SISTEMA DE PRODUÇÃO ARRANJO TOPSIDE

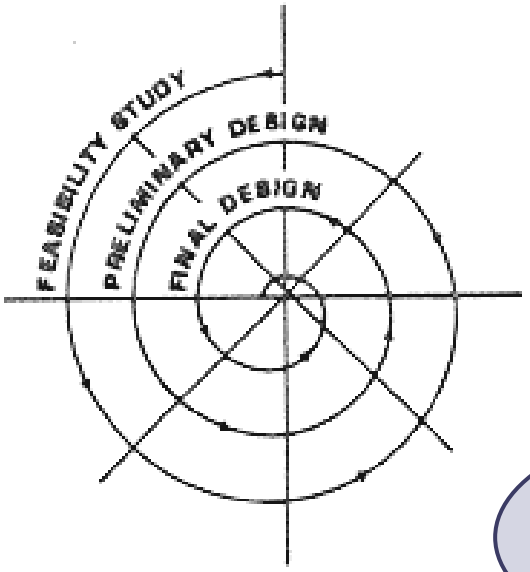
Prof. Kazuo Nishimoto
Prof. Claudio Mueller P. Sampaio

Espiral de Projeto de Sistema de Produção

EXTERNAL CONSTRAINTS
- GOVERNMENT REGULATIONS
- COMPANY & PARTNER POLICY/GOALS
- INDUSTRIAL DESIGN CODES

RESERVOIR MANAGEMENT
- MAPPING & RESERVE ESTIMATES
- WELL TESTS & FLUID PROPERTIES
- MODELING & DEVELOPMENT SCHEME
- BOTTOM HOLE LOCATIONS

ECONOMICS
- COST/SCHEDULE
- RISK
- PROJECT STRATEGY
- OPERATING PLANE



ENVIRONMENTAL CRITERIA
- METEOROLOGIC
- OCEANOGRAPHIC
- GEOTECHNICAL
- BIOLOGICAL

OFFTAKE
- METERING
- PIPELINE
- TANKER
- STORAGE

DRILING & WELL PLANS
- CASING SIZING & SEQUENCE
- DIRECTIONAL DESIGN
- RIG SELECTION
- COMPLETION/WORKOVER

PLATFORM
- CONVENTIONAL JACKET
- GRAVITY
- COMPLIANT
- FLOATER

SUBSEA TEMPLATE

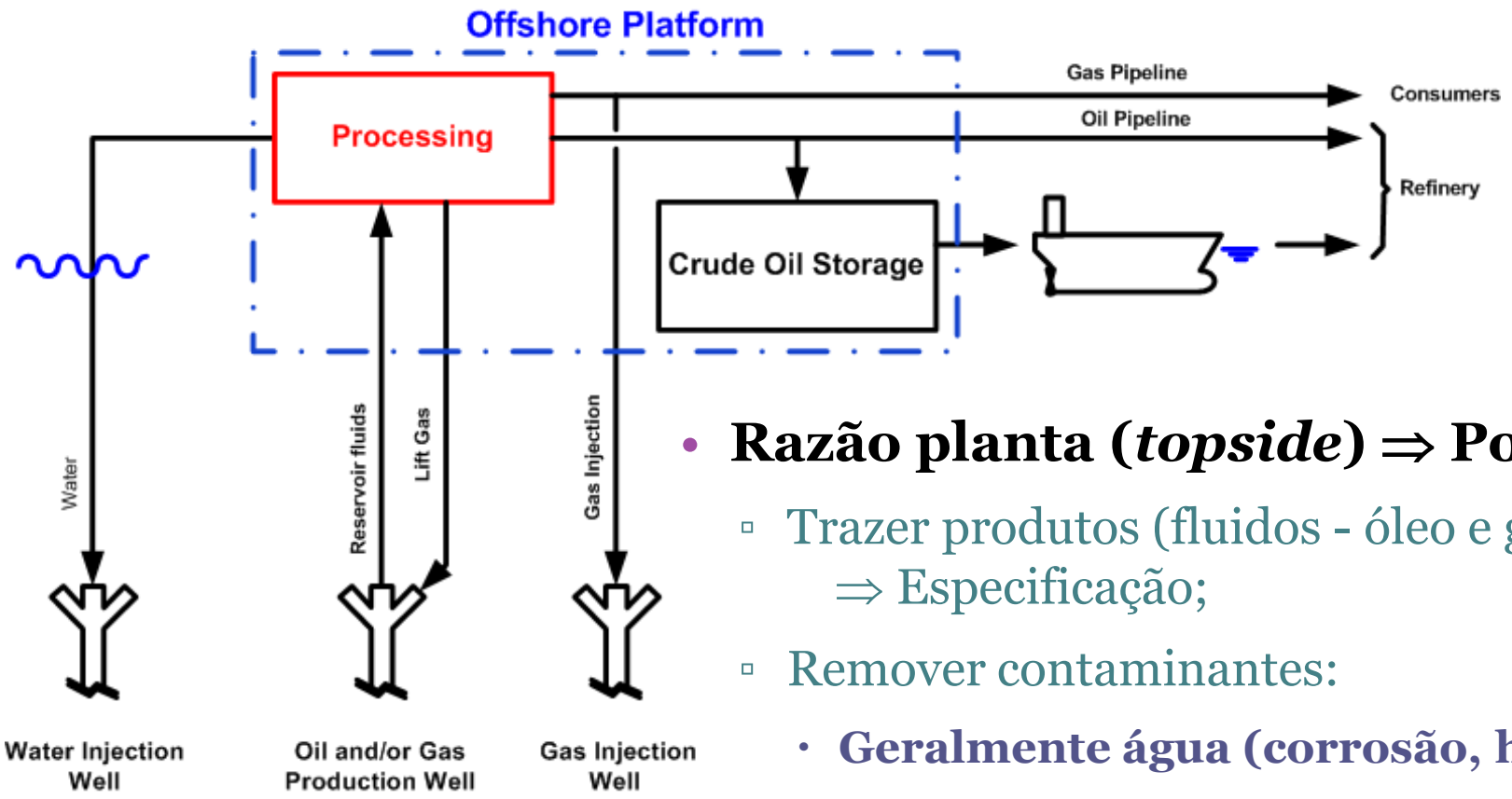
FACILITIES
- OIL/GAS PROCESSING
- INJECTION
- ACCOMMODATIONS & LOGISTICS
- SAFETY

Planta de Produção & Perfuração

- Planta de Produção
  - Separação de óleo, gás, água e resíduos
  - Aquecimento
  - Bombas
  - Vasos de pressão
  - Compressores
  - Tratamento de óleo e gás

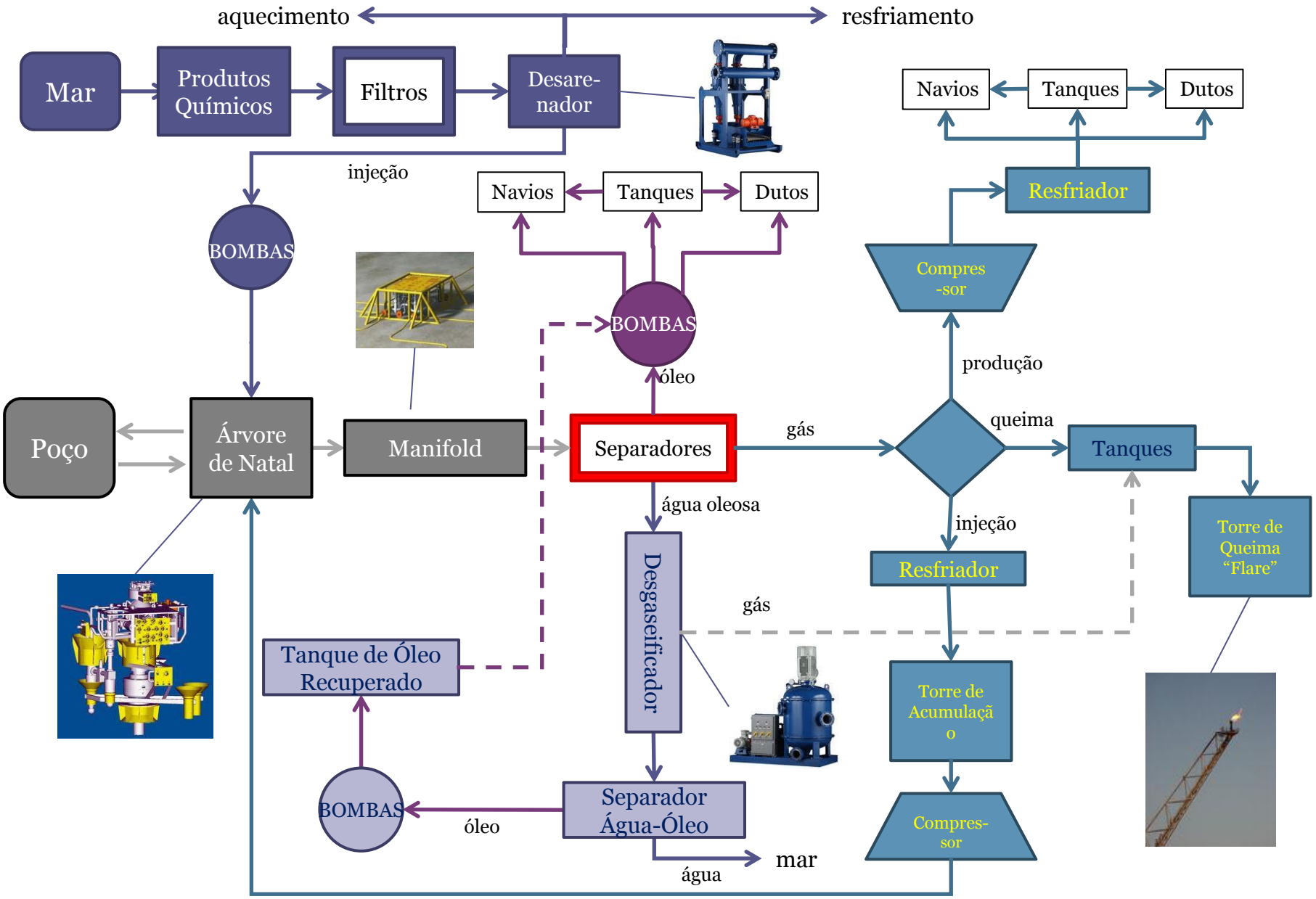
- Planta de Perfuração
  - Torre de perfuração
  - Catarina
  - Mesa rotatória
  - Riser de perfuração
  - Tubos de perfuração
  - Preparação de lamas – produtos químicos

Planta de Produção

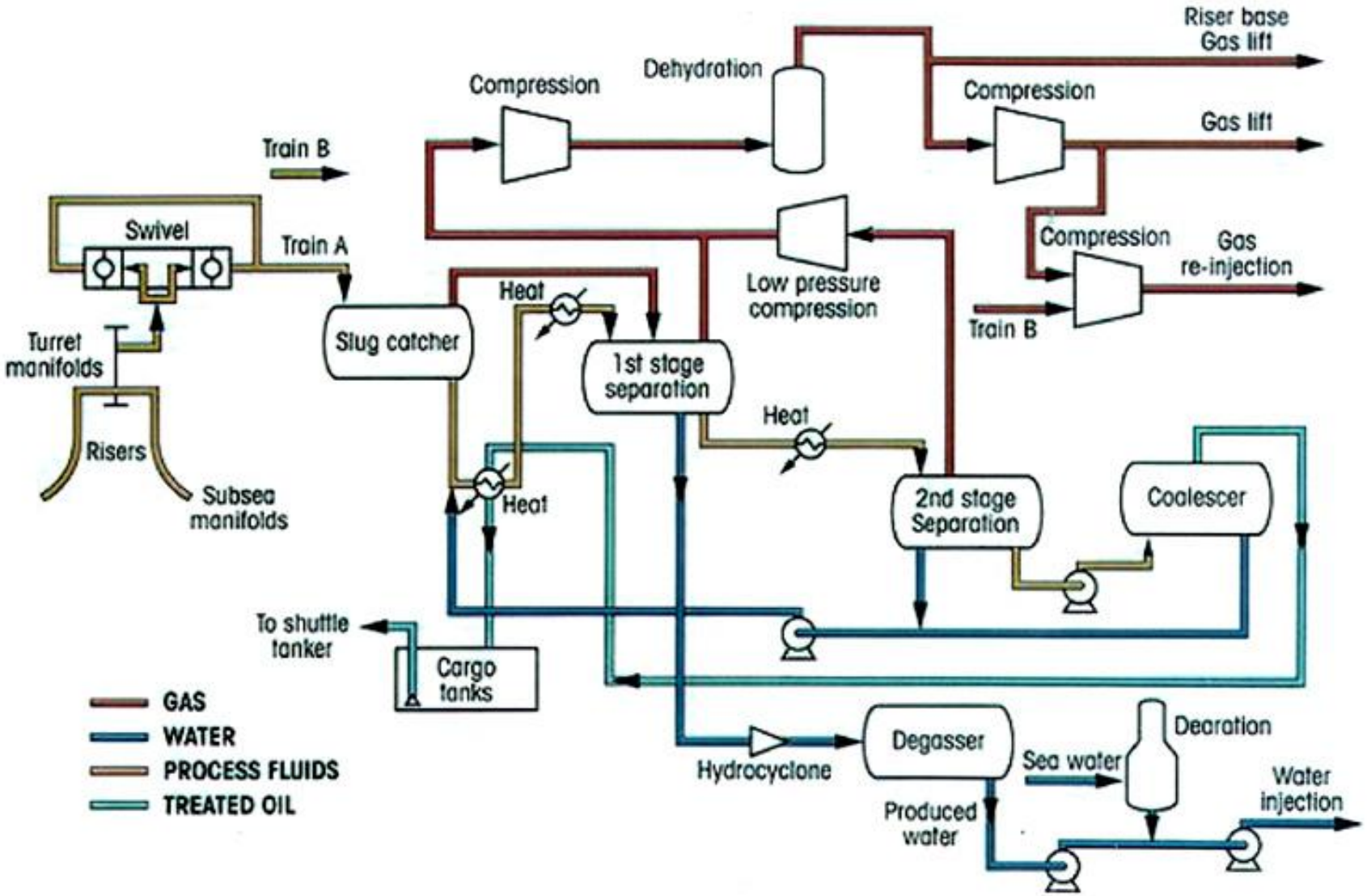


- **Razão planta (*topside*) ⇒ Por quê?**
  - Trazer produtos (fluidos - óleo e gás) ⇒ Especificação;
  - Remover contaminantes:
    - **Geralmente água (corrosão, hidratos);**
    - **Algumas vezes CO_2 e/ou H_2S (corrosão, pureza);**
  - Facilidades estímulo poço (injeção água / gás, elevação gás (gas lift));
  - Requisito: Segurança (*safety*) e efetividade custo;

Processo de Produção



Processo de Produção



Planta de Produção

- **Composição fluidos poço**
  - Hidrocarbonetos em diferentes fases;
    - **Fase líquida (óleo cru);**
    - **Fase gasosa (vapor – associado ou gás natural);**
    - **Fase sólida (parafinas, asfaltos, hidratos);**
  - Formação (ou produção) de água;
    - **Salinidade de 3-5 vezes maior água mar;**
  - Contaminantes;
    - **Nitrogênio (N_2), dióxido de carbono (CO_2), sulfeto de hidrogênio (H_2S), metais (Hg), areia;**

Planta de Produção

- **Especificação do produto**
  - Óleo cru;
    - **Pressão de vapor [TVP & RVP];**
    - **BSW (**Basic Sediment and Water**);**
    - **Salinidade;**
  - Água produzida
    - **Conteúdo de óleo;**
  - Gás associado
    - ***Dew Point*** (ponto de orvalho[1]) **– Água & hidrocarbonetos;**
    - **Contaminantes (**CO_2, H_2S (sulfeto de hidrogênio), etc**.)**

True vapor pressure (TVP) is a common measure of the volatility of petroleum distillate fuels
Reid vapor pressure (RVP) is a way to measure how quickly fuels evaporate; it's often used in determining gasoline and other petroleum product blends. The higher a fuel's RVP, the more quickly it evaporates.

SBM OFFSHORE GustoMSC

[1] Ponto de orvalho designa a temperatura à qual o vapor d'água presente no ar ambiente passa ao estado líquido na forma de pequenas gotas por via da condensação. Em outras palavras, é a temperatura à qual o vapor d'água que está em suspensão no ar condensaria (viraria "orvalho") sob a mesma pressão

Planta de Produção

- **Requisitos funcionais planta de produção**
  - **Instalações & Processos;**
    - Estabilização óleo cru;
    - Desidratação / Desanilização óleo cru;
    - Produção água sem gás (degassing);
    - Produção de água sem óleo (de-oiling);
    - Tratamento e compressão de gás;
    - Utilidades;
  - **Estímulo poço (well stimulation)**
    - Injeção de água;
    - Elevação (lift) ou injeção de gás;

Grau API

>40 Extra Leve

30<API<40 Leve

19<API<30 Médio

14<API<19 Pesado

API<14 Ultrapesado

PROCESSAMENTO PRIMÁRIO

Em um campo de petróleo ocorre, geralmente, a produção simultânea de gás, óleo e água, juntamente com impurezas.

A água é o principal "veículo contaminante" do óleo, pois dissolve as demais impurezas (principalmente sais provenientes das rochas) que estão presentes no reservatório.

A quantidade de água produzida tende a crescer ao longo da vida produtiva do campo, em razão do mecanismo de produção, das características do reservatório ou como consequencia da injeção de água.

PROCESSAMENTO PRIMÁRIO

Os teores de água (BSW - Basic Sediments and Water) podem chegar próximos de 100% nos campos maduros.

$$\text{BSW} = \frac{\text{vazão de (água + sedimentos)}}{\text{vazão de (óleo + água + sedimentos)}}$$

PROCESSAMENTO PRIMÁRIO

Portanto existe a necessidade de equipar os campos com "facilidades de produção" com as seguintes finalidades:

- Promover a separação óleo/gás/água.
- Tratar ou condicionar os hidrocarbonetos para que possam ser transferidos para as refinarias ou Unidades de Processamento de Gás Natural (UPGNs).
- Tratar a água até uma condição ambiental e tecnicamente aceitável para o descarte ou o reaproveitamento (reinjeção).

PROCESSAMENTO PRIMÁRIO

A complexidade do tratamento varia de acordo com os tipos de fluidos produzidos:

- Óleos leves ou pesados.
- Água livre ou emulsionada.
- Teor de sal da água produzida (valores ordem de até 300.000 mg/l).
- Presença de sais incrustantes.
- Quantidade de gás livre e/ou dissolvido no óleo.
- Outros contaminantes: H_2S, areia, lodos, argilas etc.

PROCESSAMENTO PRIMÁRIO

CORRENTE	PARÂMETRO	ESPECIFICAÇÃO
Gás *	Teor de água	máx. 3 a 5 lb/Mscf (na BR: 2lb/Mscf)
	Teor de H_2S.	máx. 10 a 15 ppm
	Teor de Inertes, CO_2	máx. 4% vol (na BR: 2%vol.)
Óleo	BS&W	Refino: máx. 1% vol
		Exportação: máxi. 0,5% vol
	Teor de sais	Refino: máx.: 570 mg/L (em NaCl)
		Exportação: máx. 285 mg/L (em NaCl)
Água produzida	Teor de óleo e graxas	máx. 20 ppm
	Temperatura	máx. 40°C

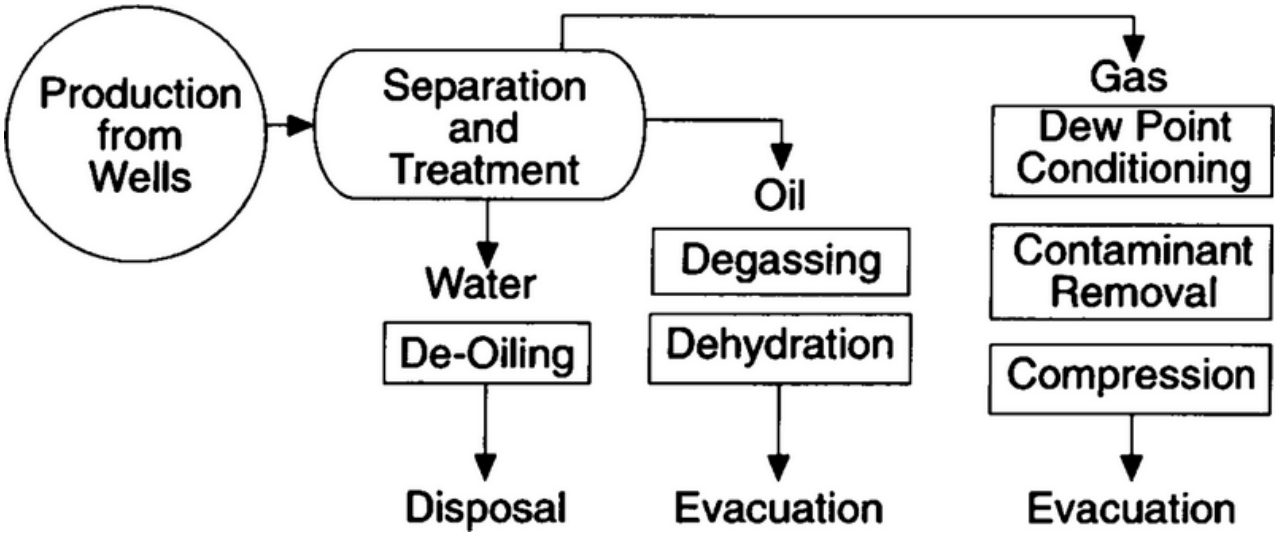
*Portaria ANP

Principais especificações dos fluidos após o processamento primário

PRINCIPAIS PROCESSOS

Os três processos mais comuns realizados são:

- Separação.
- Tratamento.
- Desidratação do gás.



Operações no processamento primário

PRINCIPAIS PROCESSOS

A separação consiste na separação do gás presente no líquido e do líquido presente no gás. Após separados, o líquido se apresenta sob a forma de uma emulsão de óleo.

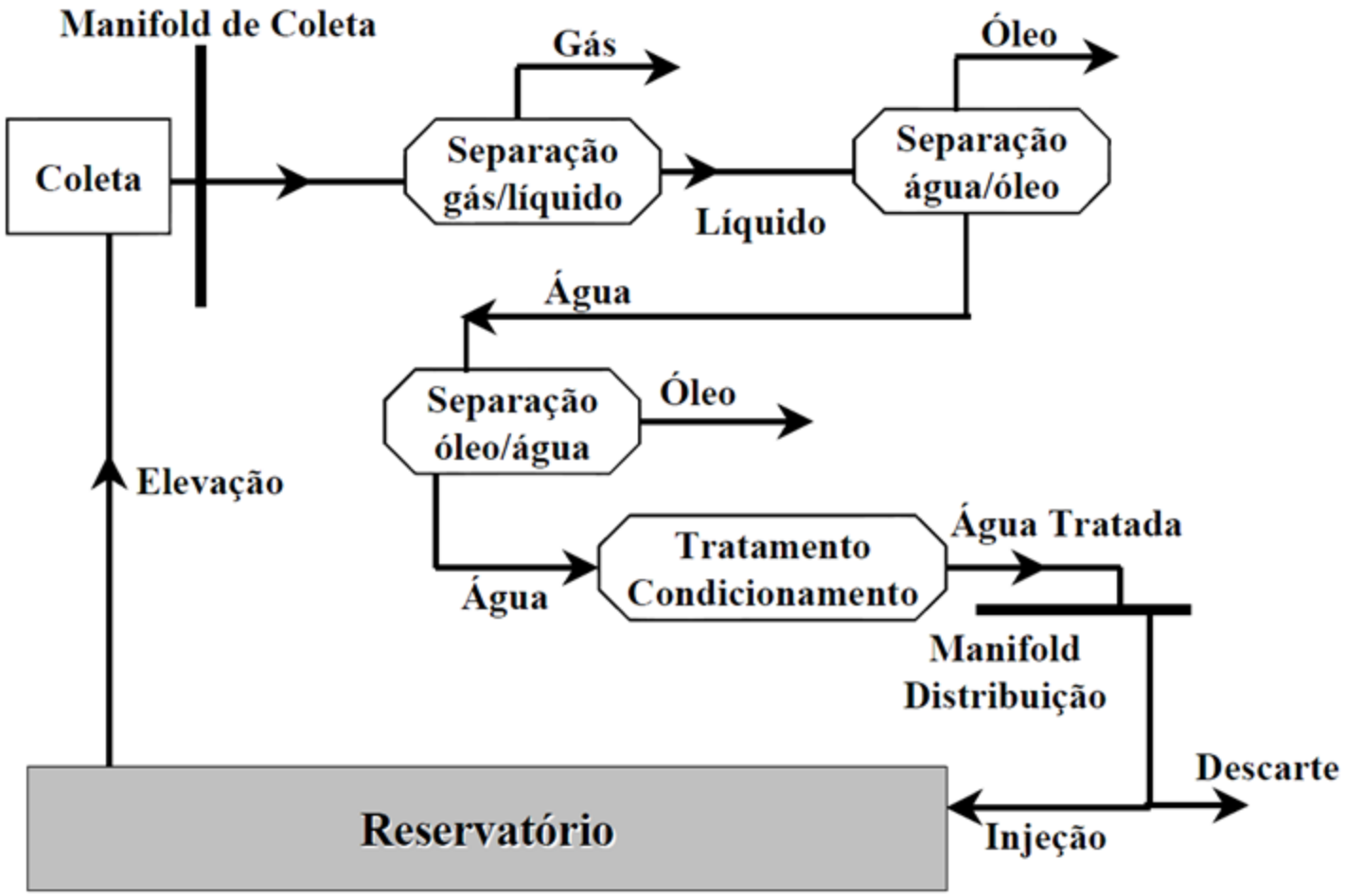
Trata-se, então, a emulsão mediante o uso de uma dessalgadora que separa o petróleo da água. Removida a água, o petróleo pode ser armazenado.

Finalmente, o processo de desidratação remove o vapor d'água contido no gás, obtendo-se gás seco.

EQUIPAMENTOS DE PRODUÇÃO

Separação do Óleo

- Visão Geral do Sistema
- Separadores
- Tratador eletrostático
- Trocadores de Calor de Óleo Cru
- Novas Tecnologias



Esquema simplificado do Processamento Primário de Fluidos (Petróleo).

Variáveis

Variáveis Principais na Desidratação do Óleo	
Parâmetro	Equipamento
Tempo Residual	Tamanho do Separador
Área	Conjunto de Placas
Gravidade	Centrífuga / Hidrociclone
Viscosidade (fase contínua)	Separador de Nafta
Densidade (diferença)	Temperatura
Tamanho da Gota	(Eletrostática) coalescedor

EQUIPAMENTOS DE PRODUÇÃO

Separação do Óleo

Visão Geral do Sistema

→ Separadores

Tratador eletrostático

Trocadores de Calor de Óleo Cru

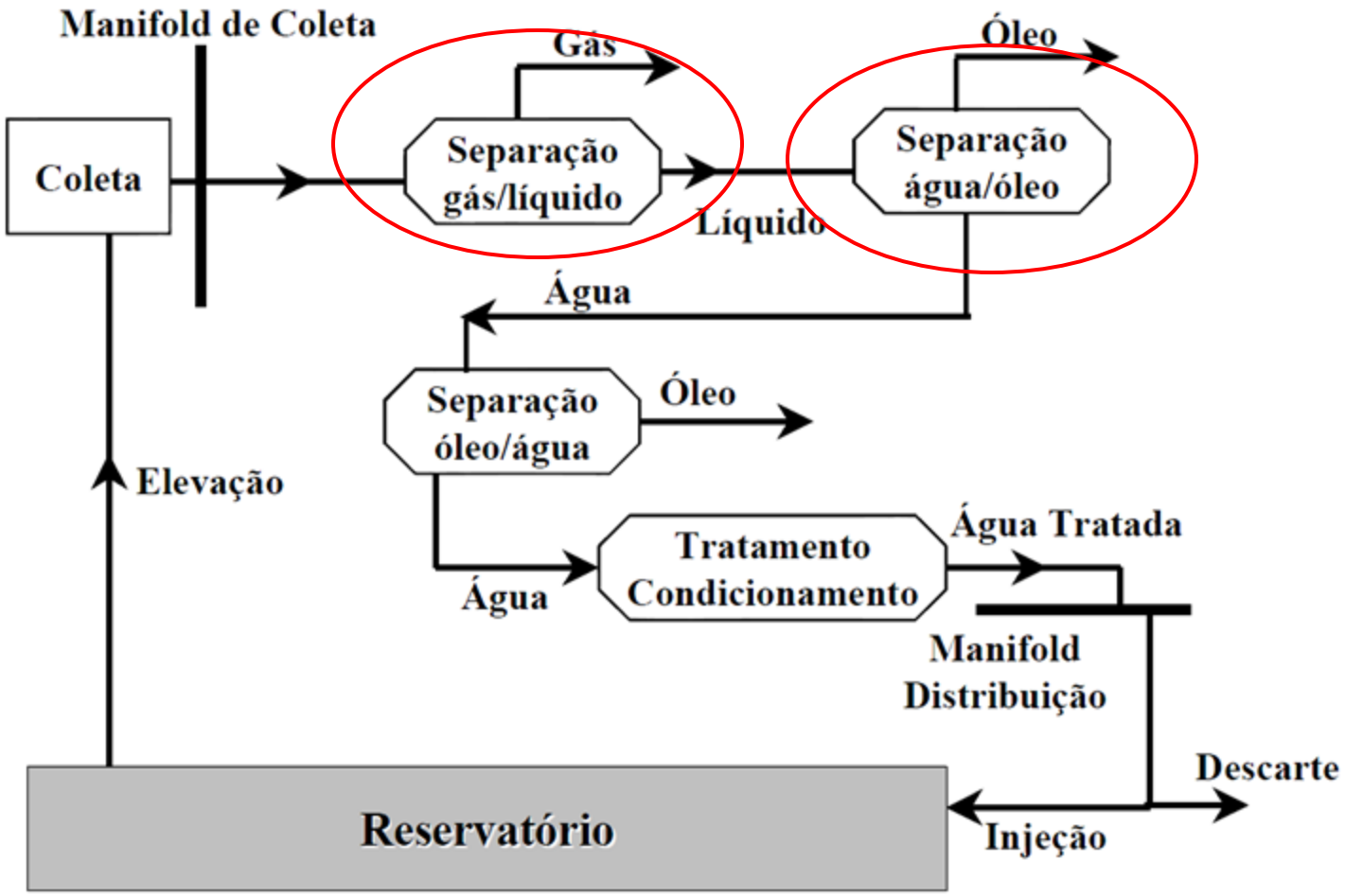
Novas Tecnologias

Separadores

- **Funções:**
  - Separação da água / óleo / gás / areia
  - Estabiliza e desidrata os hidrocarbonetos líquidos para exportar o óleo
- **Tipos:**
  - Horizontal ou vertical
  - Separador de duas ou três fases

Separação do Óleo

- **Seleção:** Devem ser considerados:
  - Número de estágios de separação (despressurização gradual)
  - Pressão de operação e temperatura em cada fase de separação
  - Minimizar os requisitos de aquecimento e arrefecimento

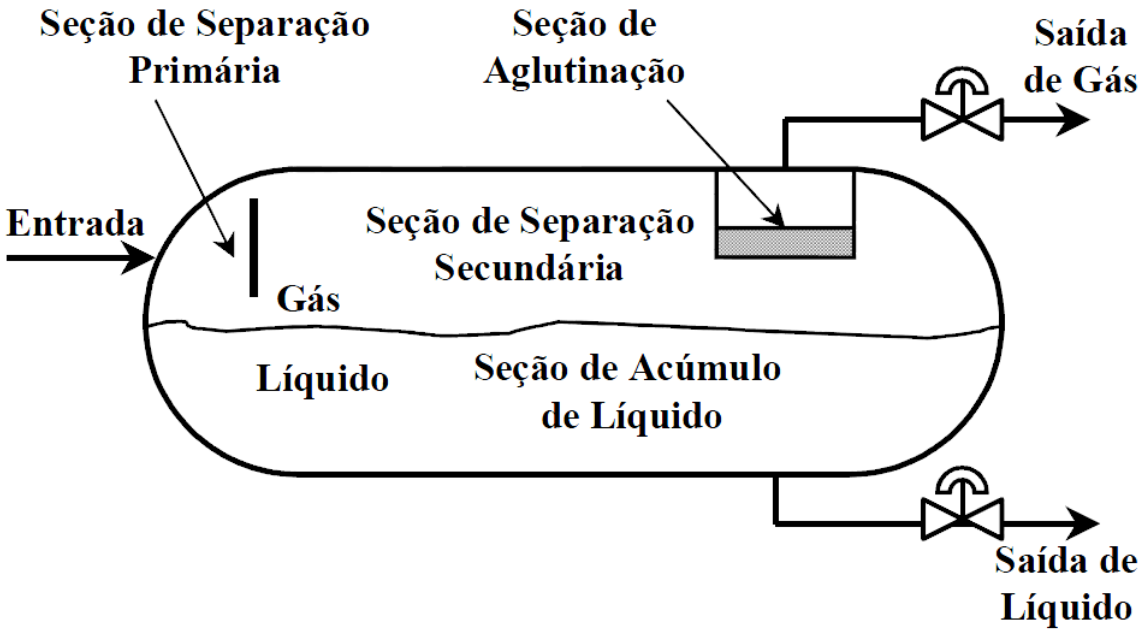


Esquema simplificado do Processamento Primário de Fluidos (Petróleo).

SEPARAÇÃO

Os fluidos produzidos passam, inicialmente, por separadores que podem ser bifásicos ou trifásicos, atuando em série ou paralelo.

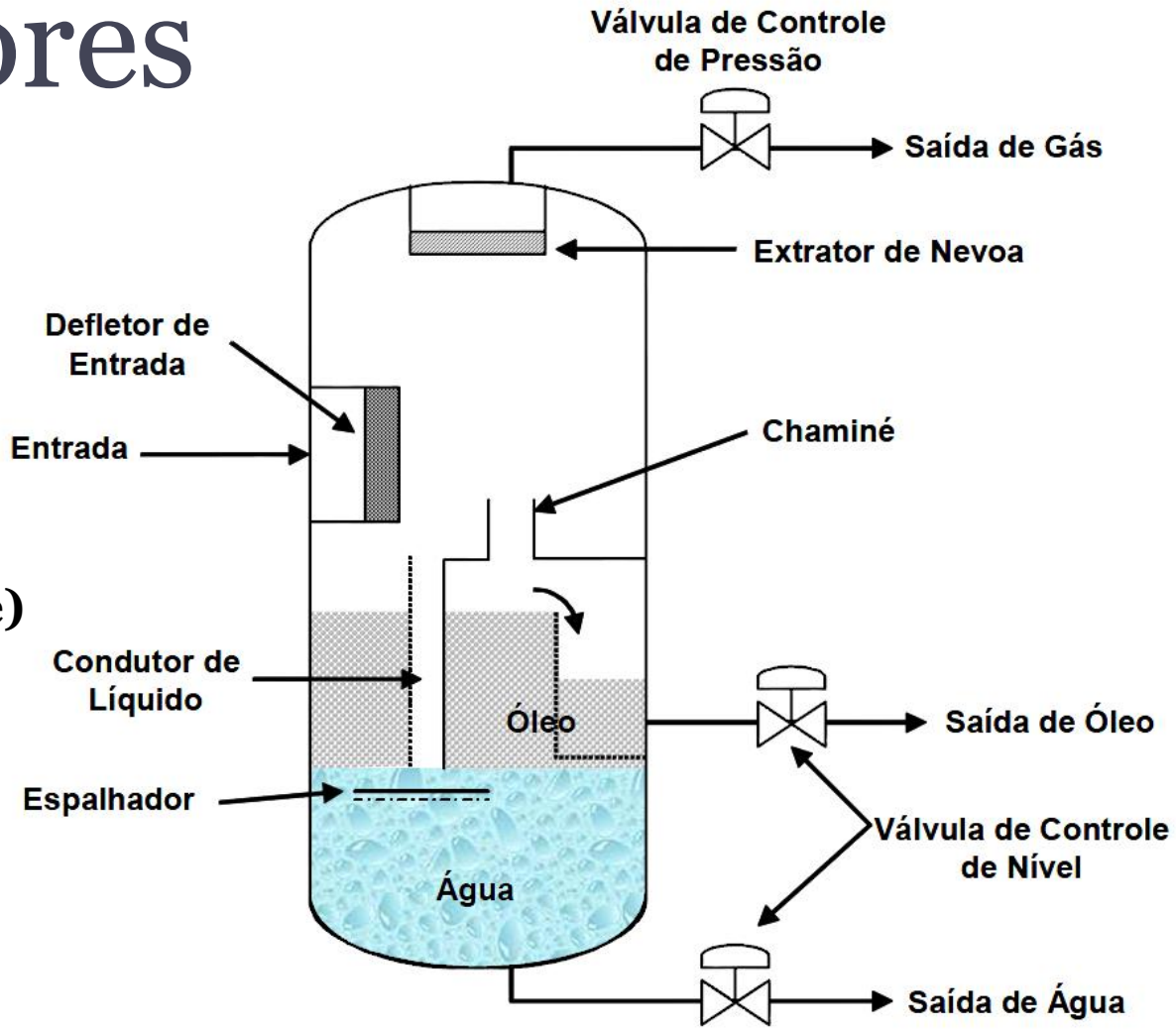
No separador bifásico ocorre a separação gás/líquido, enquanto que no separador trifásico ocorre, também, a separação óleo/água.



Seções e dispositivos internos de um Separador Bifásico Horizontal

Separadores

Separador trifásico (separador de água livre)

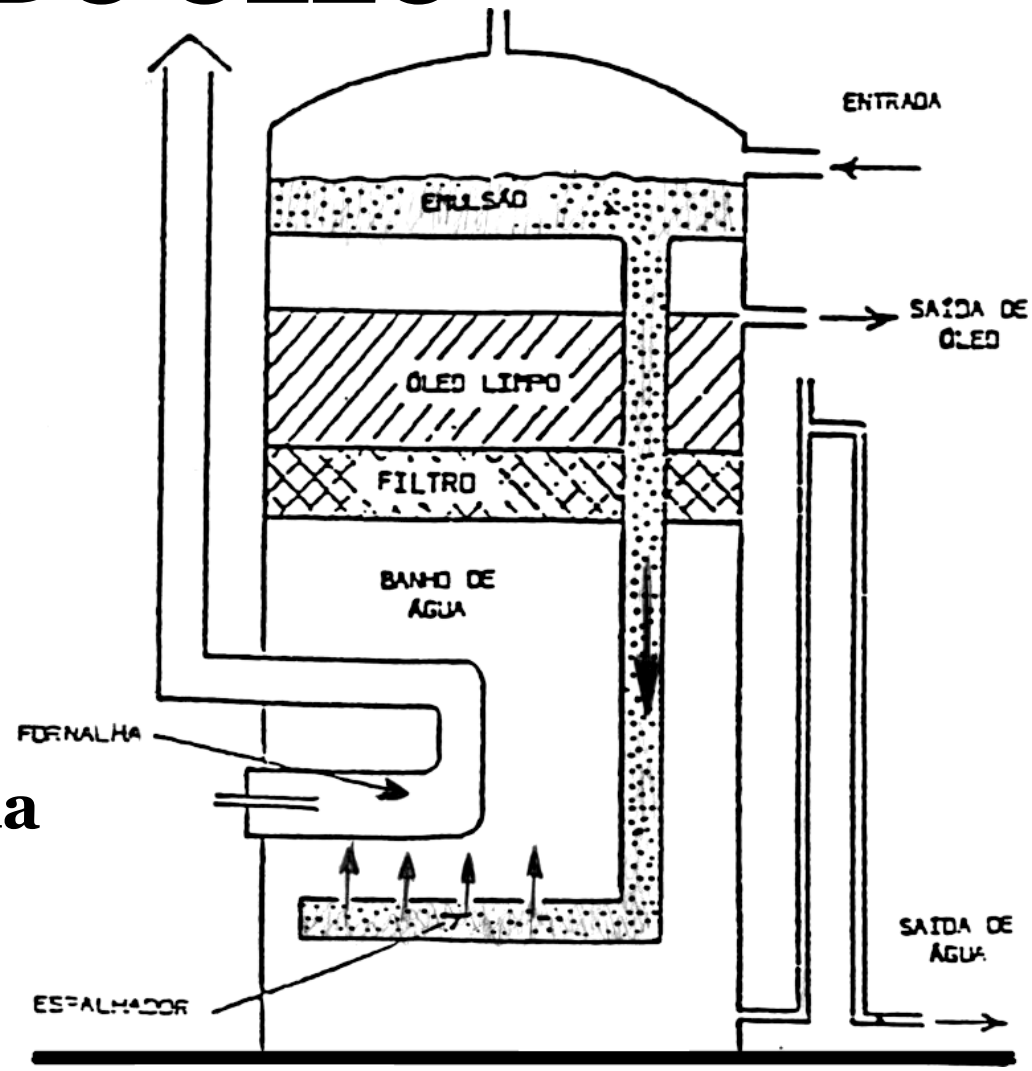


Separador trifásico vertical

TRATAMENTO DO ÓLEO

Para remover a água que permanece emulsionada, são utilizados processos físicos e químicos que aumentem a velocidade de coalescência.

A desestabilização de uma emulsão é realizada pela ação de calor, eletricidade e desemulsificantes.

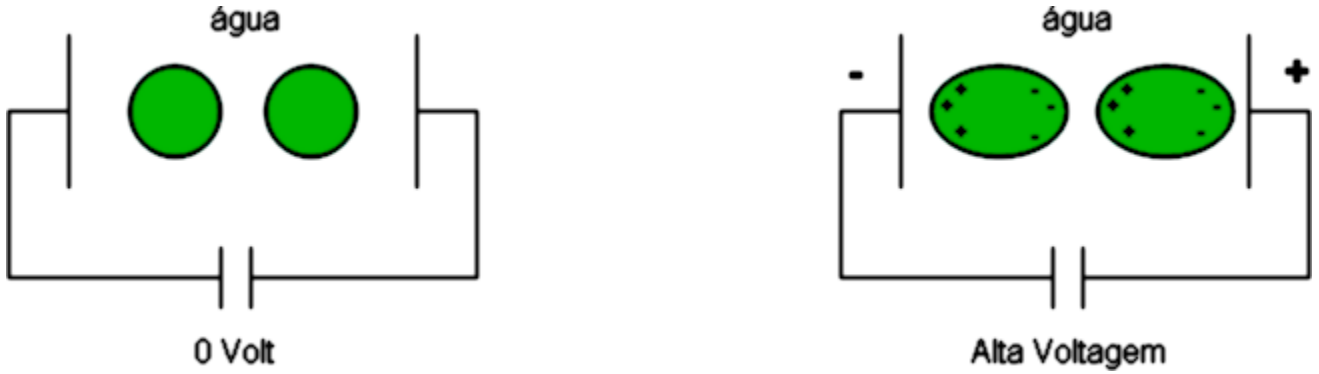


Tanque de lavagem

TRATAMENTO DO ÓLEO

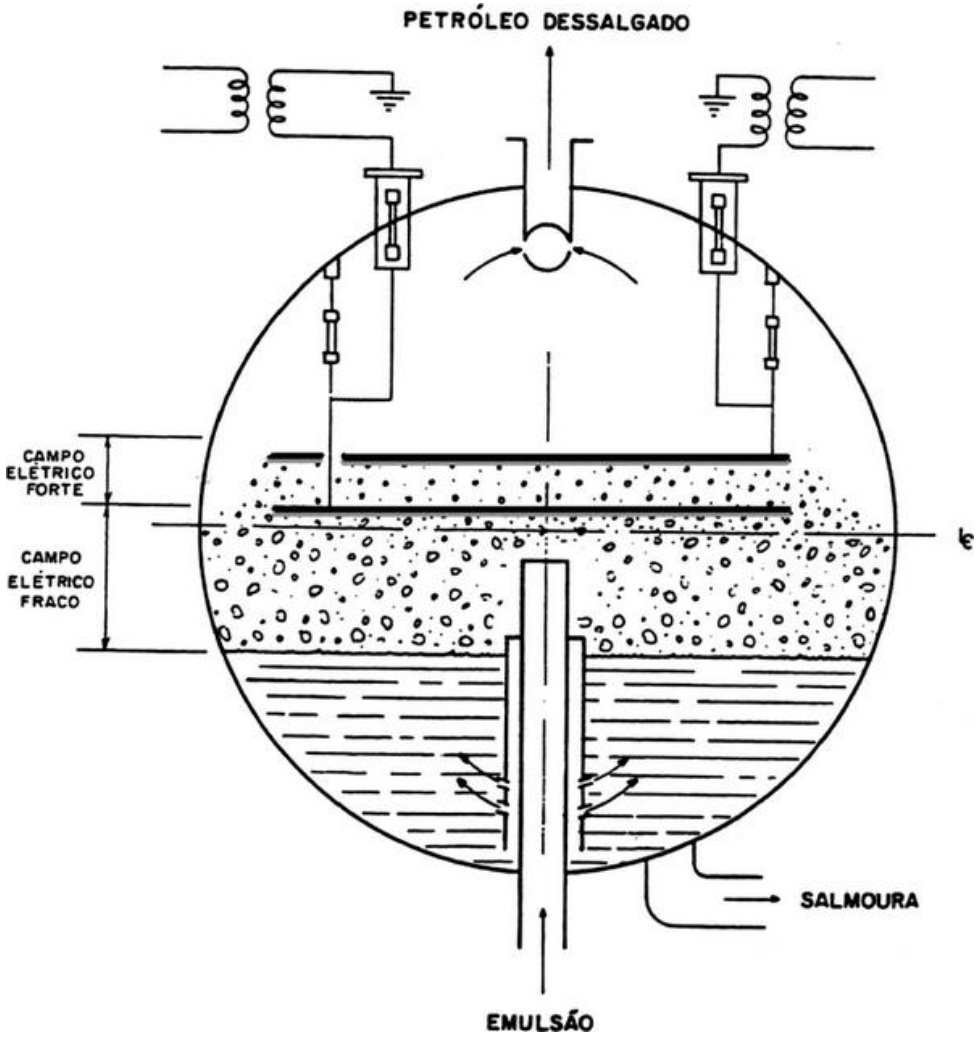
A aplicação de um campo elétrico de alta voltagem a uma emulsão faz com que as gotículas de água dispersas no óleo adquiram uma forma elíptica, alinhadas na direção do campo.

Desenvolvem-se polos de sinais contrários, que criam uma força de atração provocando a coalescência.



Tratamento eletrostático

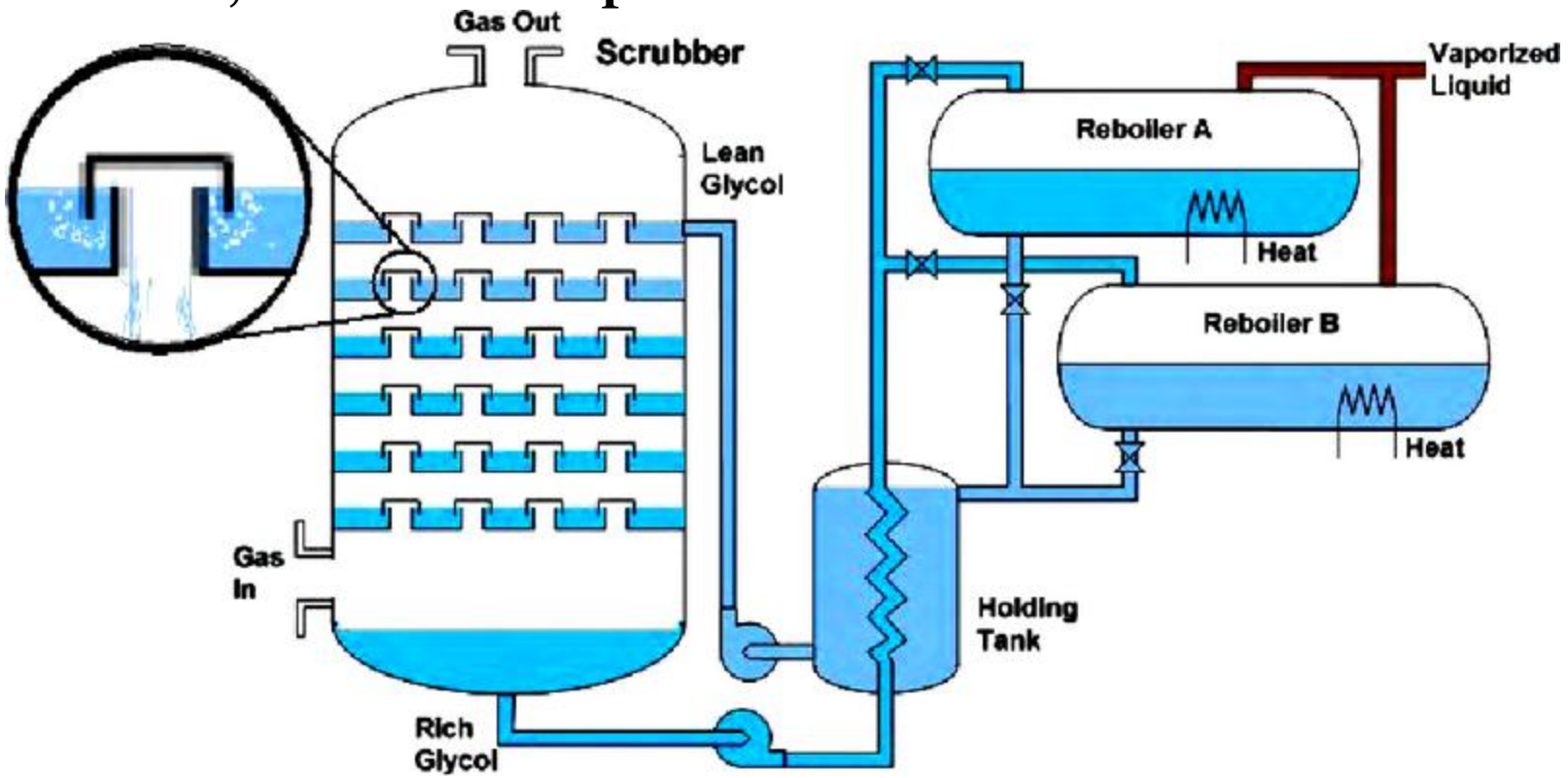
TRATAMENTO DO ÓLEO



Tratador eletrostático

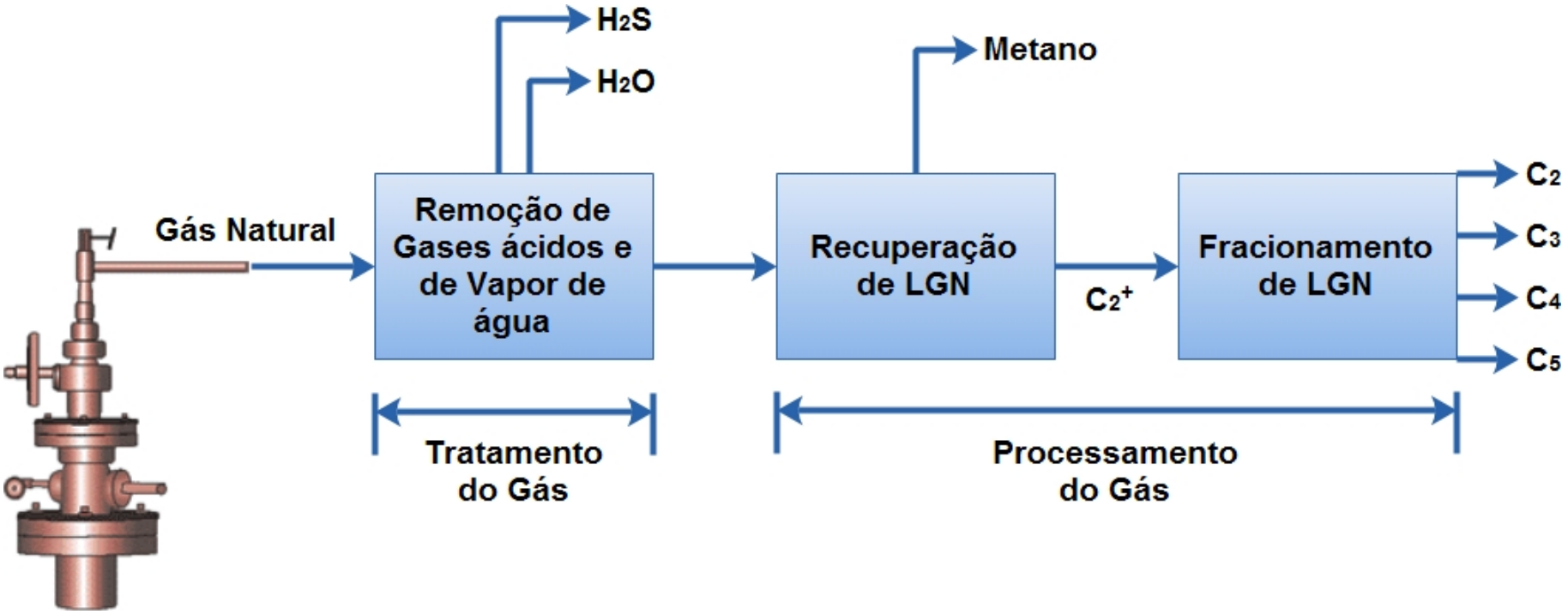
DESIDRATAÇÃO DO GÁS

A desidratação do gás natural é normalmente feita em um vaso onde o gás flui em contracorrente a uma solução de glicol de grande poder higroscópico, que é posteriormente regenerada através de aquecimento, retomando ao processo.



Desidratação do gás com glicol

PROCESSAMENTO DE GÁS NATURAL



Processamento de gás natural

EQUIPAMENTOS DE PRODUÇÃO

Separação do Óleo

Visão Geral do Sistema

Separadores

→ Tratador eletrostático

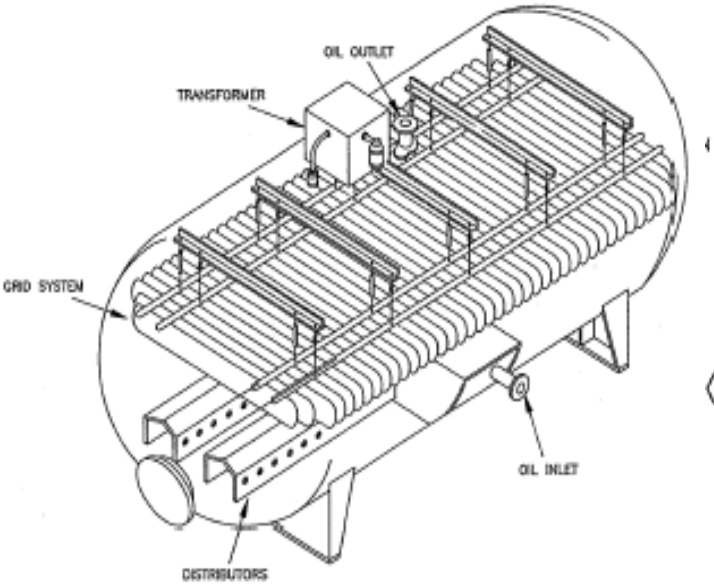
Trocadores de Calor de Óleo Cru

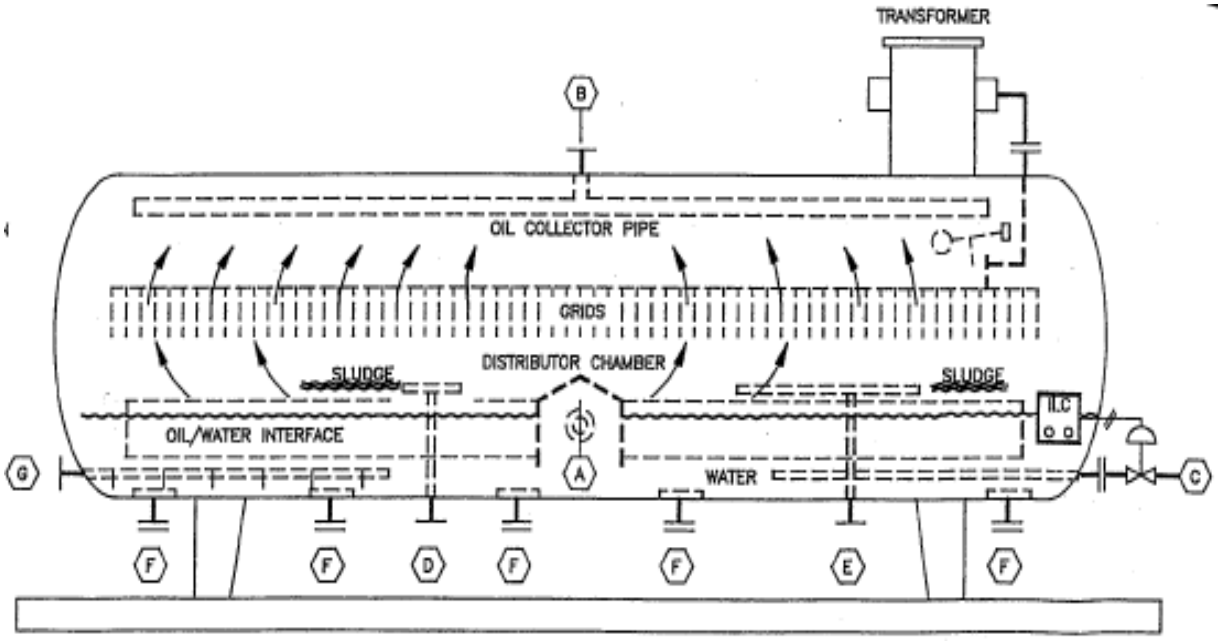
Novas Tecnologias

Tratador Eletrostático

Princípio:

Coalescência - processo onde duas ou mais gotas de água se fundem durante o contato para formar uma única gota.





O campo elétrico incentiva as gotas de água a se aglutinarem e se acomodarem pela força da gravidade.

EQUIPAMENTOS DE PRODUÇÃO

Separação do Óleo

Visão Geral do Sistema

Separadores

Tratador eletrostático

→ Trocadores de Calor de Óleo Cru

Novas Tecnologias

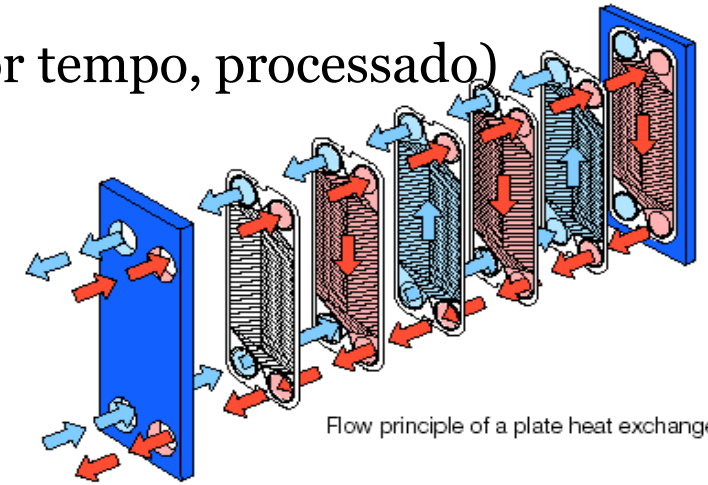
Trocadores de Calor

- Estabilizar o óleo
- Quebrar a emulsão (mistura de óleo com água)
- Reduzir a viscosidade
- Manter a temperatura acima do ponto de formação de hidratos

Trocadores de Calor

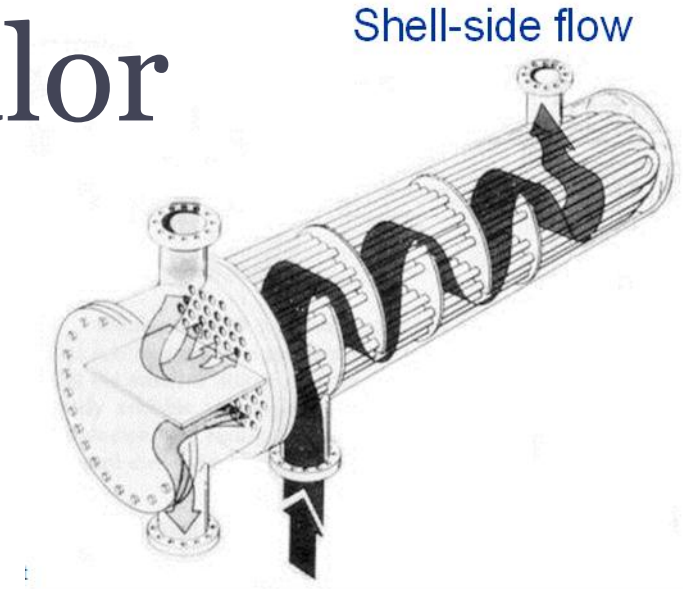
Trocador Tipo Placa

- Compacto
- Mais Leve
- Maior desempenho global
- Mais barato que os trocadores tubo-casco.
- Maior taxa de vazão (quantidade por tempo, processado)
  - Somente líquido
  - Baixa Pressão



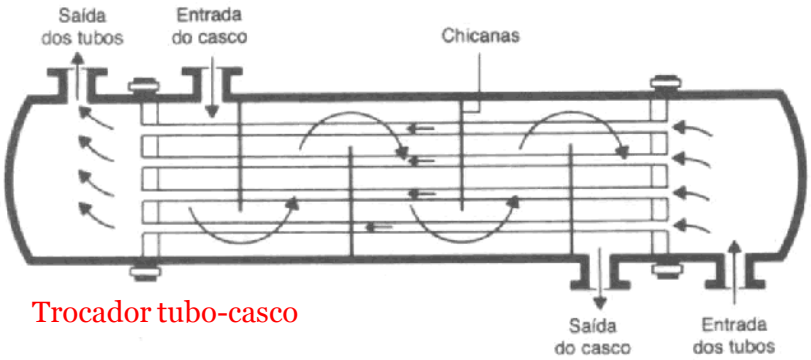
Flow principle of a plate heat exchanger

Trocadores de Calor



Trocador Tubo-Casca

- Casca
  - Fluido em baixa pressão
  - Condensação ou ebulição do fluido.
  - Baixa taxa de vazão
- Tubo
  - Alta pressão e/ou temperatura do fluido
  - Fluidos tóxicos e letais. Evita as fugas (vazamento)
  - Velocidade alta; turbulência; boa transferência de calor



Trocador tubo-casco

EQUIPAMENTOS DE PRODUÇÃO

Separação do Óleo

Visão Geral do Sistema

Separadores

Tratador eletrostático

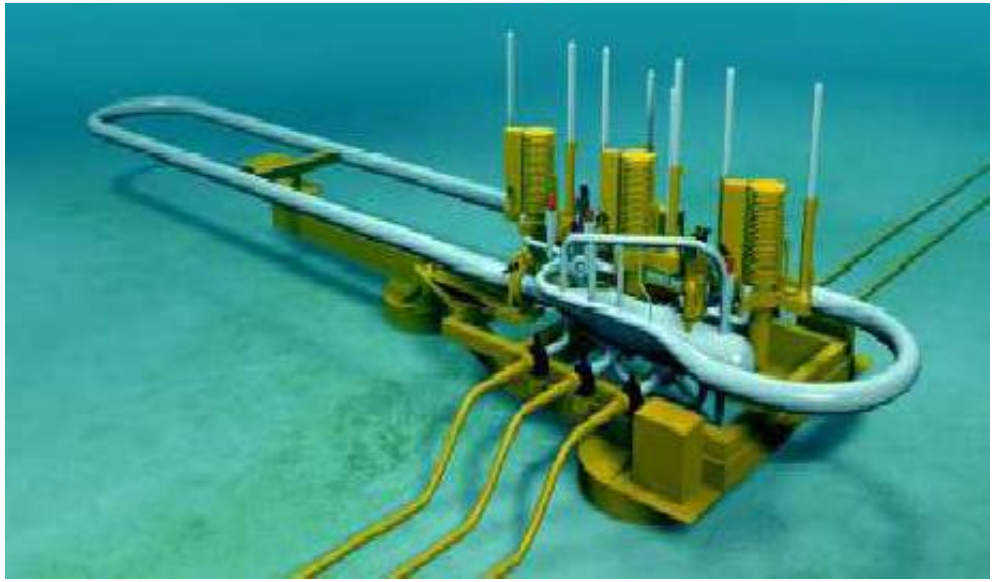
Trocadores de Calor de Óleo Cru

Novas Tecnologias

Novas Tecnologias

SEPARADOR TUBULAR (Subsea Separator)

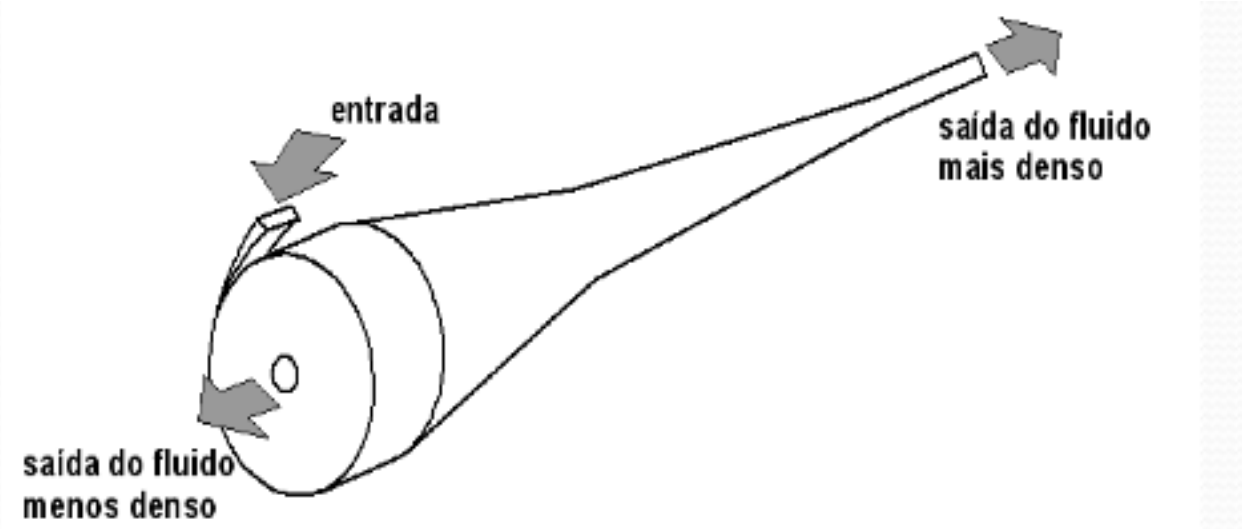
- Mecanismo de separação gravitacional para separar a água do petróleo;
- Dimensões de um duto;
- Espessura da camada de óleo é mantida suficientemente pequena:
    - Promove rápida sedimentação das gotas de água;
    - Diminui-se o tempo do líquido no interior do equipamento (decantação);
    - Diminui-se o tamanho do equipamento.



Novas Tecnologias

SEPARADOR CICLÔNICO

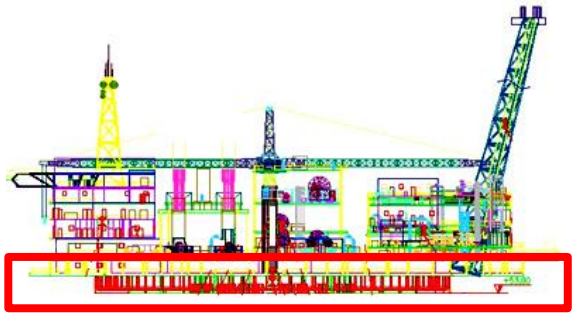
- Promove a separação de fluidos com diferentes densidades (água/gás/óleo);
- Força centrífuga;
- Projeta para as paredes o fluido mais denso e o menos denso é empurrado para o centro.

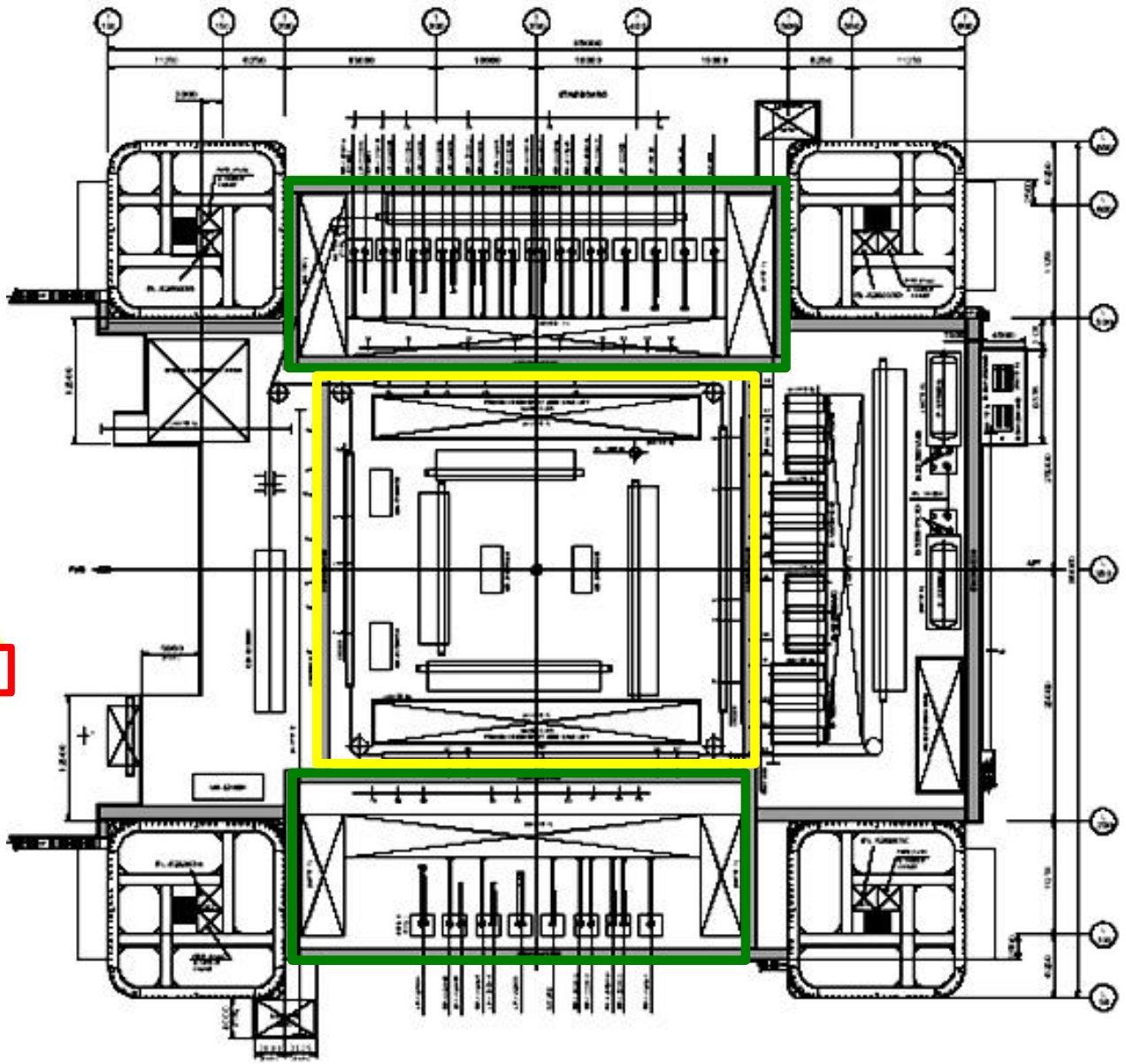


Movimento circular no interior de ciclone.

Planta Produção P-51/52

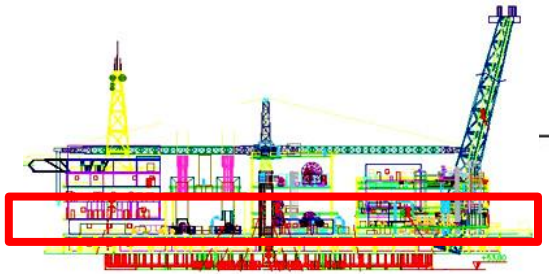
- **Spider Deck**
  - Riser;
  - roldanas e guinchos;

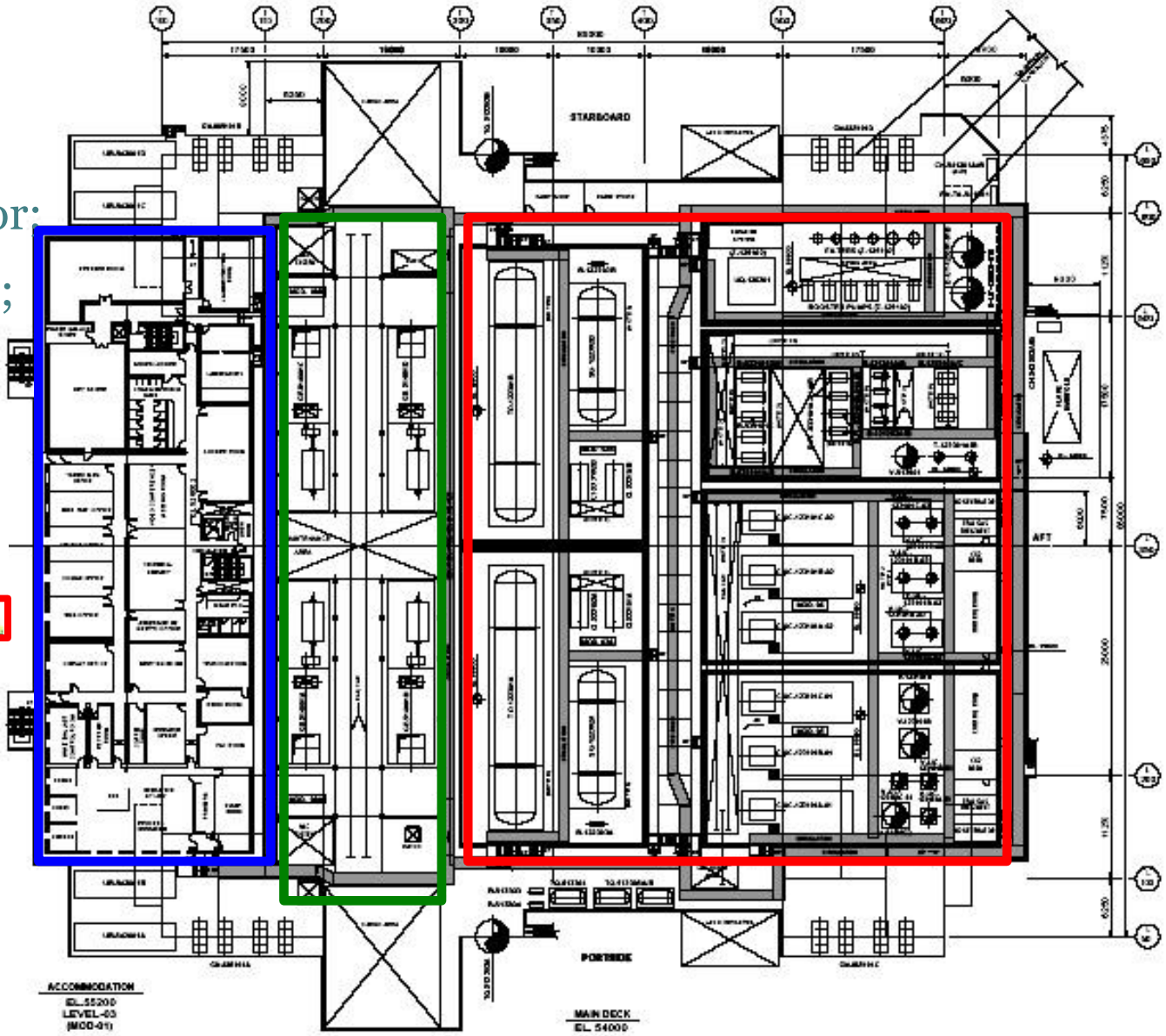




Planta Produção P-51/52

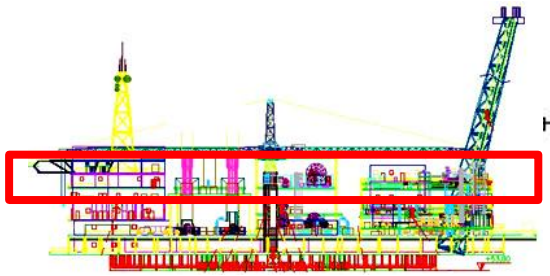
- **Main Deck**
  - grupo gerador;
  - Acomodação;
  - planta

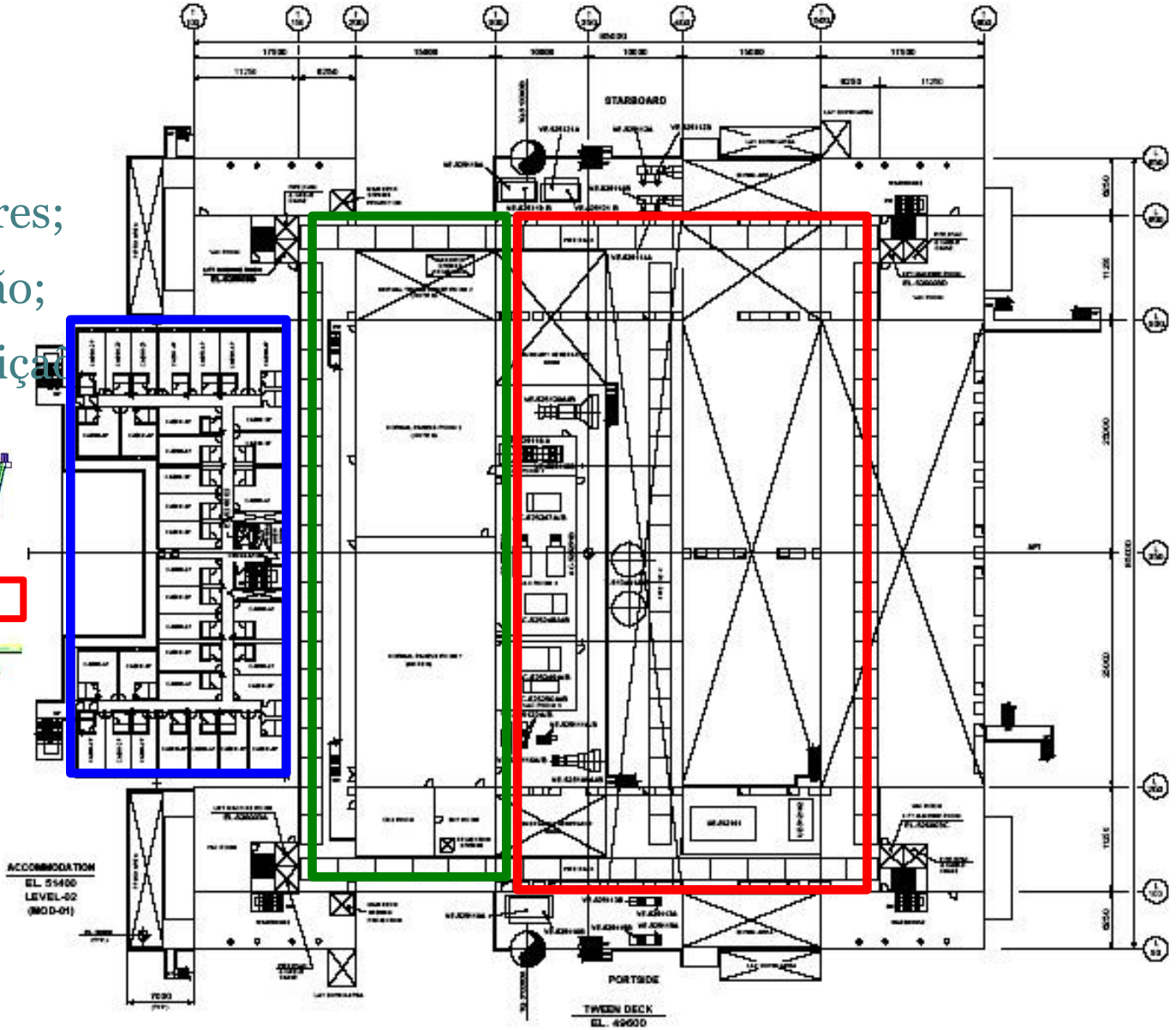


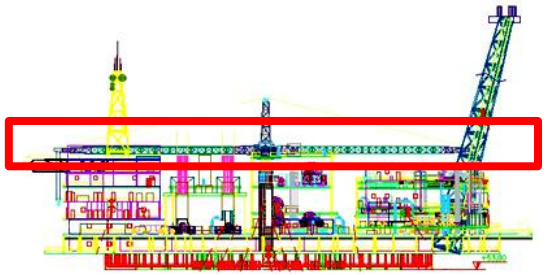
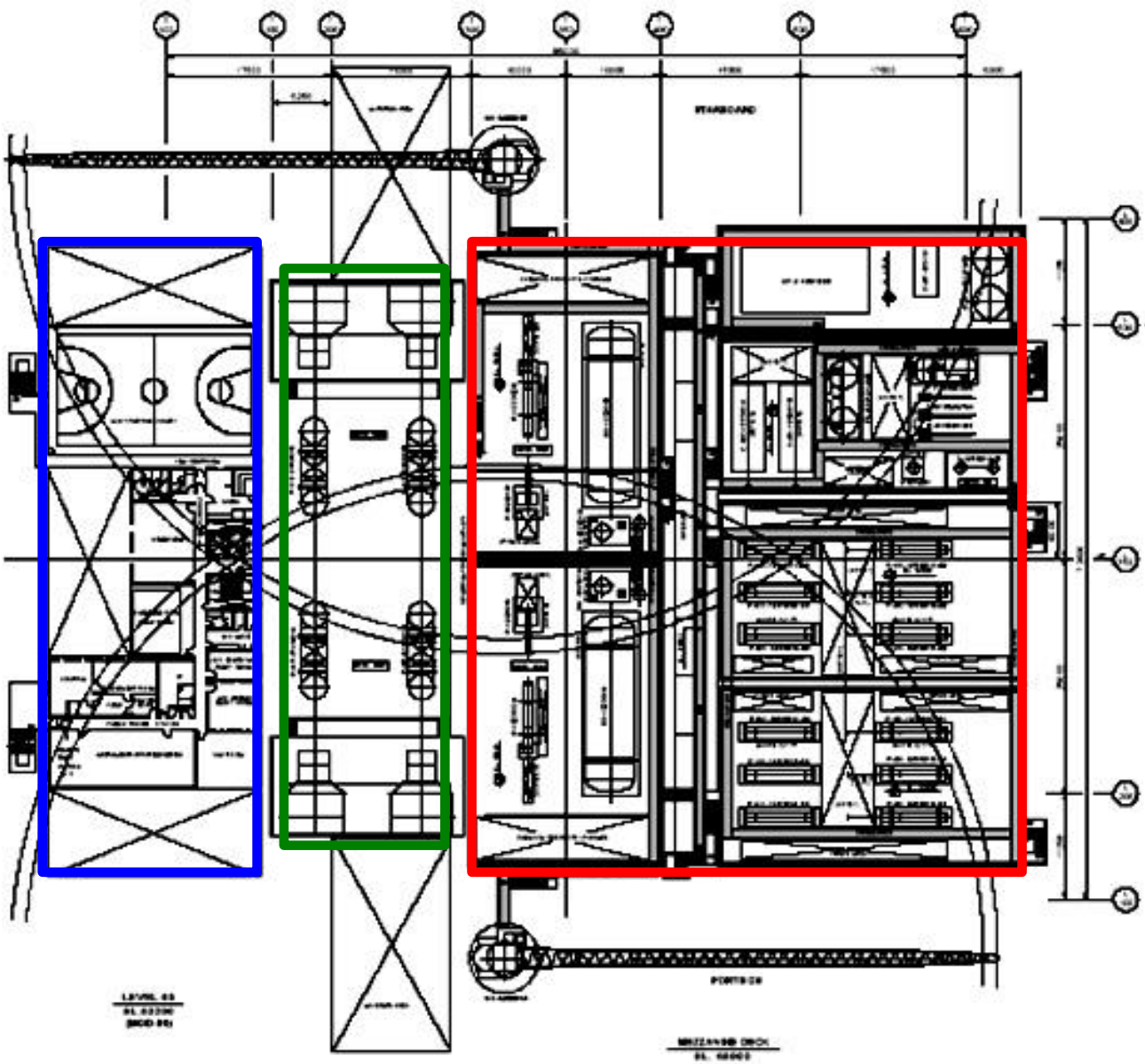


Planta Produção P-51/52

- **Tween Deck**
  - compressores;
  - Acomodação;
  - area de ignição





Planta Produção P-51/52

- **Mezzanino Deck**
  - compressores;
  - acomodação;
  - planta