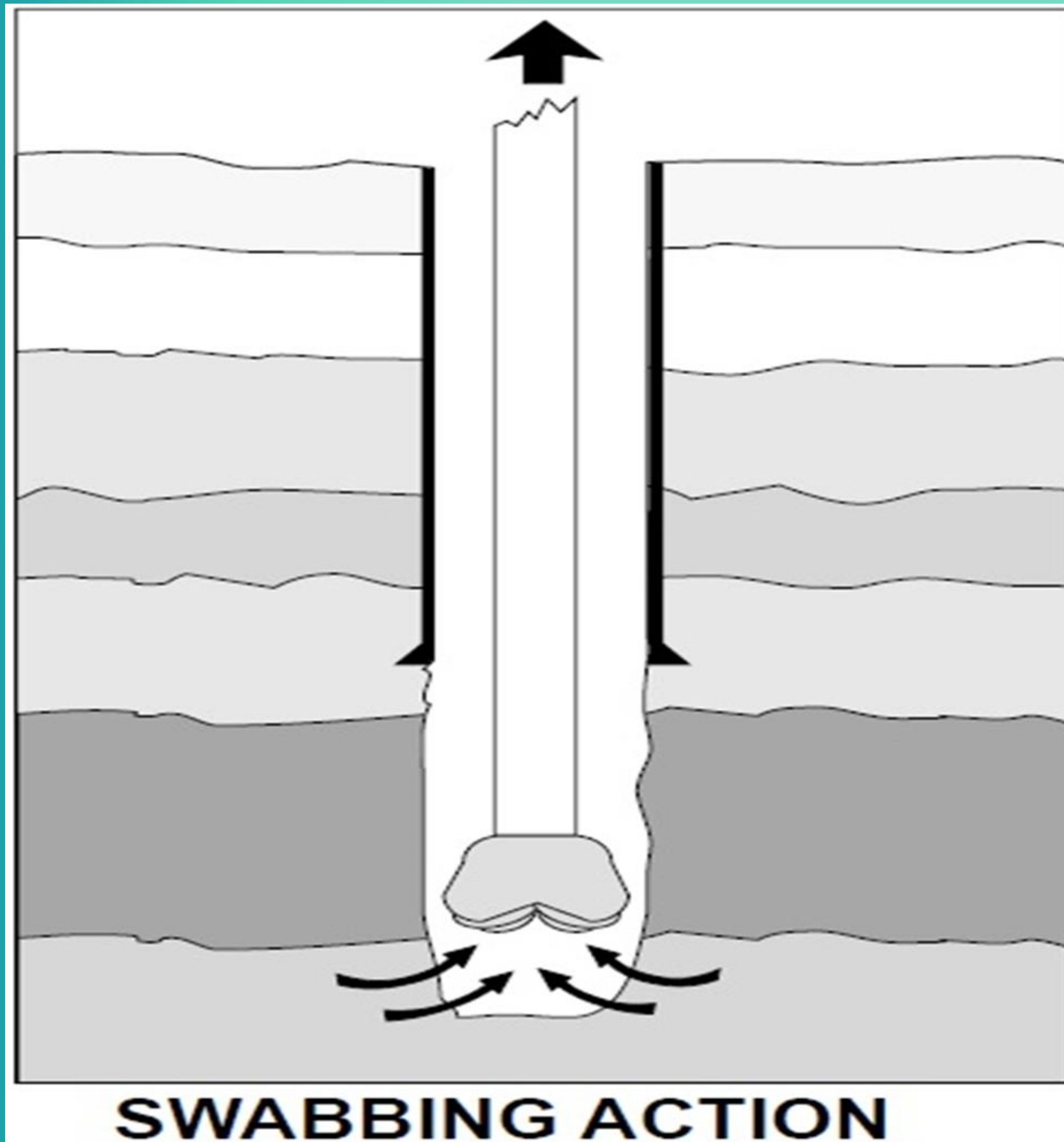
Causas de Kick:

Falha no abastecimento do poço com o volume calculado em uma manobra.



Causas de kick

Pistoneio na retirada da coluna (Swabbing)



O que ocasiona o pistoneio na retirada da coluna?

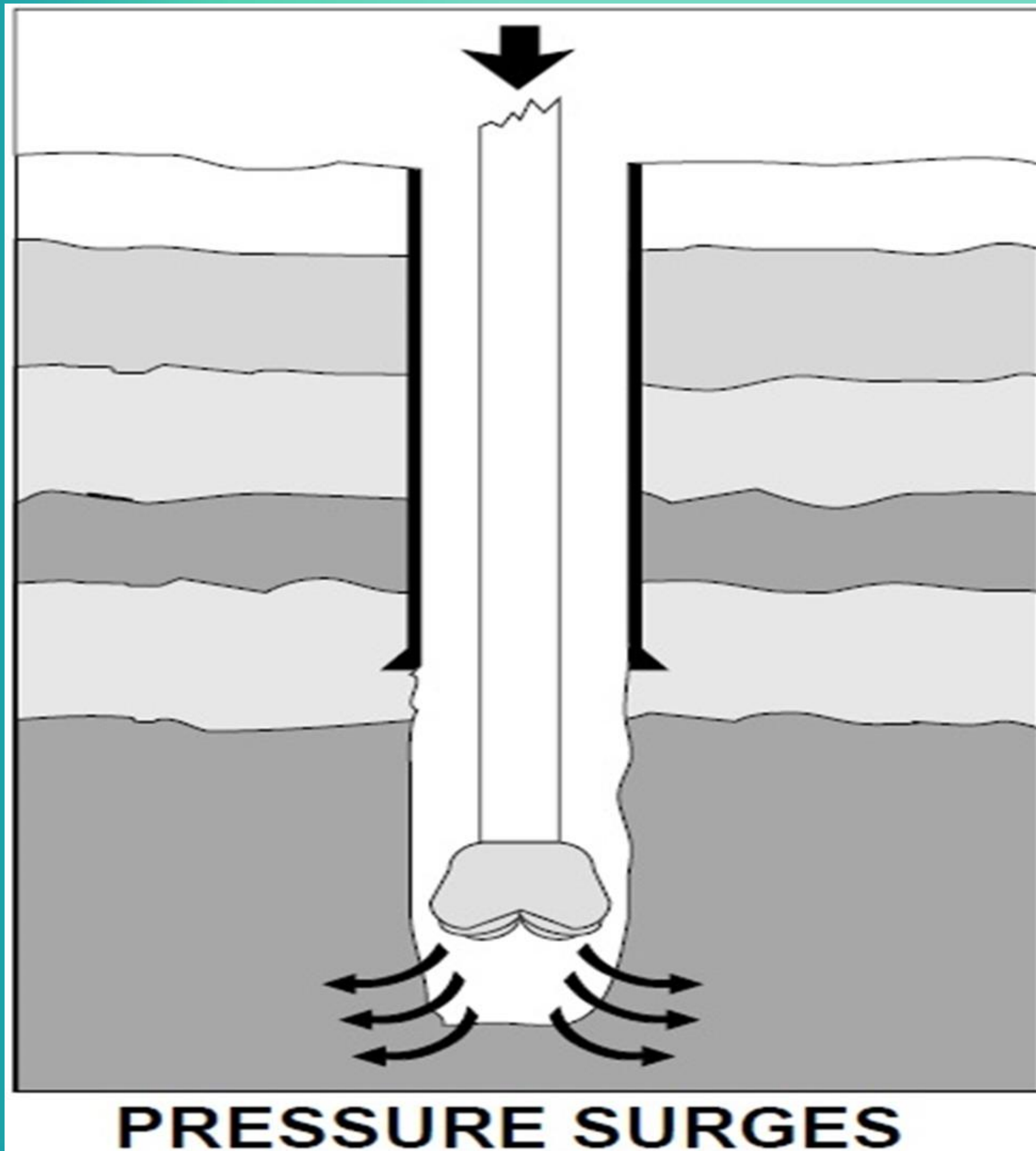
- Velocidade de manobra excessiva;
- Espaço anular muito estreito;
- Broca encerrada;
- Alta viscosidade do fluido (alta força gel).

O que o pistoneio gera no fundo do poço?

- Reduz momentaneamente a pressão no fundo do poço;
- Gera influxo dos fluidos da formação para o interior do poço.

Causas de kick

Pistoneio na descida da coluna (Surging)



O que ocasiona o pistoneio na descida da coluna?

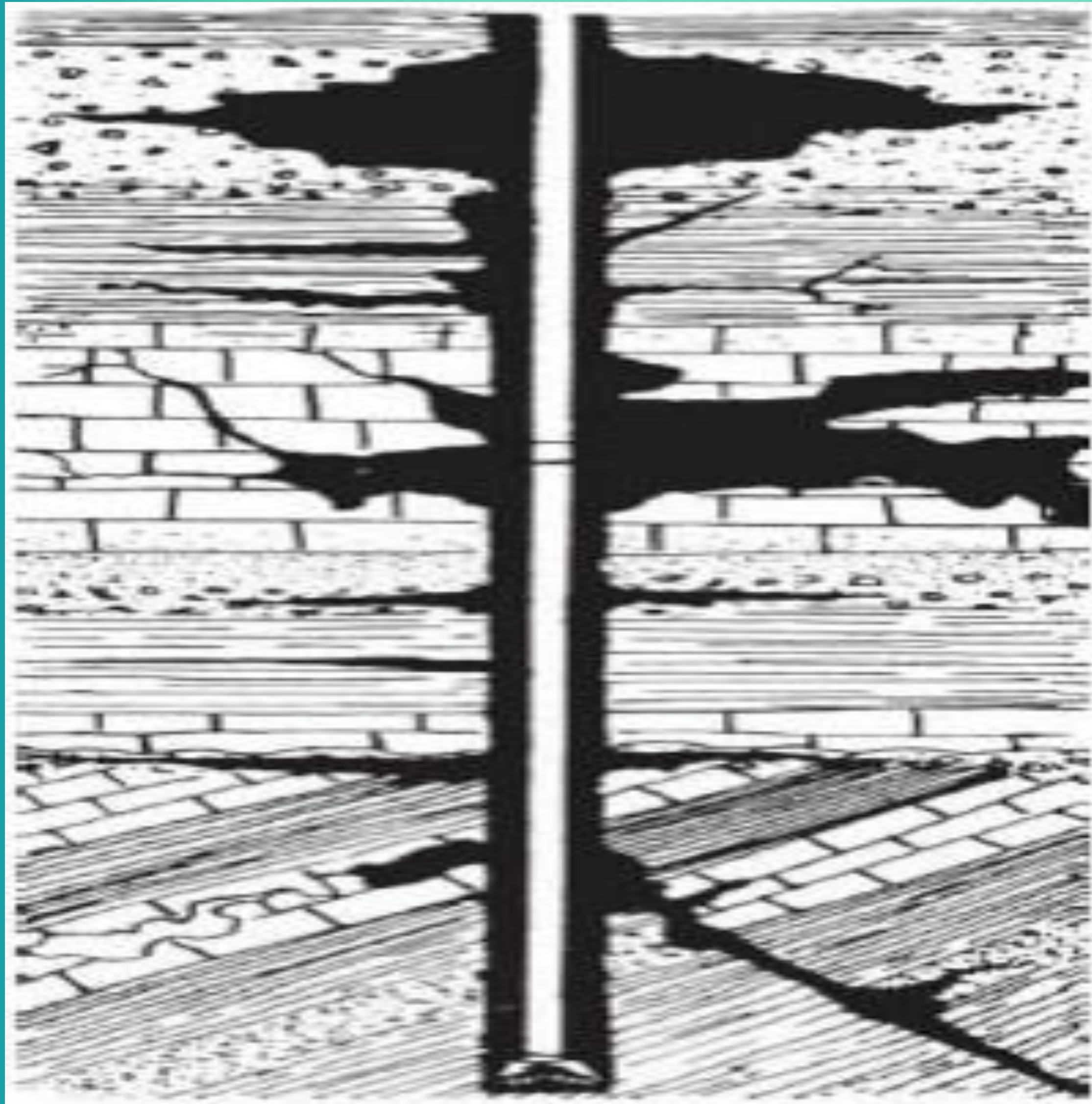
- Velocidade de manobra excessiva;
- Fluido com alta força gel;
- Espaço anular muito estreito.

O que o pistoneio gera no fundo do poço?

- Aumenta a pressão no fundo do poço;
- Fratura a formação;
- Gera perda de fluido para a formação (perda de circulação).

Causas de kick

Perda de circulação



Perda total de circulação:

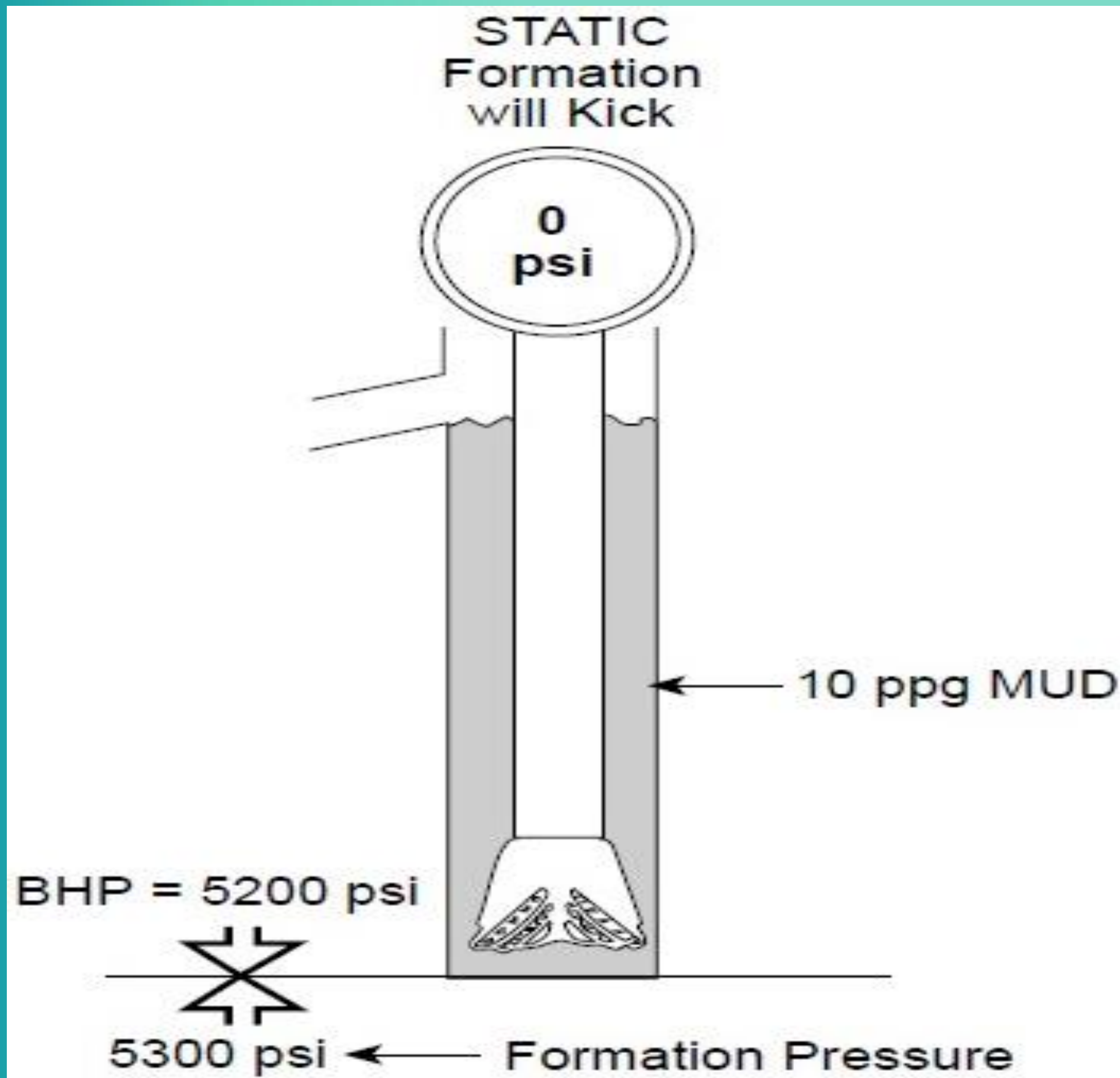
Não tem retorno de fluido para a superfície.

Perda parcial de circulação:

Continua tendo retorno de fluido para a superfície, porém esse retorno é menor do que o volume que retornava antes.

Causas de Kick:

Densidade Insuficiente de Fluido



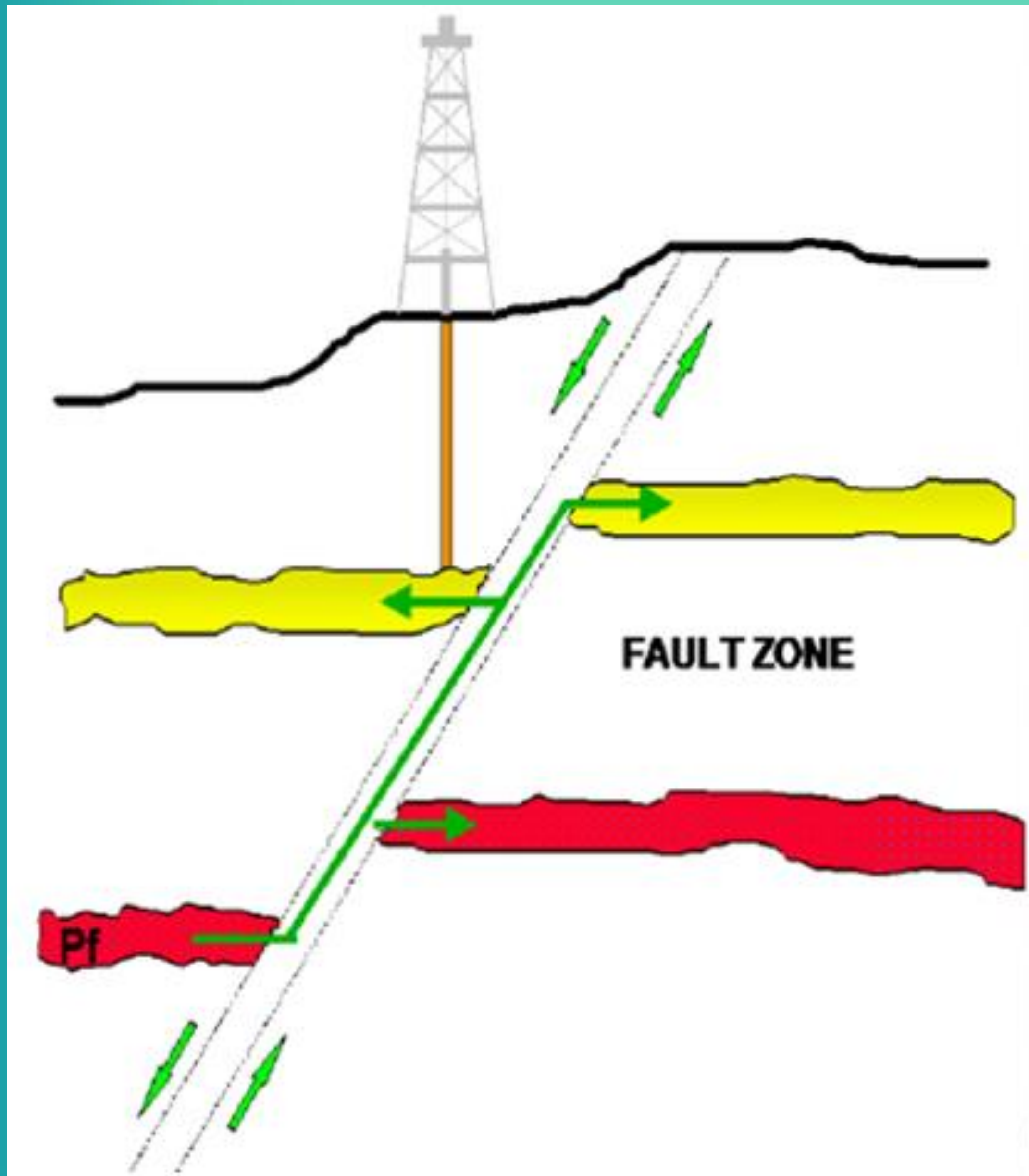
O que pode gerar uma densidade insuficiente de fluido?

- Diluição do fluido na superfície;
- Pressão de formação anormalmente alta;
- Contaminação do fluido de perfuração com os fluidos da formação;
- Processar o fluido por muito tempo na centrífuga;
- Deixar os agitadores dos tanques desligados (causa a decantação da baritina);
- Transferência de fluido de densidade errada para o tanque ativo.

Causas de Kick:

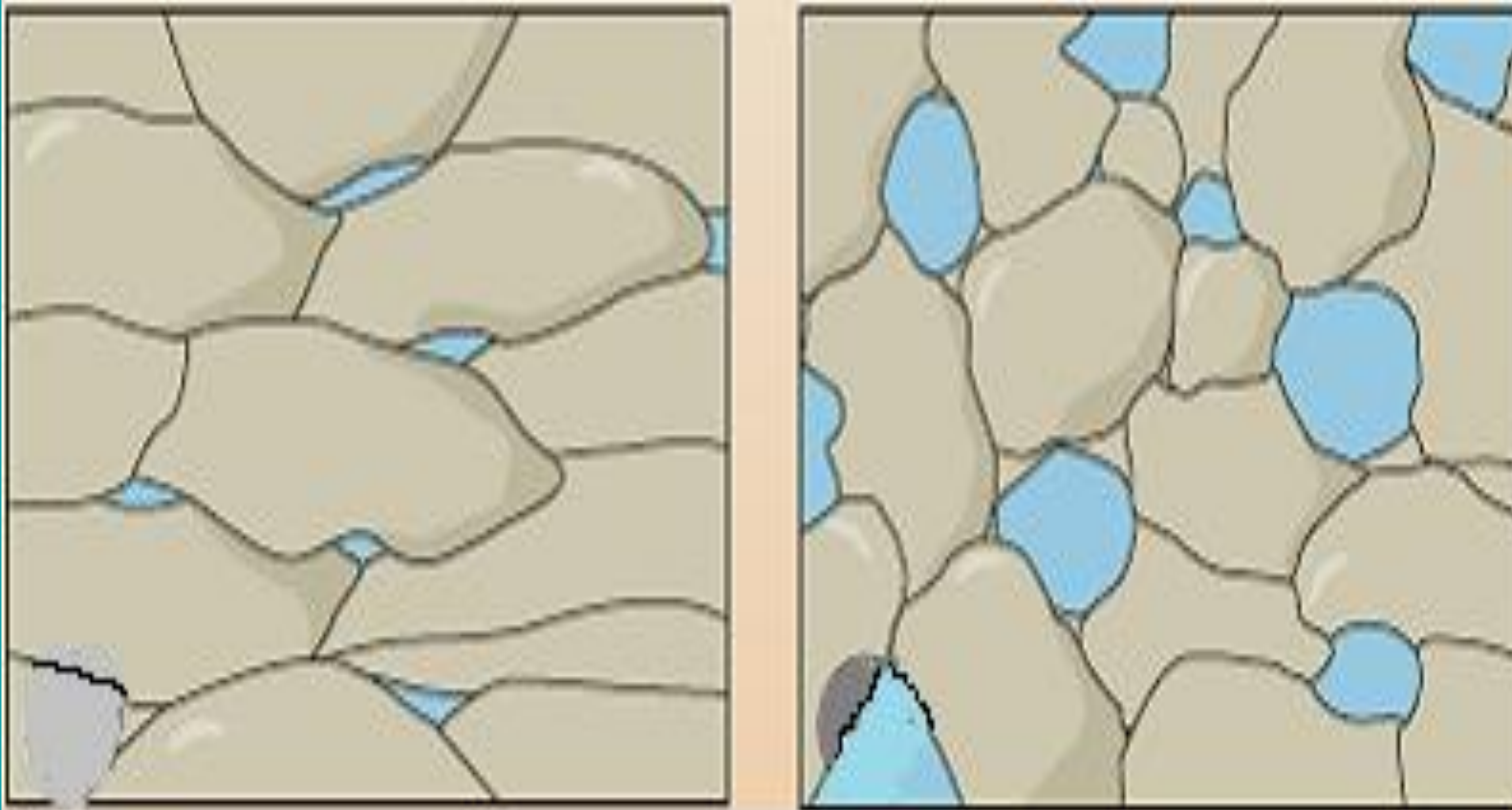
Pressão de Formação Anormalmente Alta:

Considera-se pressão da formação anormalmente alta quando a pressão da formação é maior do que a pressão hidrostática da água da formação.

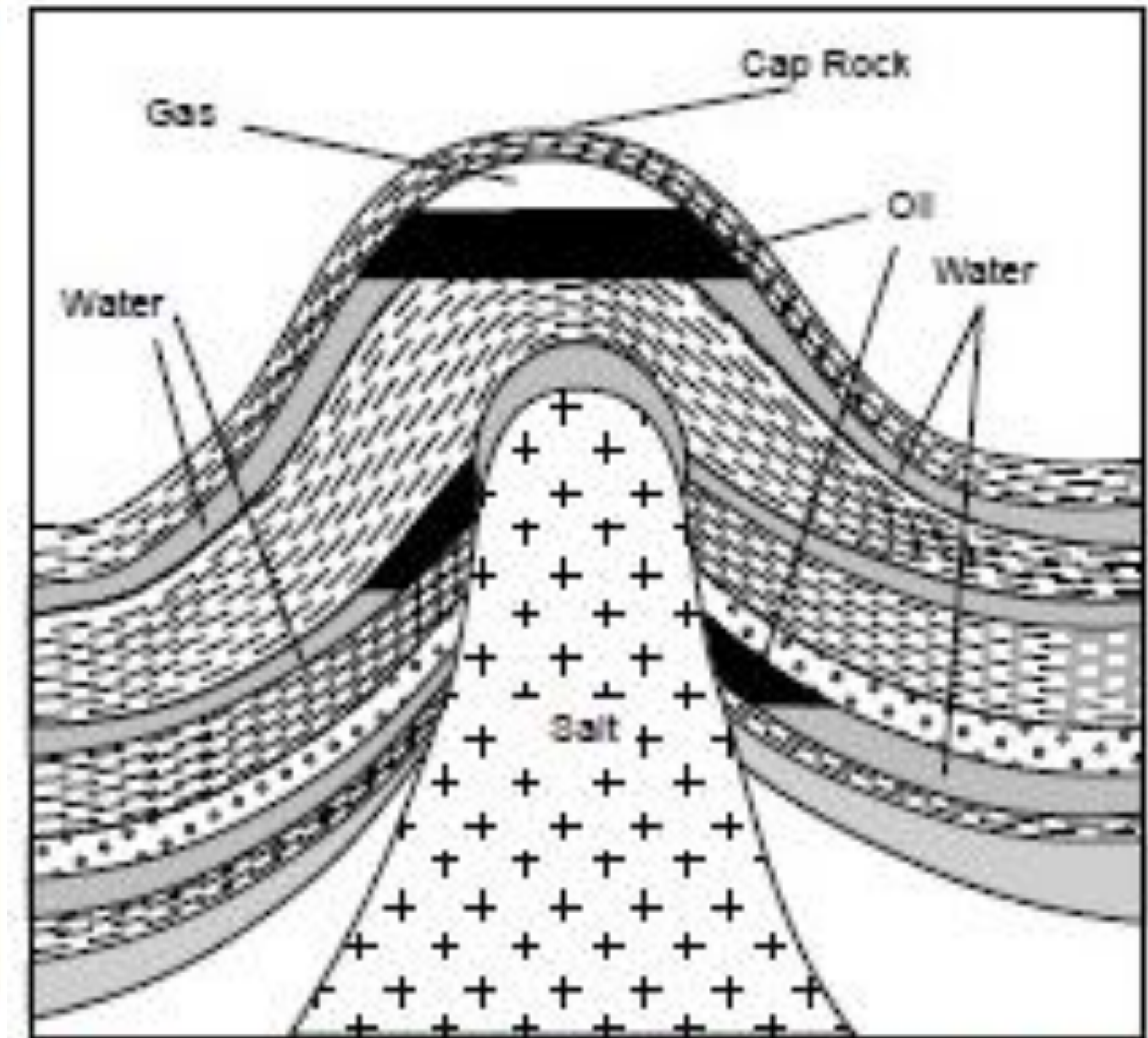


Causas de Kick:

Pressão da Formação Anormalmente Alta



Líquido Aprisionado em Folhelho



Zonas Anticlinais - Domos de Sal

Calcule o gradiente de uma zona com pressão de formação normal.

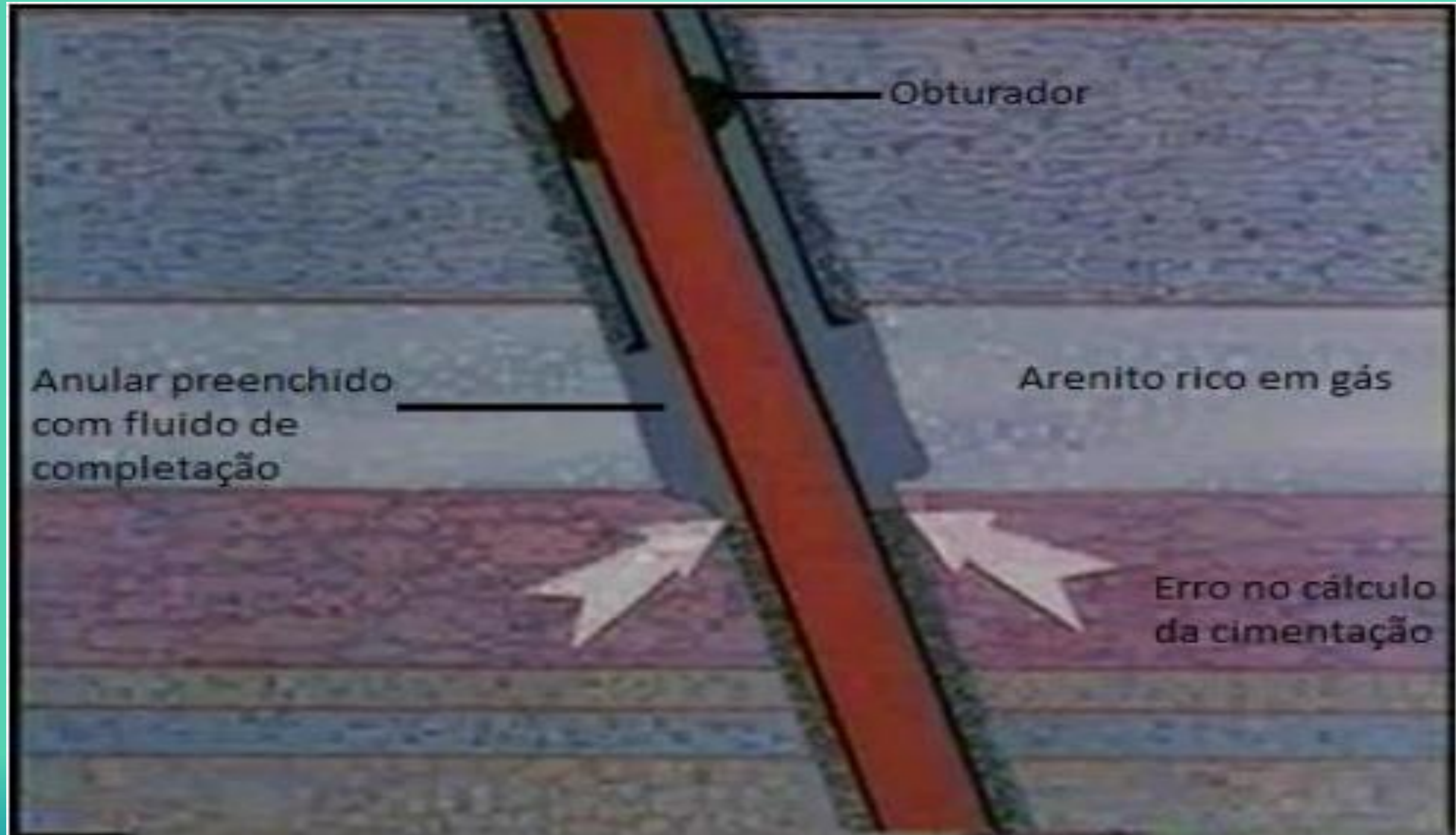
a) 1,4143 psi/m

b) 1,4654 psi/m

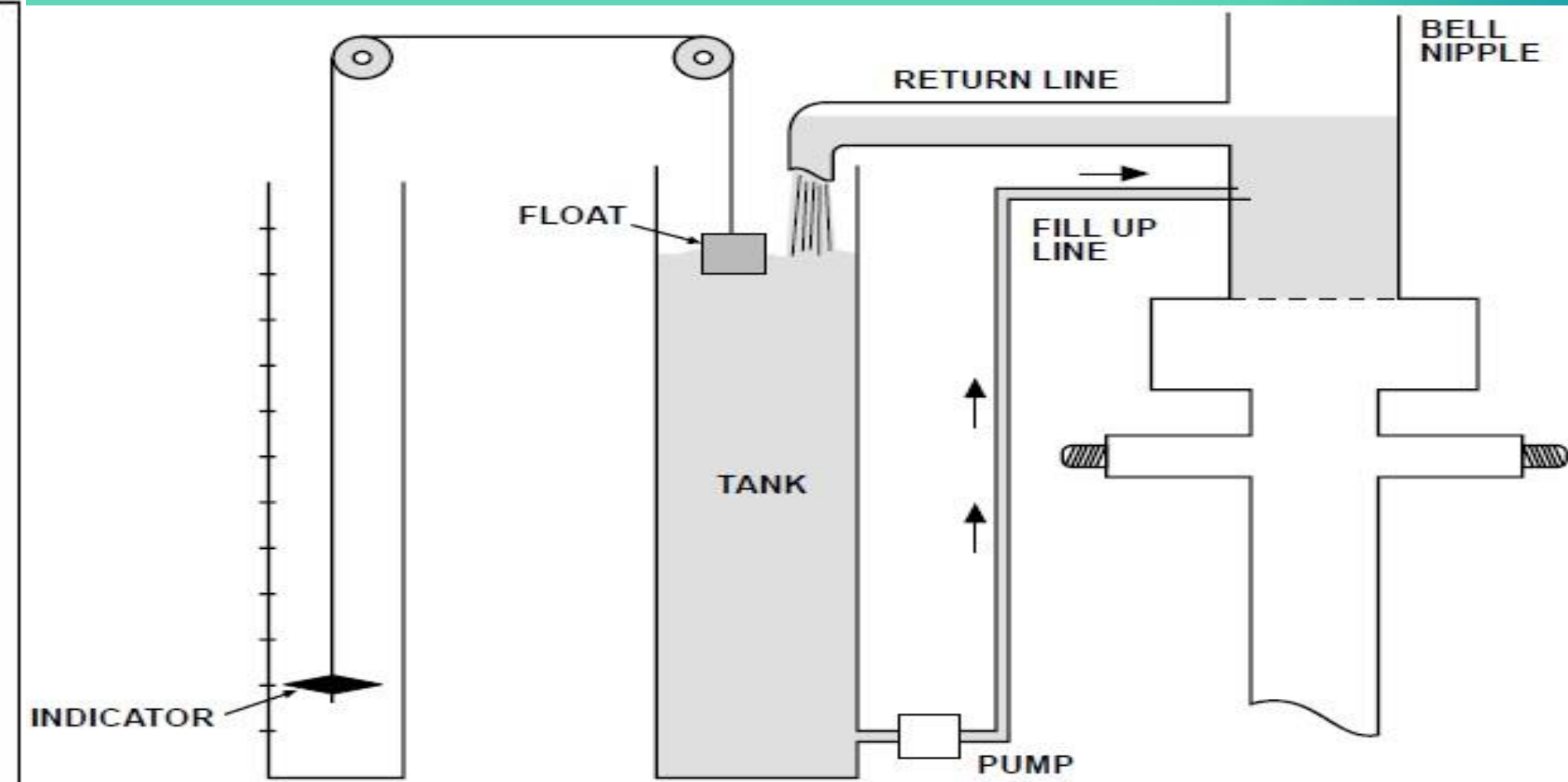
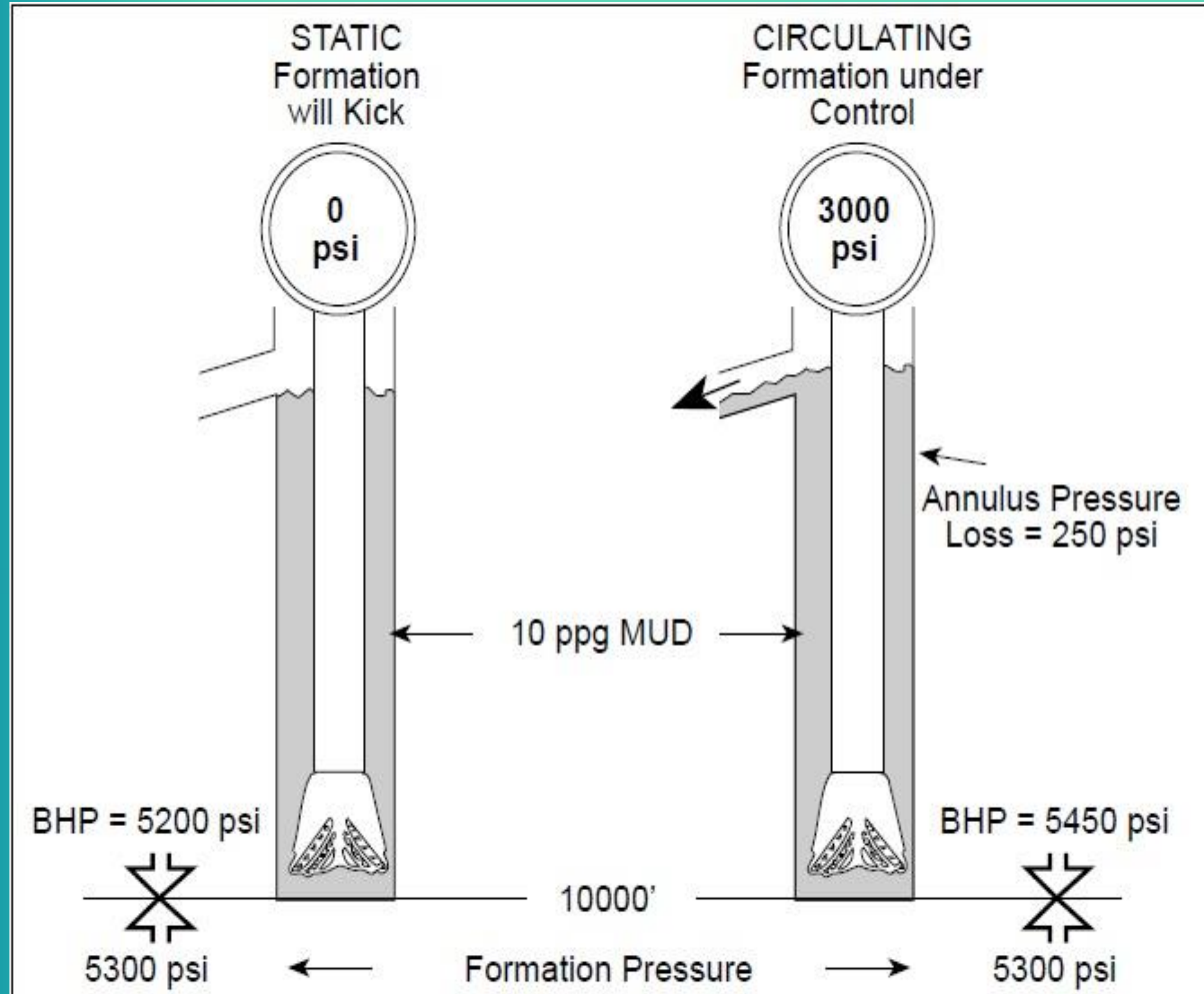
c) 1,5166 psi/m

Causas de Kick:

Má cimentação



Detecção de Kick



Detecção de Kick

Indícios Primários de Kick:

- ✓ Aumento da vazão de retorno.
- ✓ Ganho no volume dos tanques.
- ✓ Fluxo com as bombas desligadas.

Obs:

Drilling Break: Um aumento ou redução significativa da taxa de penetração.

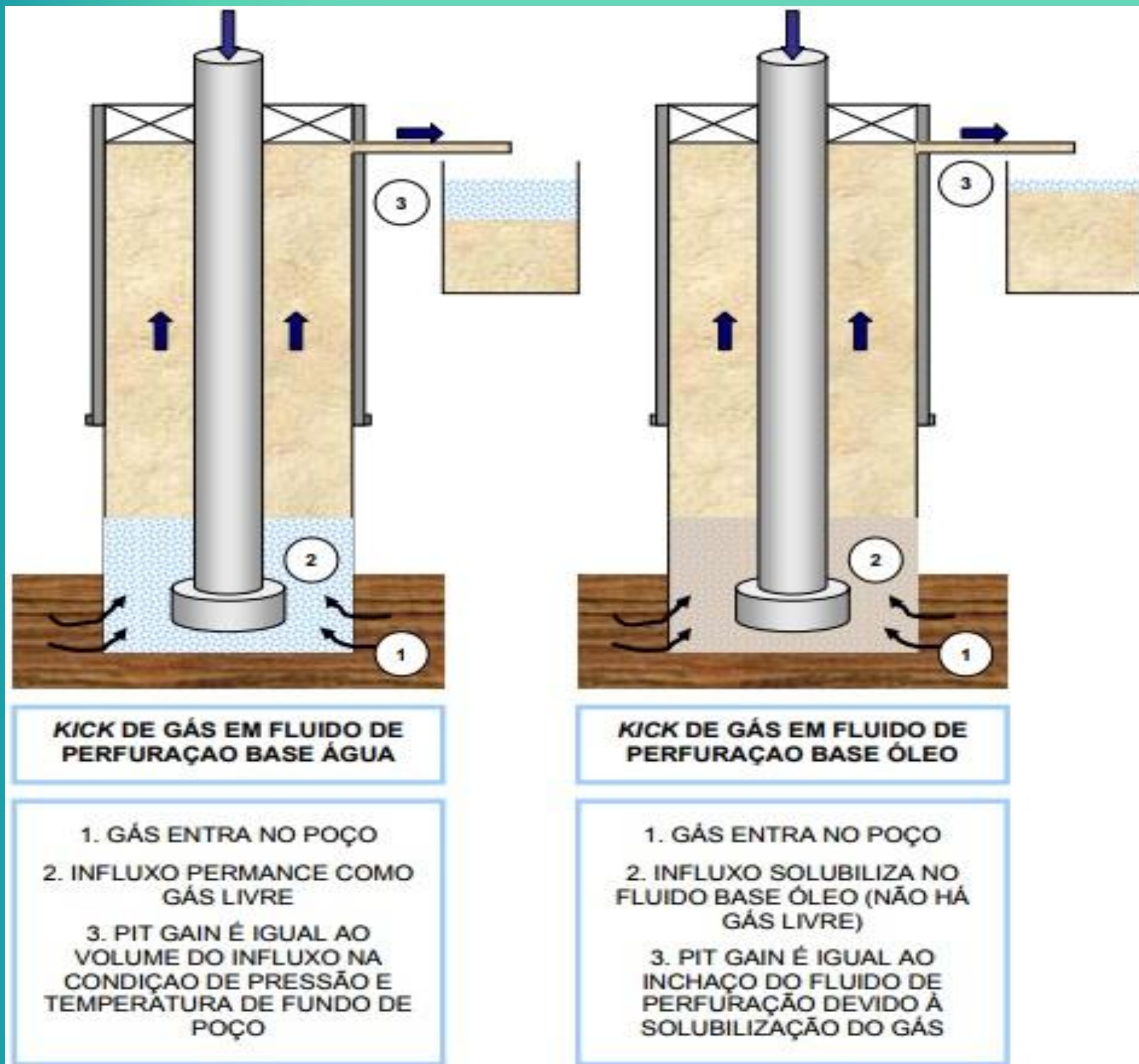
Drilling Break Negativo (quebra negativa da taxa): Uma redução significativa da taxa.

Indícios Secundários de Kick:

- ✓ Diminuição da pressão de bombeio.
- ✓ Mudanças das propriedades do fluido de perfuração.
- ✓ Mudança no volume e formato dos cascalhos.
- ✓ Drilling Break Positivo (Aumento da taxa de penetração - ROP).
- ✓ Mudanças no torque e na rotação (RPM).
- ✓ Aumento da temperatura do fluido.
- ✓ Poço aceitando menos lama do que volume calculado.

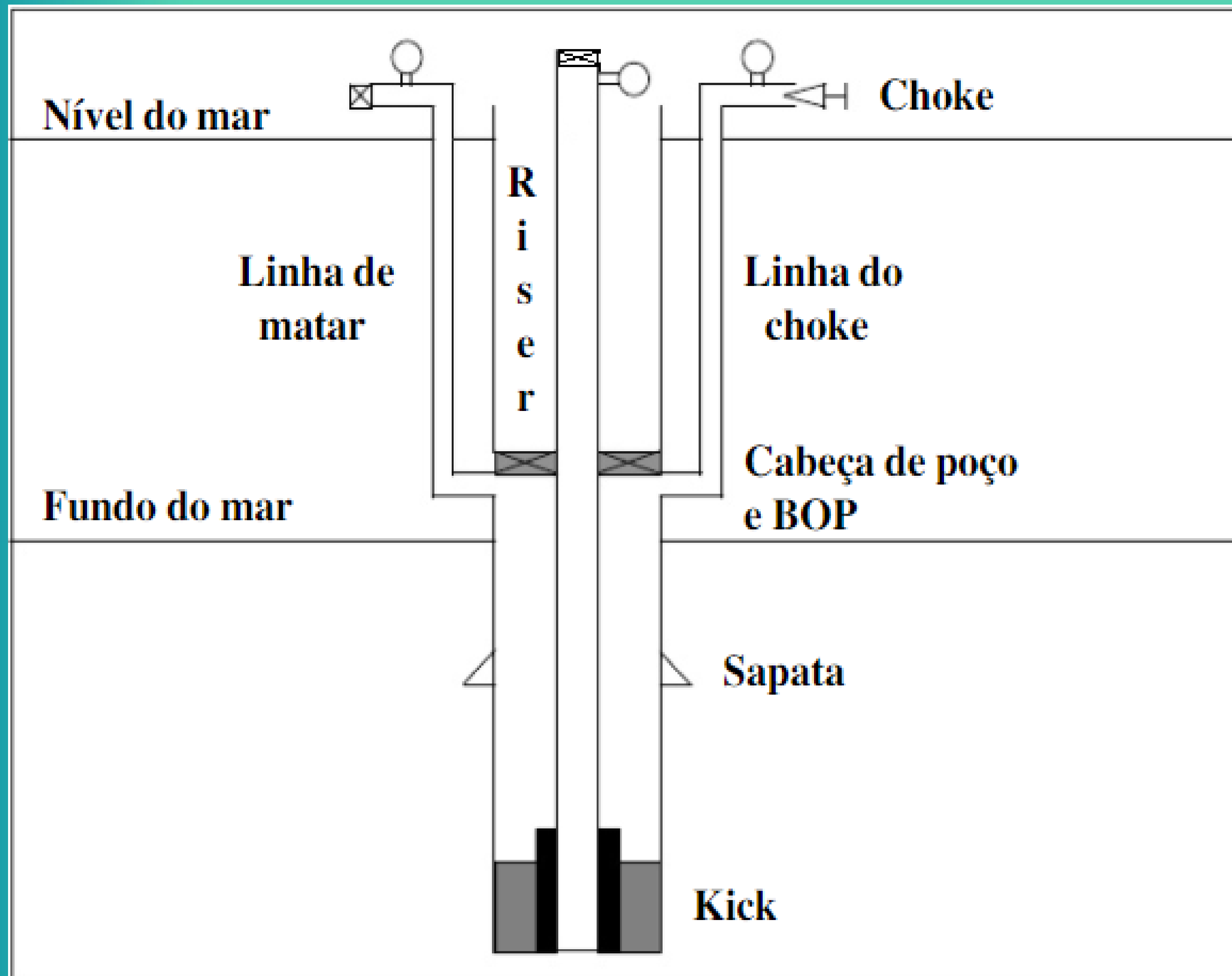
Alertas de zonas de Alta Pressão

O que dificulta a detecção de um kick?



- Transbordamento de fluido nas peneiras;
- Movimentação de guindaste;
- Condições climáticas;
- Variação do nível do mar;
- Transferência de fluido sem avisar;
- Fluido à base de óleo e zonas de baixa permeabilidade;
- Efeito ballooning;
- Quando liga ou desliga um desareador ou dessiltador sem comunicar ao sondador.

Métodos de Fechamento de Poço



Os métodos de fechamento de poço são:

- Método Hard Shut In (**choke remoto ajustável 100% fechado**).
- Método Soft Shut In (**choke remoto ajustável 50% aberto**).

Métodos de Fechamento de Poço - PERFURANDO

▪Método HARD Shut In

(Choke Hidráulico 100% FECHADO)

- 1º) Retirar a coluna do fundo;
- 2º) Parar a rotação;
- 3º) Desligar as bombas;
- 4º) Fechar o preventor anular;**
- 5º) Abrir as válvulas submarinas;**
- 6º) Alinhar o retorno do riser para o trip tank, registrar as pressões na superfície e volume ganho.

▪Método SOFT Shut In

(Choke Hidráulico 50% ABERTO)

- 1º) Retirar a coluna do fundo;
- 2º) Parar a rotação;
- 3º) Desligar as bombas;
- 4º) Abrir as válvulas submarinas;**
- 5º) Fechar o preventor anular;**
- 6º) Fechar 100% o choke hidráulico;**
- 7º) Alinhar o retorno do riser para o trip tank e registrar as pressões na superfície e volume ganho.

Métodos de Fechamento de Poço – EM MANOBRA

▪Método HARD Shut In

(Choke Hidráulico 100% FECHADO)

1º) Instalar a válvula de segurança de coluna (TIW) aberta;

2º) Fechar a válvula de segurança de coluna (TIW);

3º) Fechar o BOP anular.

4º) Abrir as válvulas submarinas;

5º) Monitorar o trip tank, registrar as pressões na superfície e volume ganho.

Full Opening Safety Valve - FOSV

▪Método SOFT Shut In

(Choke Hidráulico 50% ABERTO)

1º) Instalar a válvula de segurança de coluna (TIW) aberta;

2º) Fechar a válvula de segurança de coluna (TIW);

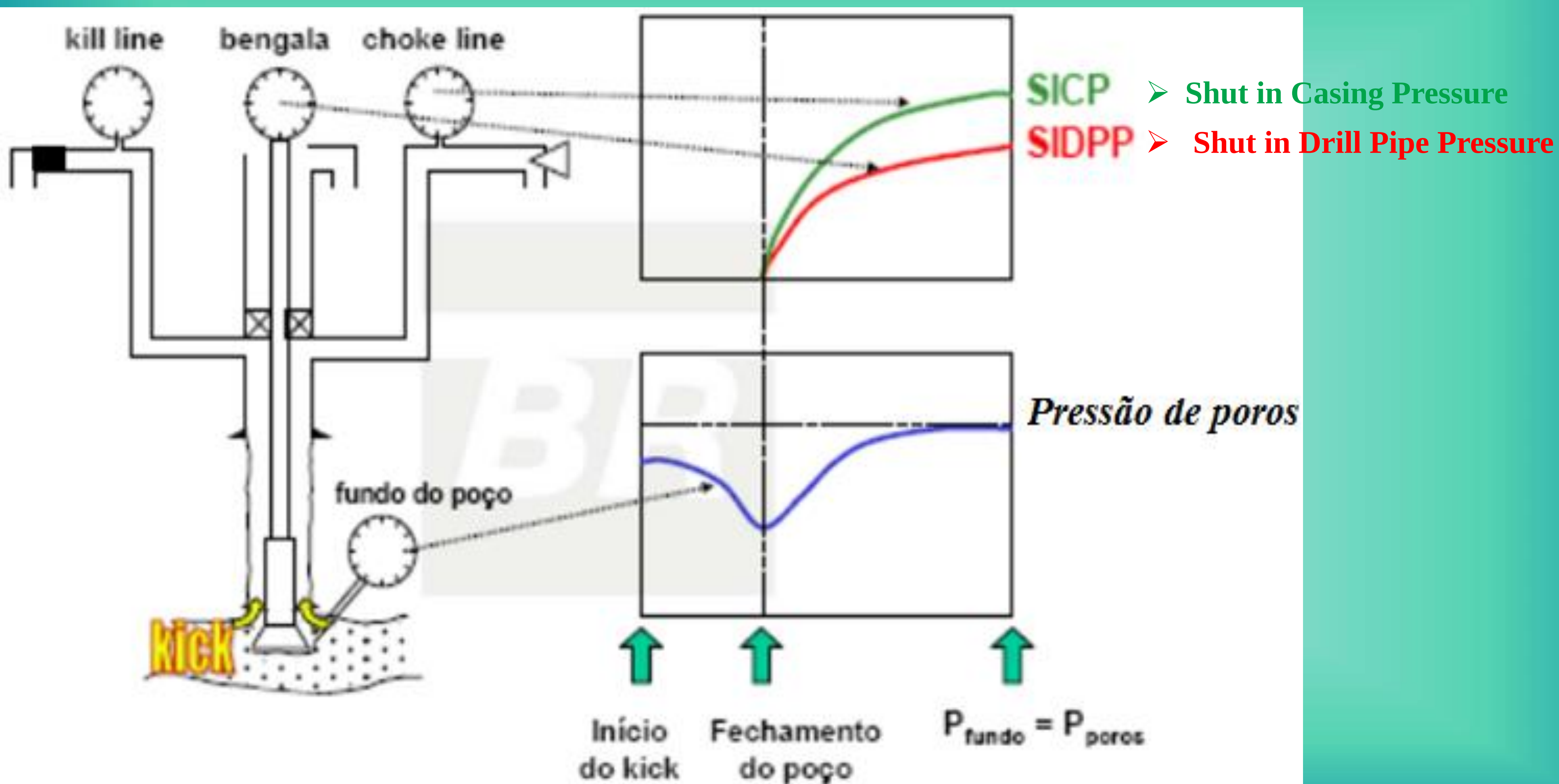
3º) Abrir as válvulas submarinas

4º) Fechar o BOP anular;

5º) Fechar 100% o choke hidráulico

6º) Monitorar o trip tank, registrar as pressões na superfície e volume ganho.

Após o Fechamento do Poço (Estática)



Pressões de Fechamento e Densidade do Fluido para Matar o Poço

Informações do poço:

Pressão de Formação: 5450 psi

Pressão hidrostática no espaço anular: 4950 psi

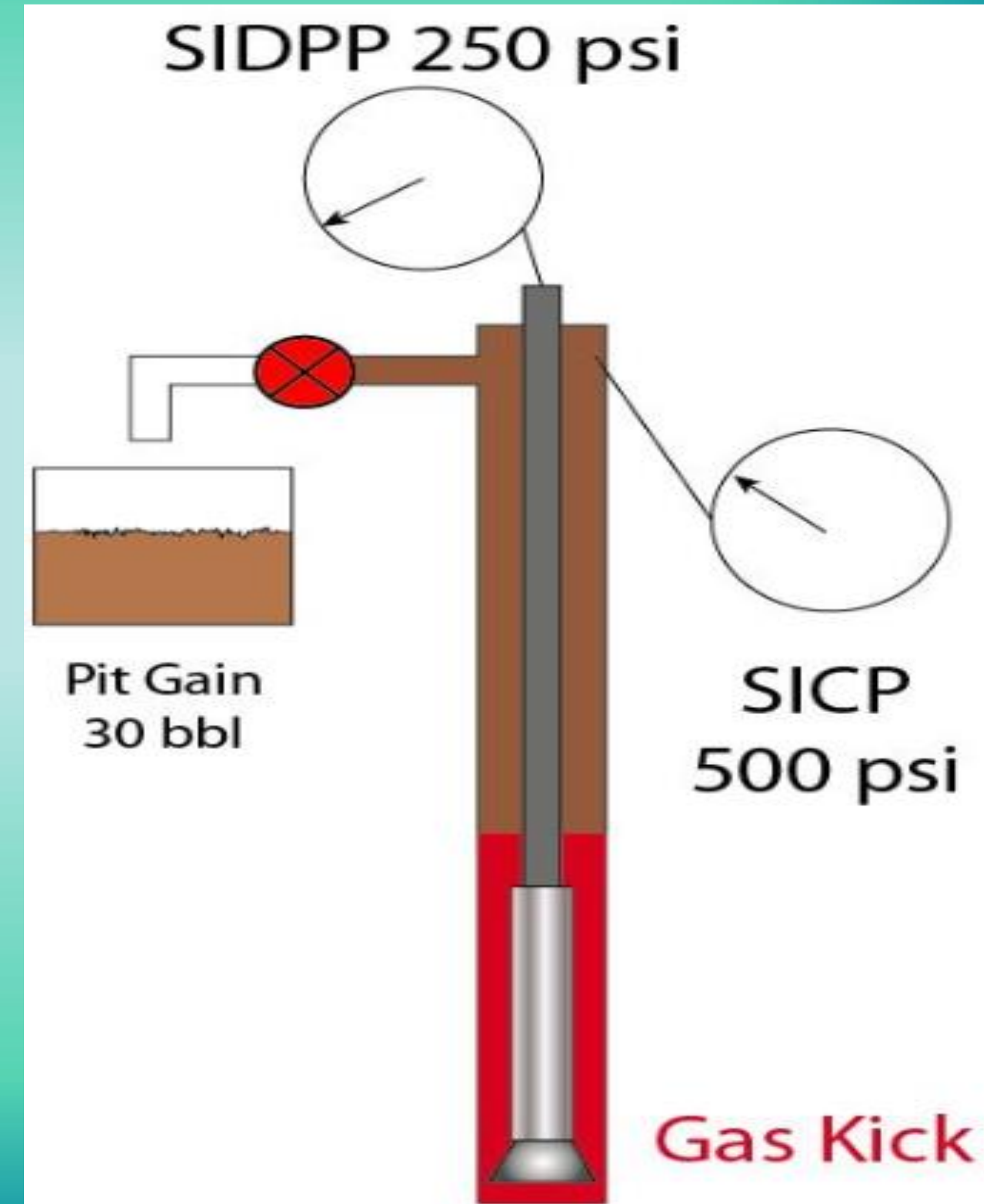
Pressão hidrostática no drill pipe: 5200 psi

TVD = 3052 m

Densidade do fluido de perfuração: 10 lb/gal

Com as informações acima, calcule:

01 – A densidade do fluido de matar.



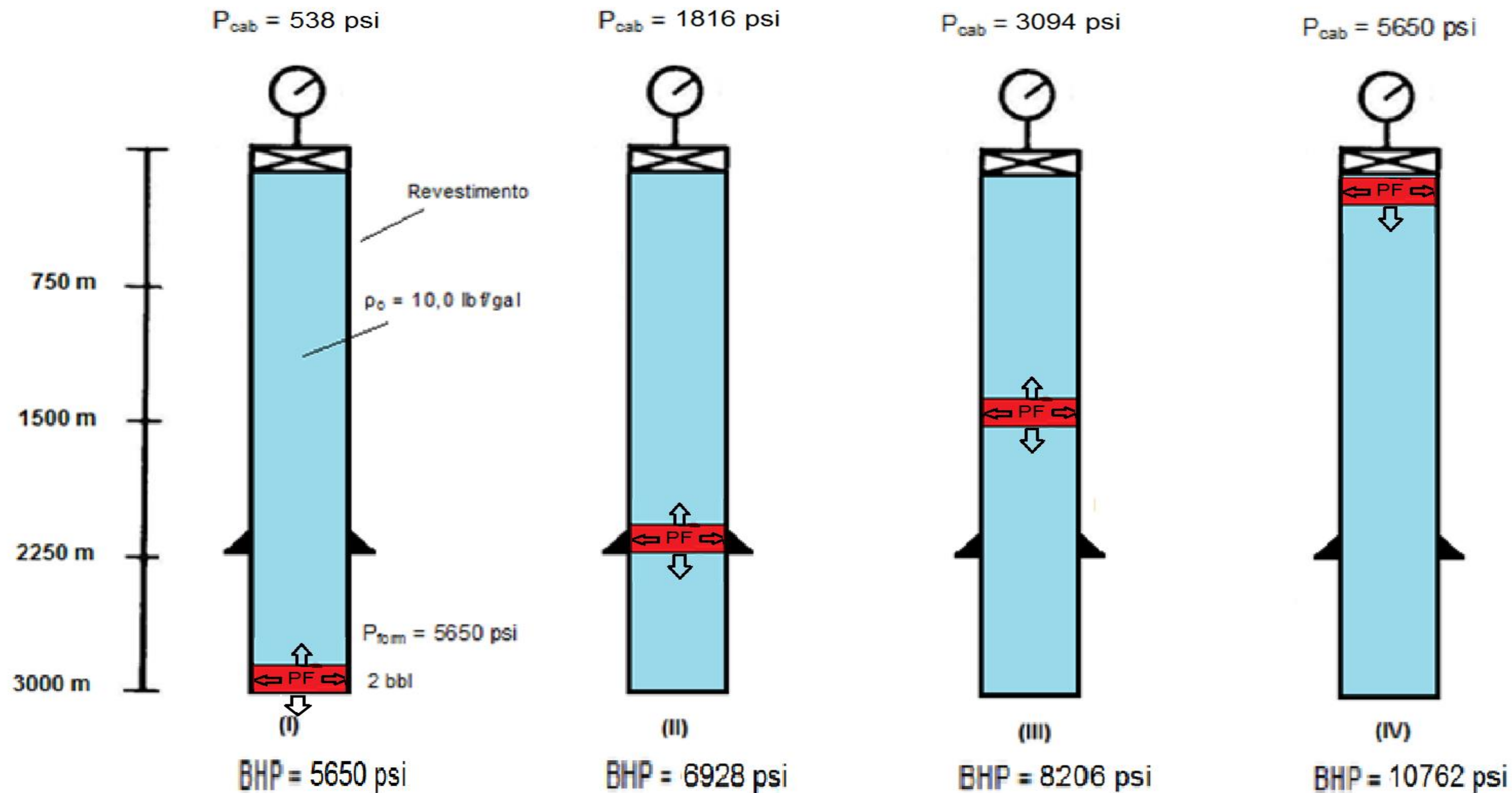
Migração do Gás

Migração de Gás: é o movimento sem controle de gás poço acima devido à sua baixa densidade.

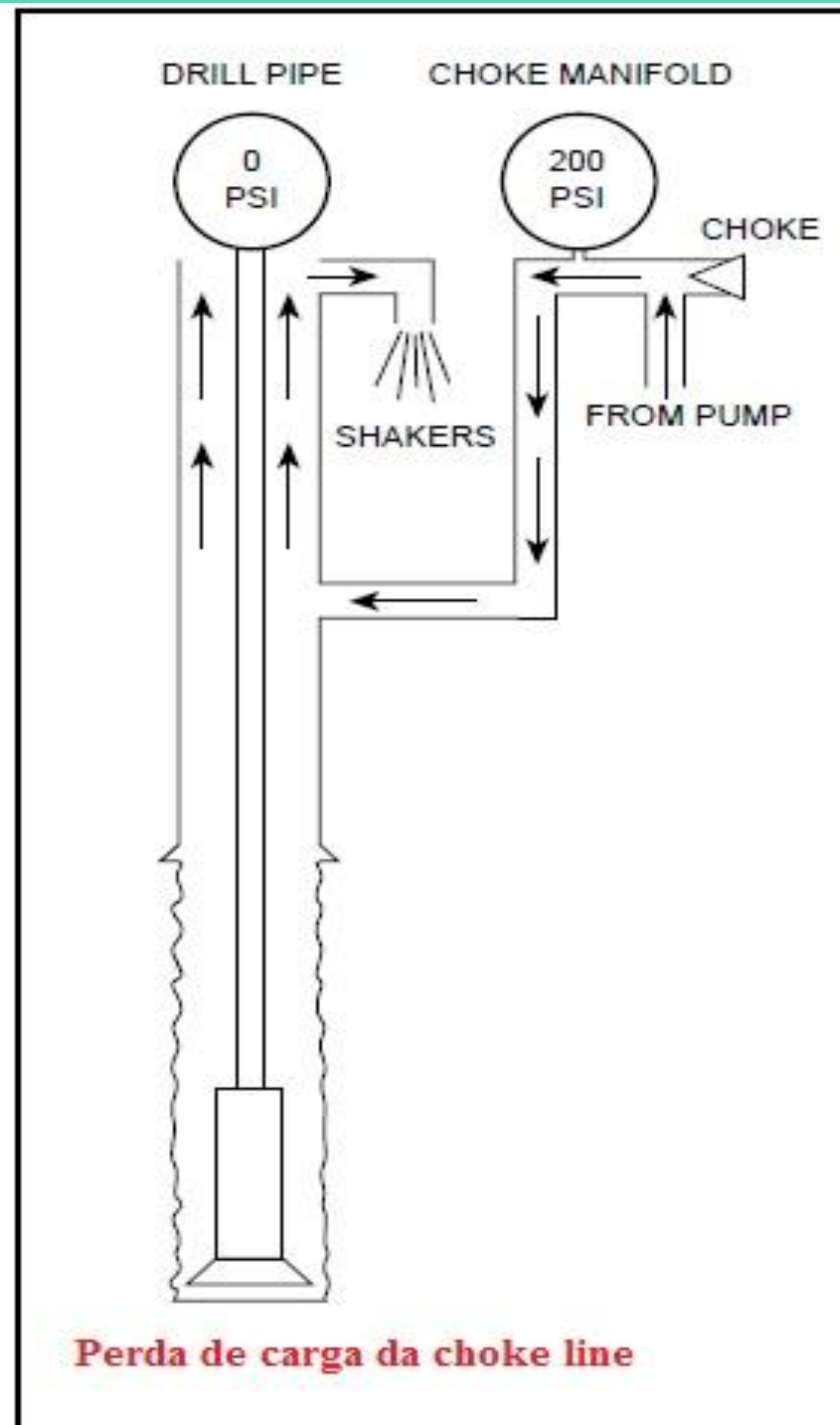
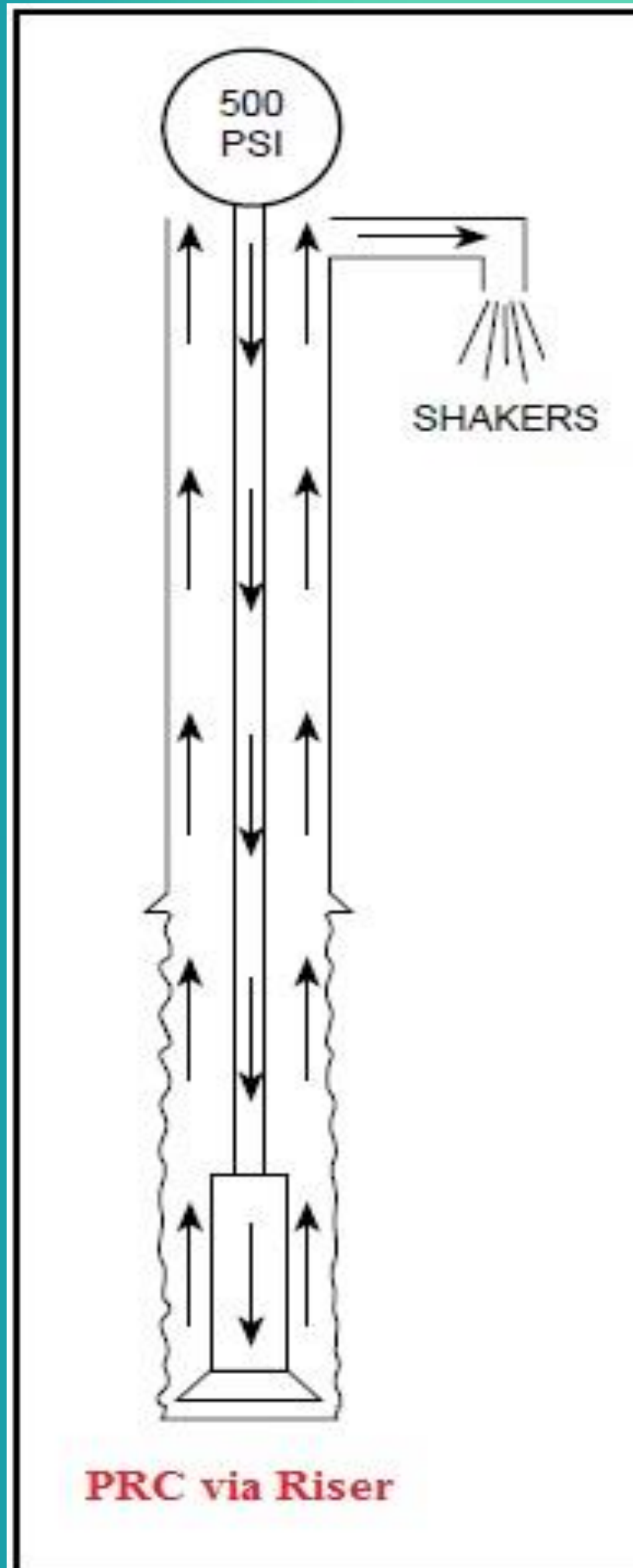
✓ **Mantendo o Poço Aberto:** o gás migra e expande o seu volume devido a redução da pressão hidrostática sobre a bolha, e com isso ela gera uma redução na BHP (Pressão no fundo do poço) podendo gerar um kick.

✓ **Mantendo o Poço Fechado:** a bolha do gás migra com volume constante e pressão constante, e com isso a pressão no fundo do poço, SIDPP e SICP aumentam, correndo o risco de fraturar a formação na sapata.

Migração do Gás



Pressão Reduzida de Circulação (PRC)



O que é PRC?

É a pressão registrada quando o sondador bombeia fluido pela coluna retornando pelo espaço anular numa vazão reduzida.

Quando a PRC deve ser registrada?

Sempre durante a perfuração. Após a troca de fluido, a cada 150 metros perfurados, após mexer na capacidade de deslocamento da bomba...

O que pode causar um registro impreciso da PRC?

Manômetro defeituoso, bomba com vazamento...

WELL CONTROL

POÇO VERTICAL

SUBMARINO

NOME: _____

NÍVEL: _____

DATA: ____/____/____

DADOS DA PRESSÃO DA FORMAÇÃO:

Pressão do Teste de Absorção:

(A) 1288 psi

Densidade do Fluido Usado no Teste:

(B) 9,5 ppg

Peso de Fratura: [(A) + TVD sapata ÷ 0,052] ÷ (B)

(C) 15,7 ppg

IAASP = [(C) - Peso do Fluido Atual] x 0,052 x TVD sapata

1170 psi

Capacidade da Bomba 1	Capacidade da Bomba 2
0,1028 bbls/stroke	0,1028 bbls/stroke

Pressão Reduzida De Circulação				
Velocidade da Bomba	Bomba 1		Bomba 2	
	Riser	Fricção da Choke Line	Riser	Fricção da Choke Line
20 spm	136	34	136	34
30 spm	267	53	267	53

DADOS DO POÇO:

Comprimento do Riser:

500 ft

Comprimento da Choke Line:

500 ft

Peso do Fluido de Perfuração:

10 ppg

DADOS DA SAPATA:

Diâmetro:

8,68 pol

TVD:

3950 ft

MD:

3950 ft

DADOS DO POÇO ABERTO:

Diâmetro:

8,5 pol

TVD:

5628 ft

MD:

5628 ft

VOLUMETRIA	Comprimento	Capacidade	Volume (bbl)	Strokes da Bomba	Tempo (min)
Drill Pipe	4218	X 0,01777	= 75	Volume Cap. Bomba	Nº Strokes Vel. Bomba
Heavy Weight Drill Pipe	810	X 0,00875	= 7,1		
Drill Collar	600	X 0,00607	= 3,6 +		
Volume Total da Coluna			(D) 85,7	(E) 834 stk's	28 min
Drill Collar x Open Hole	600	X 0,03225	= 19,3		
Drill Pipe/Hw x Open Hole	1078	X 0,04592	= 49,5		
Volume Open Hole			(F) 68,8 bbl	670 stk's	22 min
Drill Pipe x Casing	3450	X 0,04892	= (G) 168,8	1643 stk's	55 min
Choke Line	500	X 0,00875	= (H) 4,4 +	43 stk's	1,5 min
Volume Total Anular/Choke Line		(F+G+H) = (I)	242 bbl	2355 stk's	78,5 min
Volume Total do Poço		(D+I)=(J)	327,7 bbl	3188 stk's	106 min
Volume do Tanque Ativo		300	bbl	2919 stk's	
Volume das Linhas de Superfície		(K) 10,8	bbl	106 stk's	
Riser x Drill Pipe	500	X 0,15598	= 78 bbl		

	WELL CONTROL POÇO VERTICAL SUBMARINO	NOME: _____ NÍVEL: _____ DATA: ____/____/____
---	---	---

DADOS APÓS O FECHAMENTO DO POÇO		
SIDPP	240 psi	VOLUME GANHO
	SICP	294 psi
		3,5 bbl

Peso da Lama de Matar	$\rho = \frac{\text{SIDPP}}{0,052 \times \text{TVD}} + \rho_{\text{lama}} \quad \rho = \frac{240}{0,052 \times 5628} + 10 = 10,9 \text{ ppg}$
Pressão Inicial de Circulação	$\text{PIC} = \text{PRC via riser} + \text{SIDPP} \quad \text{PIC} = 267 + 240 = 507 \text{ psi}$
Pressão Final de Circulação	$\text{PFC} = \frac{\text{Lama de Matar}}{\text{Lama Atual}} \times \text{PRC} \quad \text{PFC} = \frac{10,9}{10} \times 267 = 291 \text{ psi}$

MAASP Após o Controle = (Peso de Fratura – Lama de Matar) x 0,052 x TVD sapata = 985 psi

$(L) = \text{PIC} - \text{PFC} = 507 - 291 = 216 \text{ psi}$	$\frac{(L) \times 100}{(E)} = \frac{216 \times 100}{834} = 25 \frac{\text{psi}}{100 \text{ strokes}}$
---	---

Pressão no Choke Após a Entrada da Bomba	SICP - Fricção da Choke Line = 294 - 53 = 241 psi
---	---

Stroke VS psi	
---------------	--

Métodos de Controle de Poço:

- ✓ Método do Sondador
- ✓ Método do Engenheiro
- ✓ Método Volumétrico
- ✓ Método Bullhead



Métodos de Controle de Poço

SONDADOR:

Método de 2 circulações

1ª Circulação: Tem como objetivo principal **limpar** o poço (retirar o kick) utilizando a **lama antiga** de trabalho.

2ª Circulação: Tem como objetivo principal trocar a lama antiga pela lama nova mais pesada (**lama de matar**).

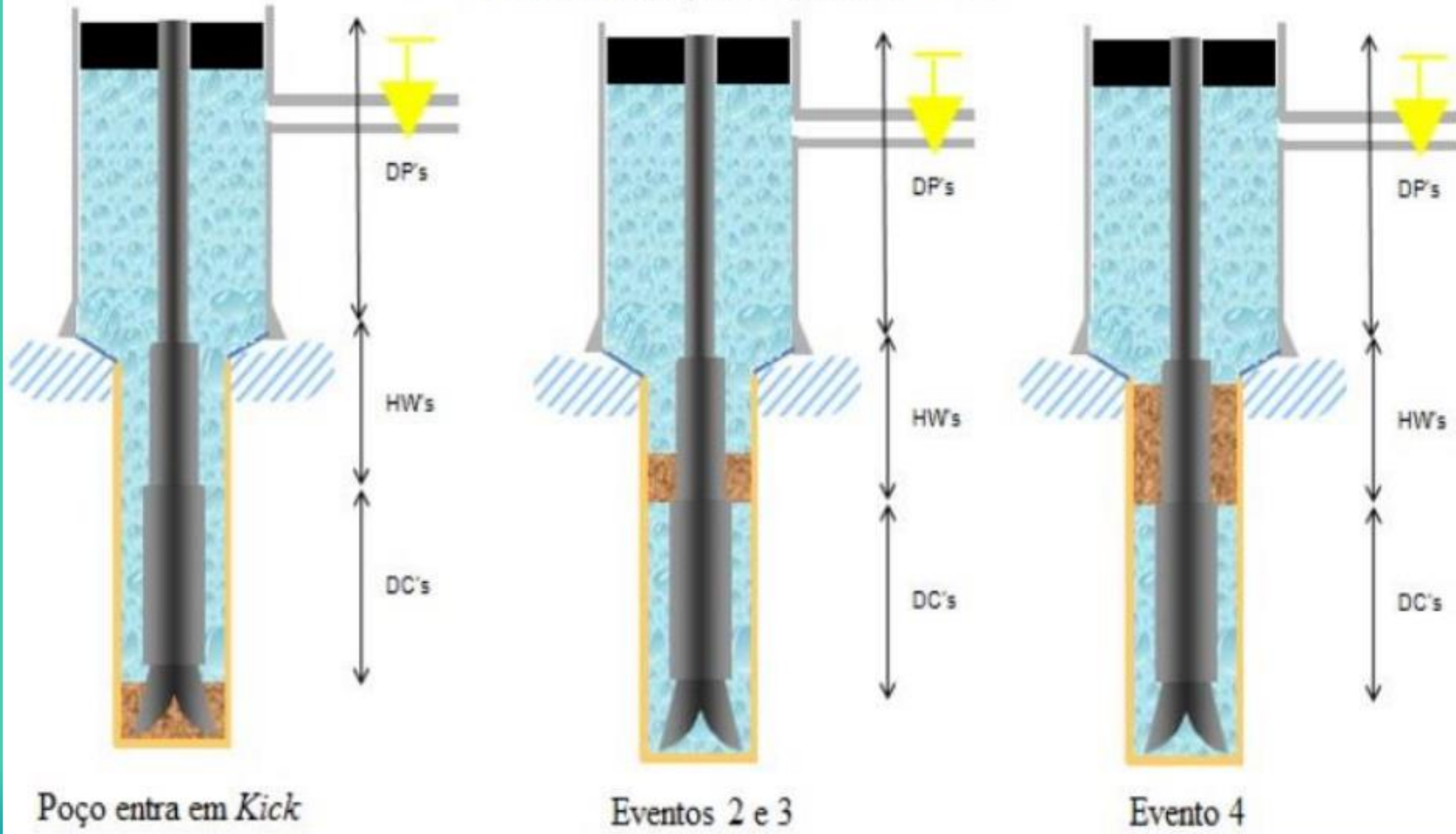
ENGENHEIRO:

Método de 1 circulação

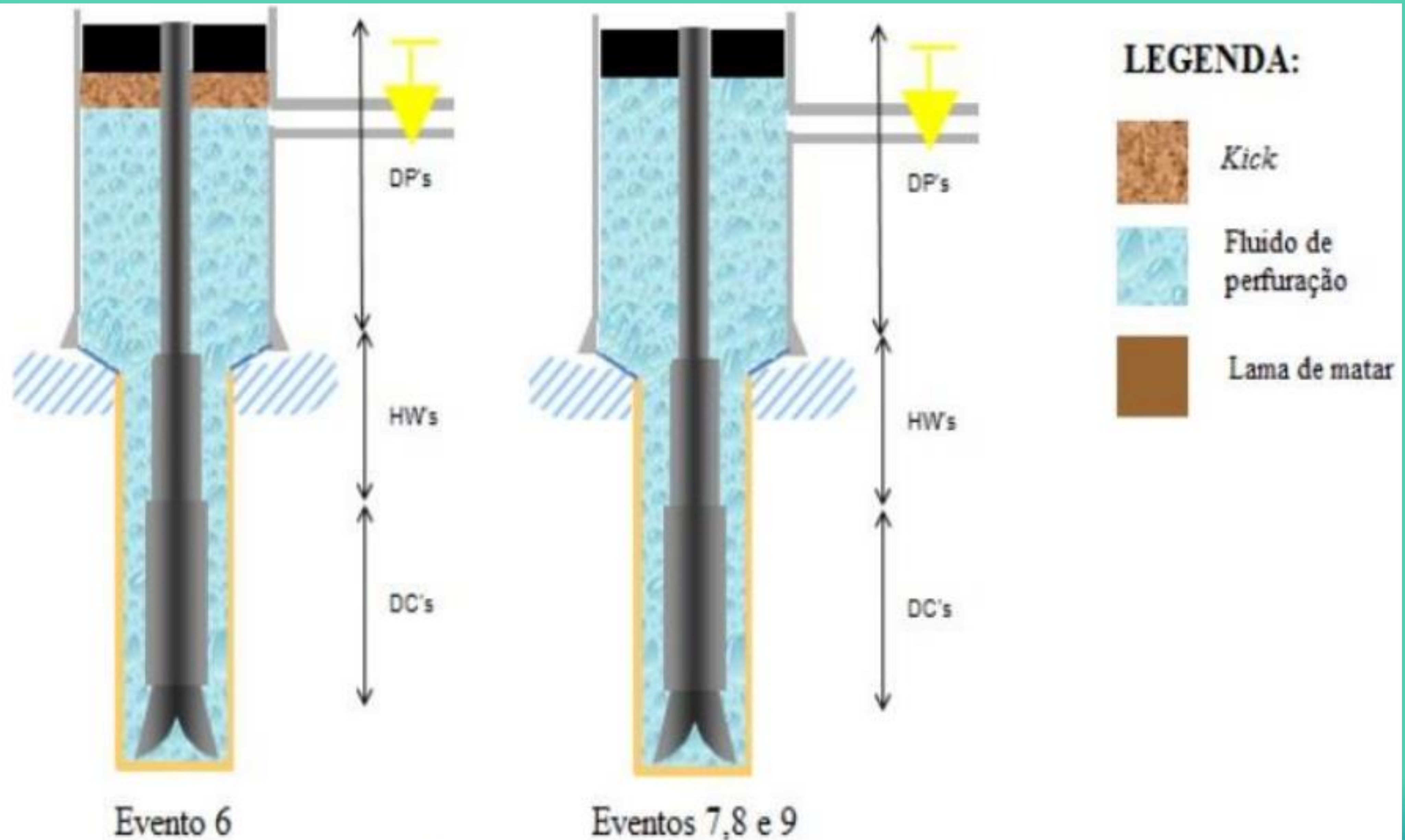
A lama de matar é injetada com o objetivo de **limpar e amortecer** o poço **ao mesmo tempo**.

1ª Circulação

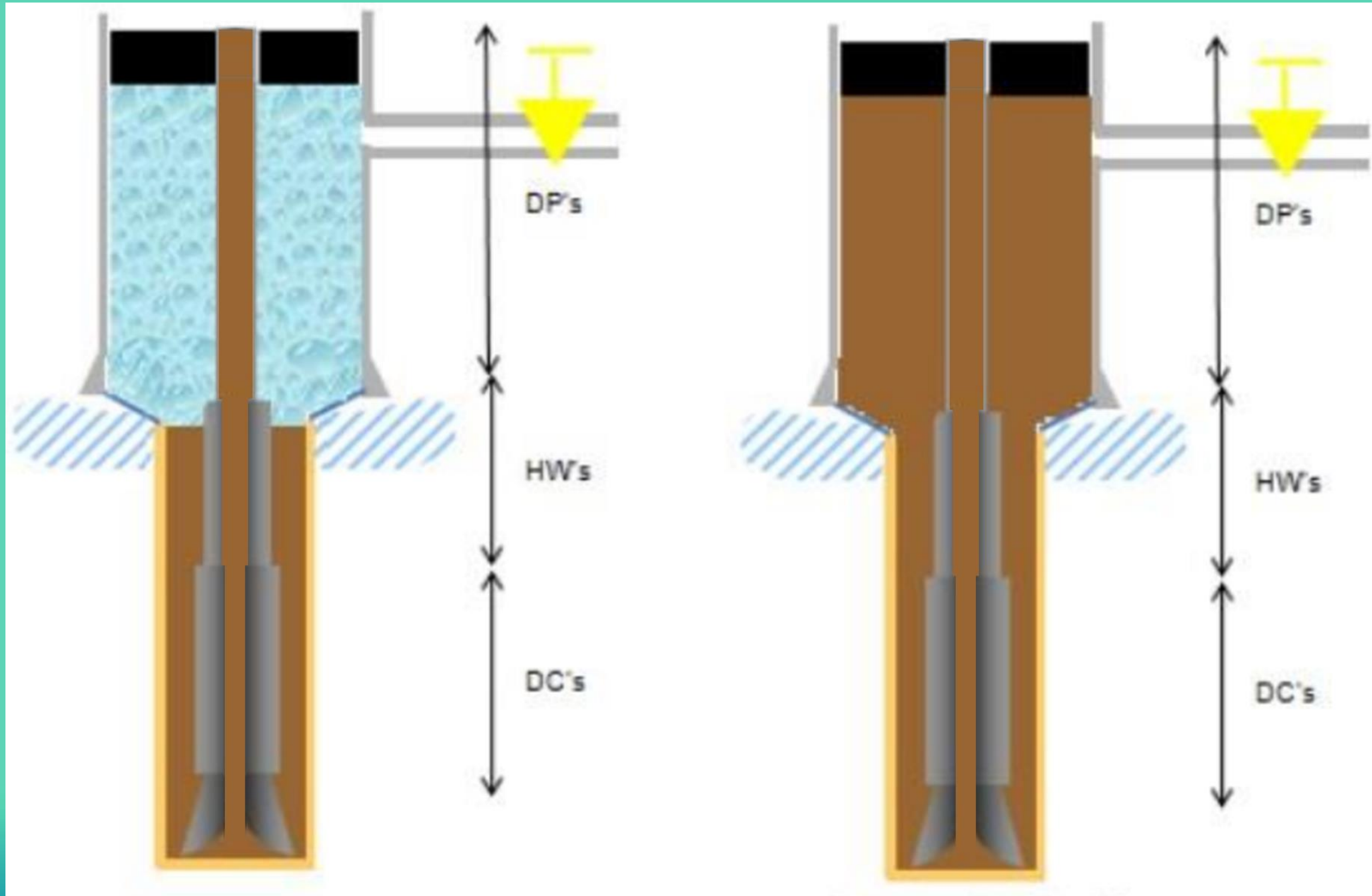
Primeira circulação - Expulsão do *kick*



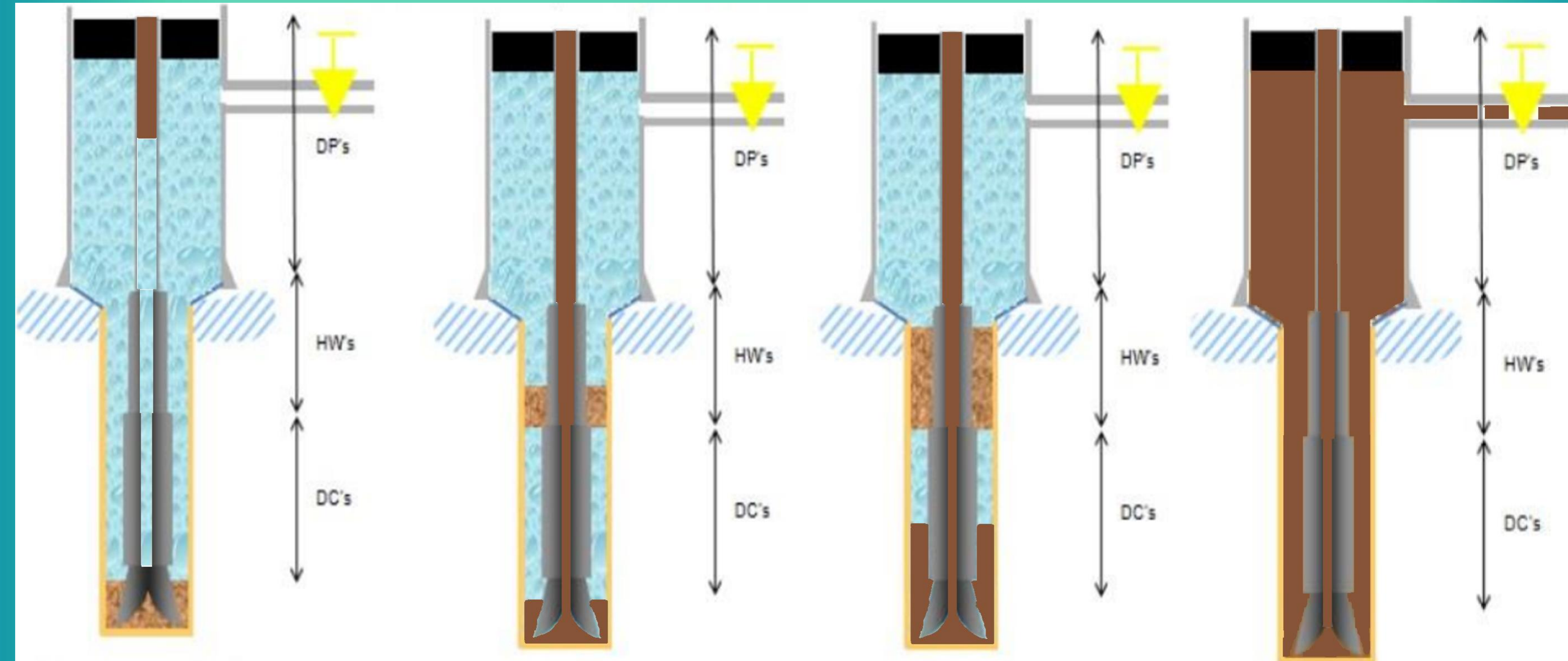
Continuação da 1ª Circulação



2ª Circulação



Método do Engenheiro



Método Volumétrico



O objetivo do método volumétrico é manter a pressão no fundo do poço constante enquanto o gás migra para a superfície.

Método Bullhead

Esse método consiste em bombear fluido num poço fechado com o objetivo de devolver o kick para a formação.

