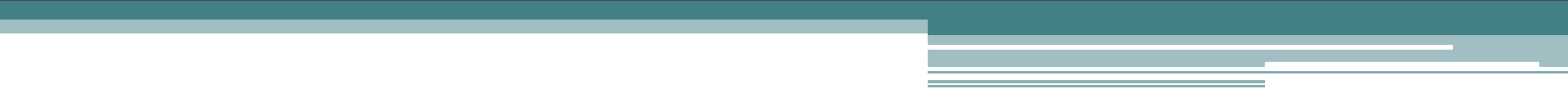


Sistemas Oceânicos de Produção

A series of horizontal lines in teal and light blue colors, with varying lengths and thicknesses, extending from the left edge of the slide towards the right, positioned below the title.

Tópicos

- Desenvolvimento de E&P – petróleo e gás
- Espiral de Projeto
 - *Desenvolvimento do campo – reservatório -> sistema oceânico de produção*
- *Sistemas de produção*
 - *Plataforma*
 - *Planta de Produção*
 - *Interface solo-superfície*
 - *Riser – Rígido: Vertical e SCR (“Steel Catenary Riser”) & Flexível;*
 - *Dutos de exportação;*
 - *Umbilicais;*
 - *Sistema de Ancoragem*
- *Sistema submarino – Subsea systems*
 - *Arranjo submarino – Componentes*
 - *Árvore de Natal – Christmas Tree (Molhada & Seca)*
 - *Manifold;*
- *Sistema de alívio - Offloading*

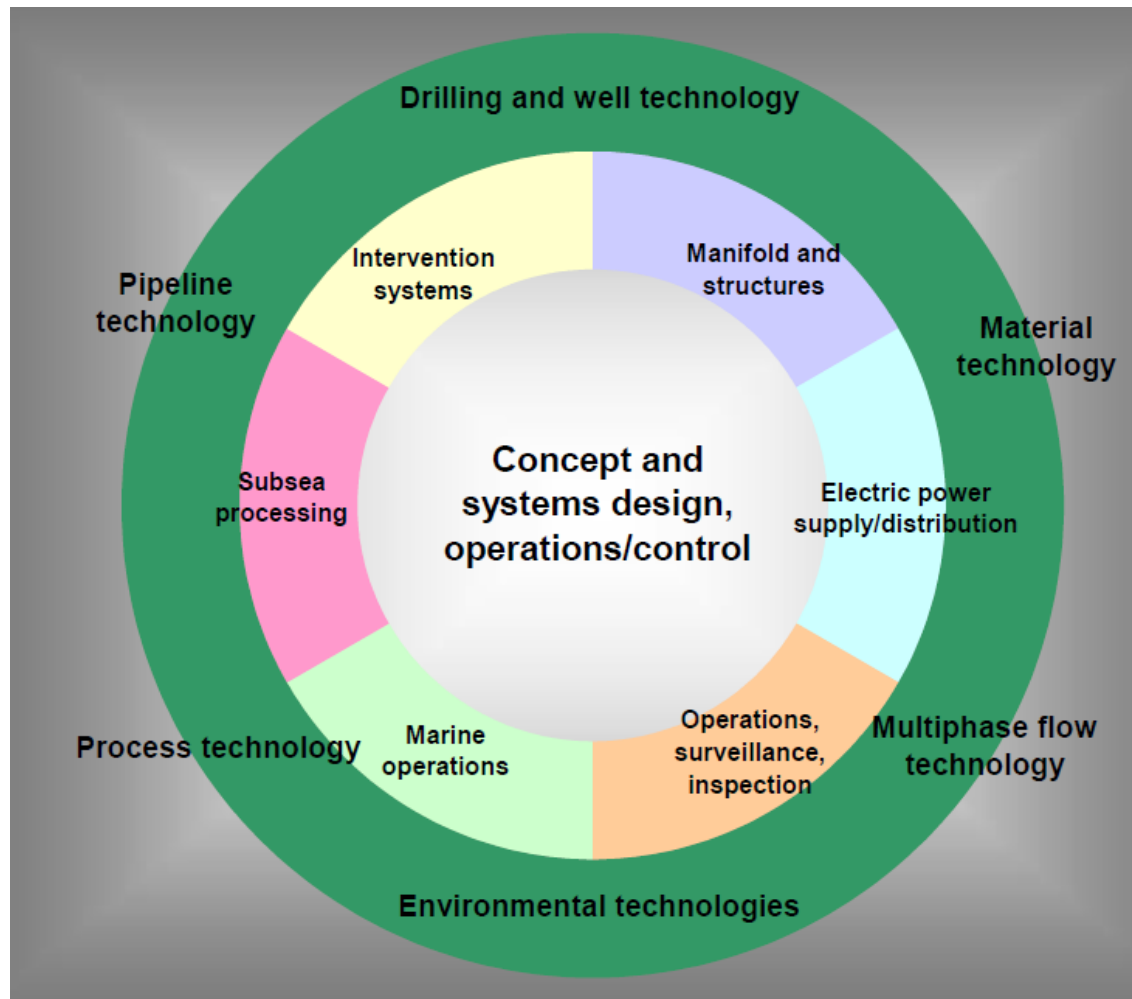
Sistema de Produção – Óleo & Gás

- Complexo $\Rightarrow$ Navios & plataformas fixas / flutuantes;
 - Grande variedade soluções;
 - Interdependência subsistemas $\Rightarrow$ **Visão sistêmica** $\Rightarrow$ Solução ótima;
 - Multidisciplinar;



Sistema de Produção – Óleo & Gás

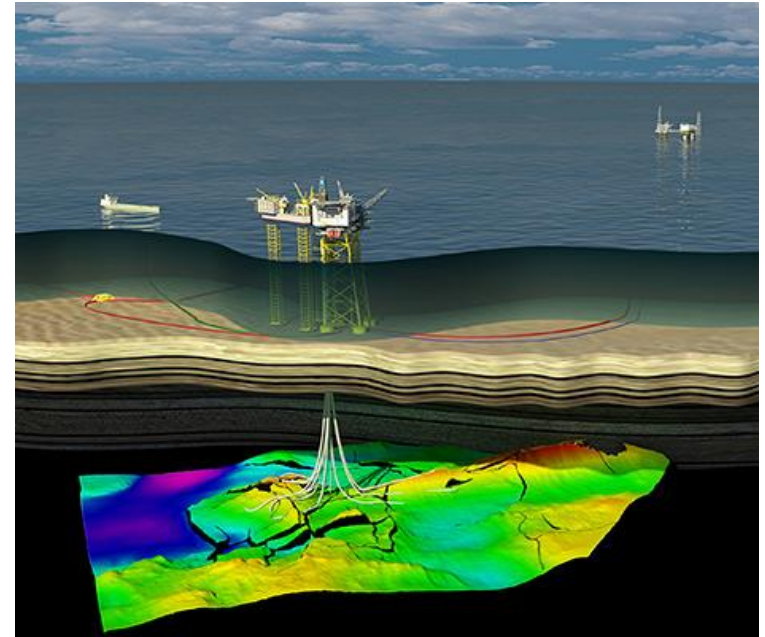
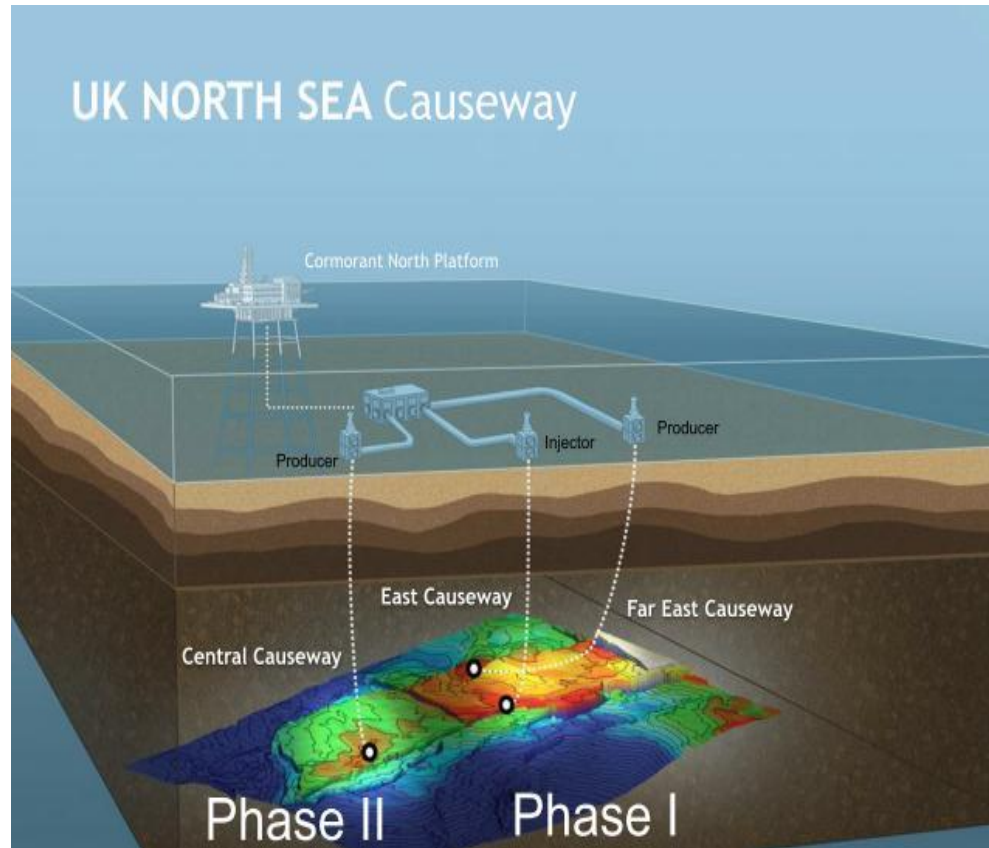
- Tecnologias de sistemas de produção
 - Diversos subsistemas $\Rightarrow$ Interdependência $\Rightarrow$ **Visão sistêmica;**



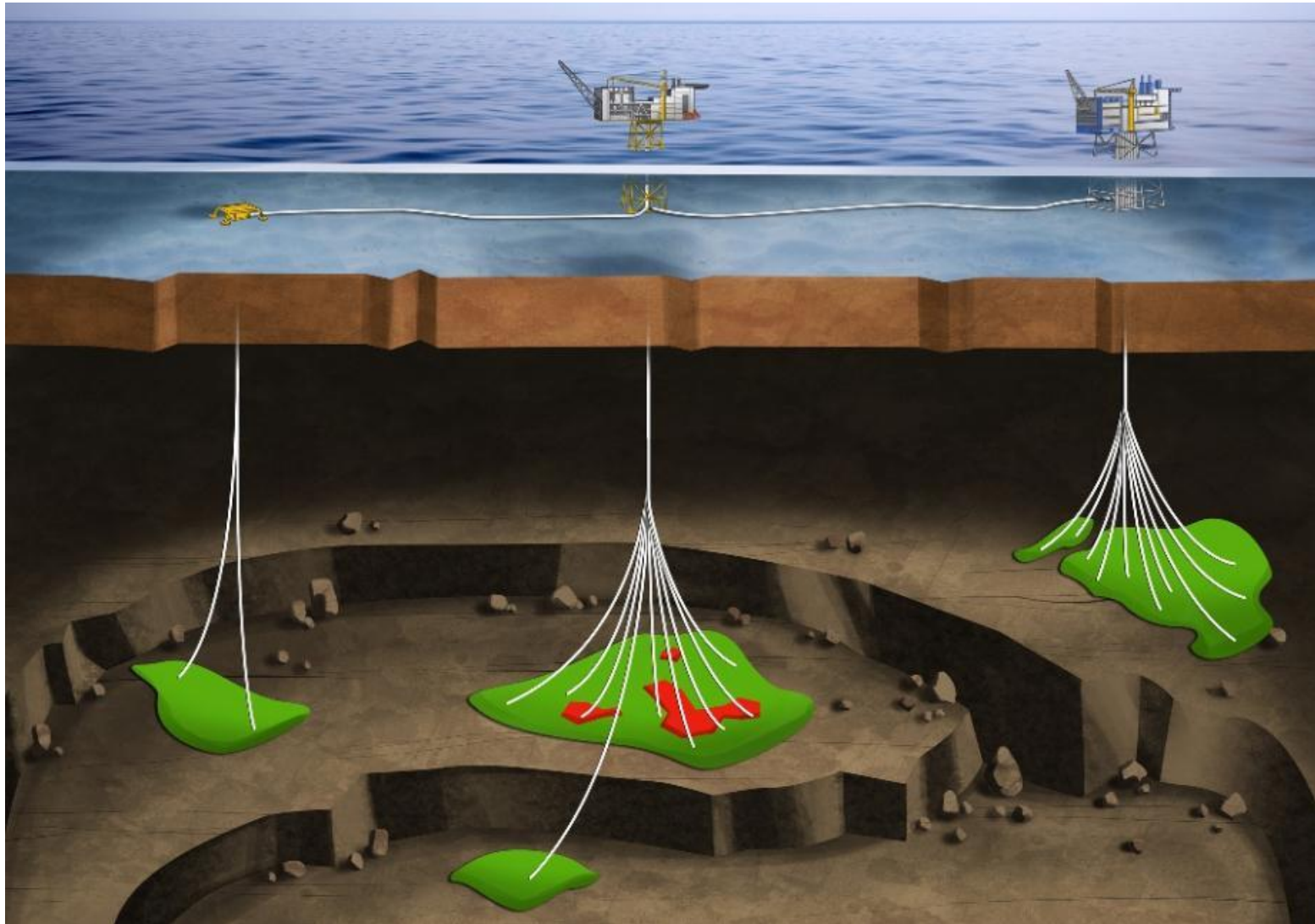
Sistema de Produção – Óleo & Gás



Desenvolvimento campo - *Field Development*

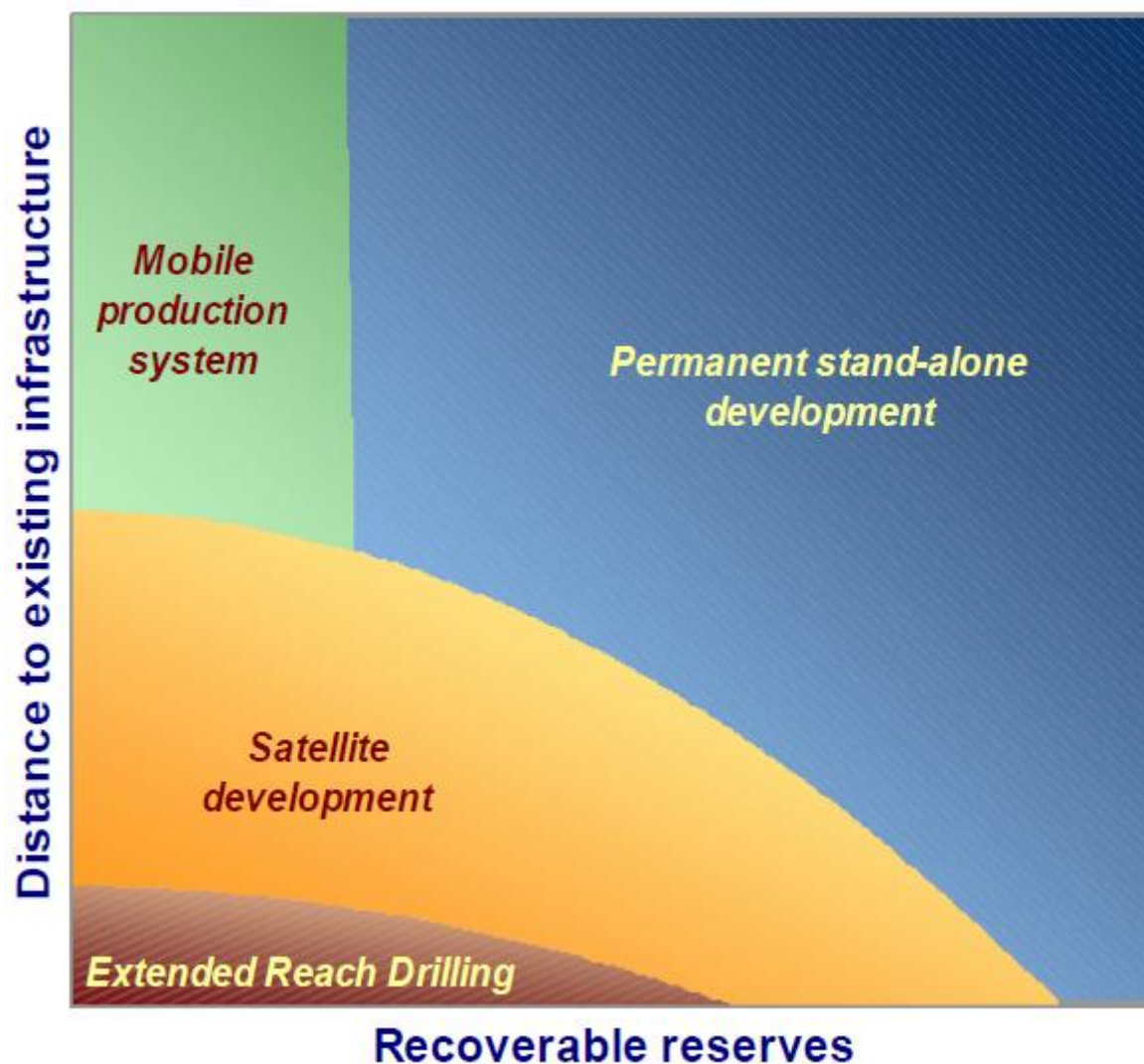


Desenvolvimento campo - *Field Development*



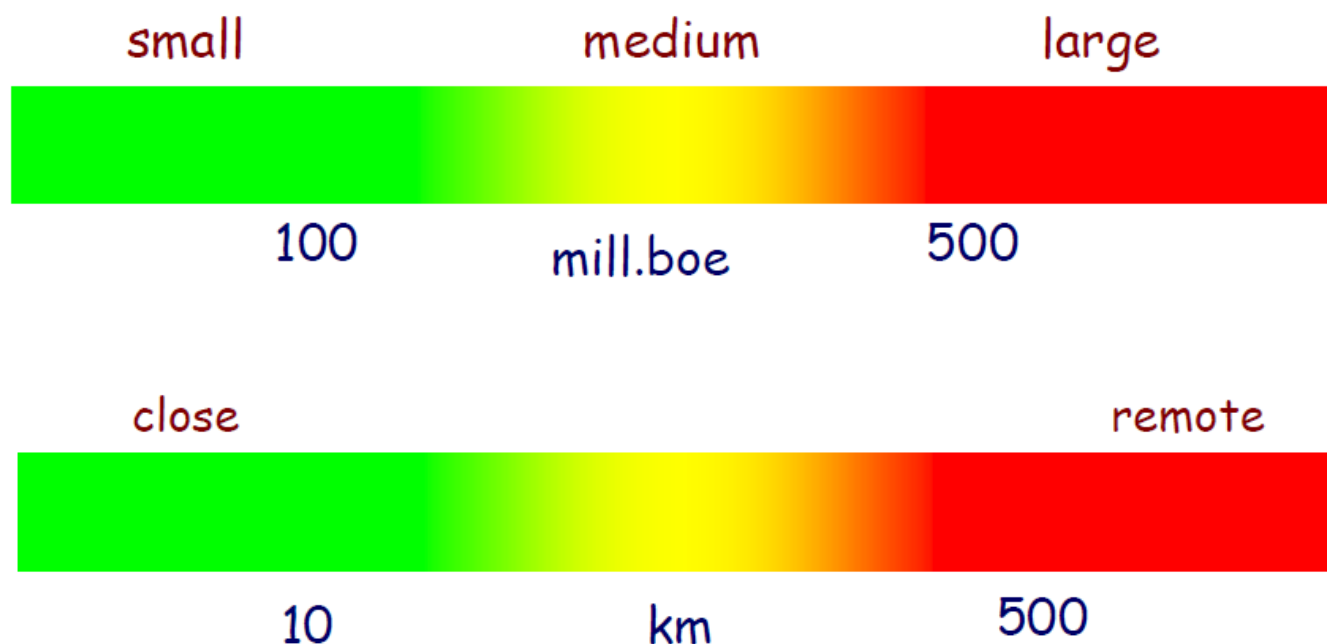
Desenvolvimento campo - *Field Development*

- Aplicação tecnologias de sistemas de produção



Desenvolvimento campo - *Field Development*

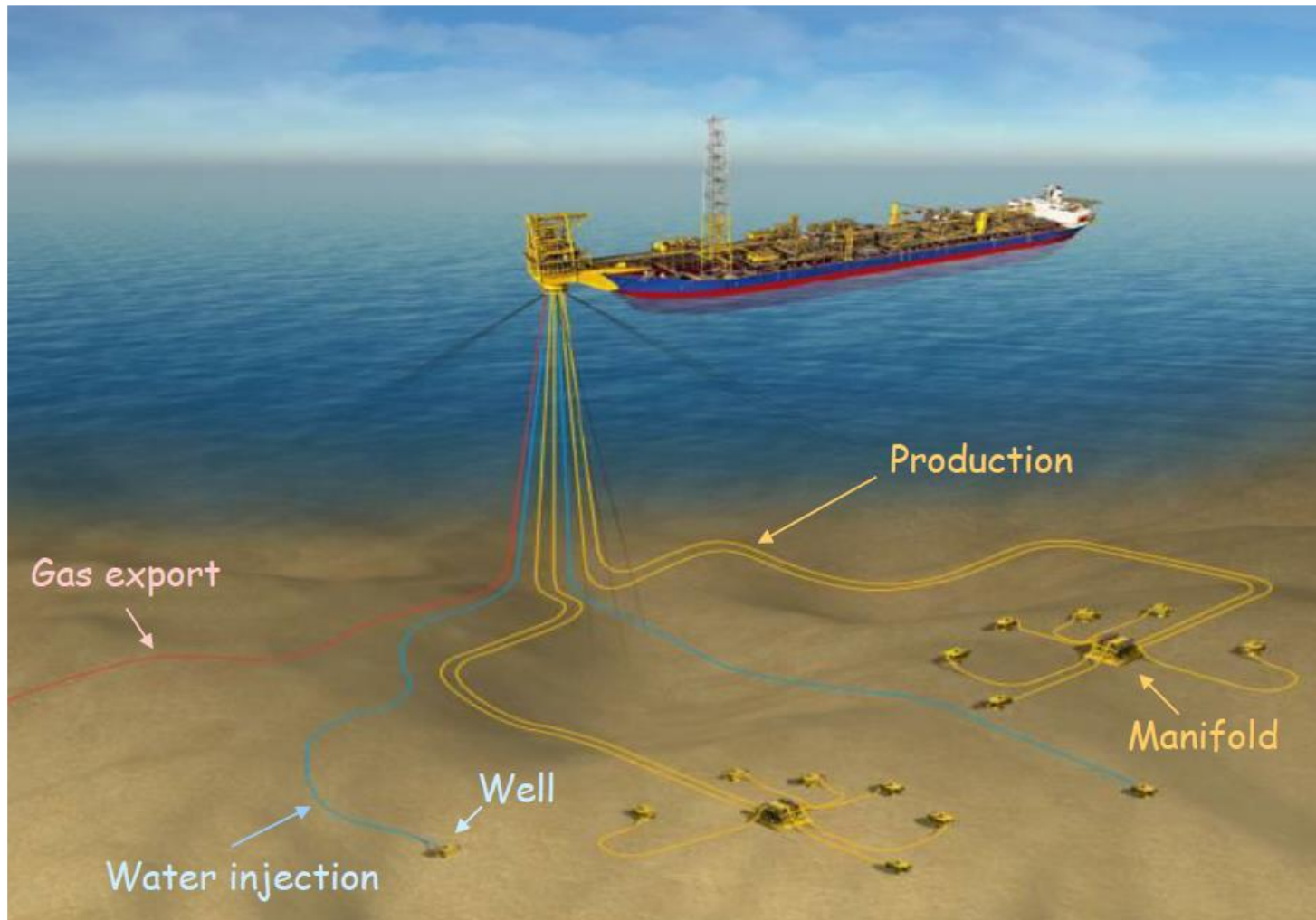
- Aplicação tecnologia sistemas de produção
 - Quão grande é o reservatório e quão remoto é a localização?



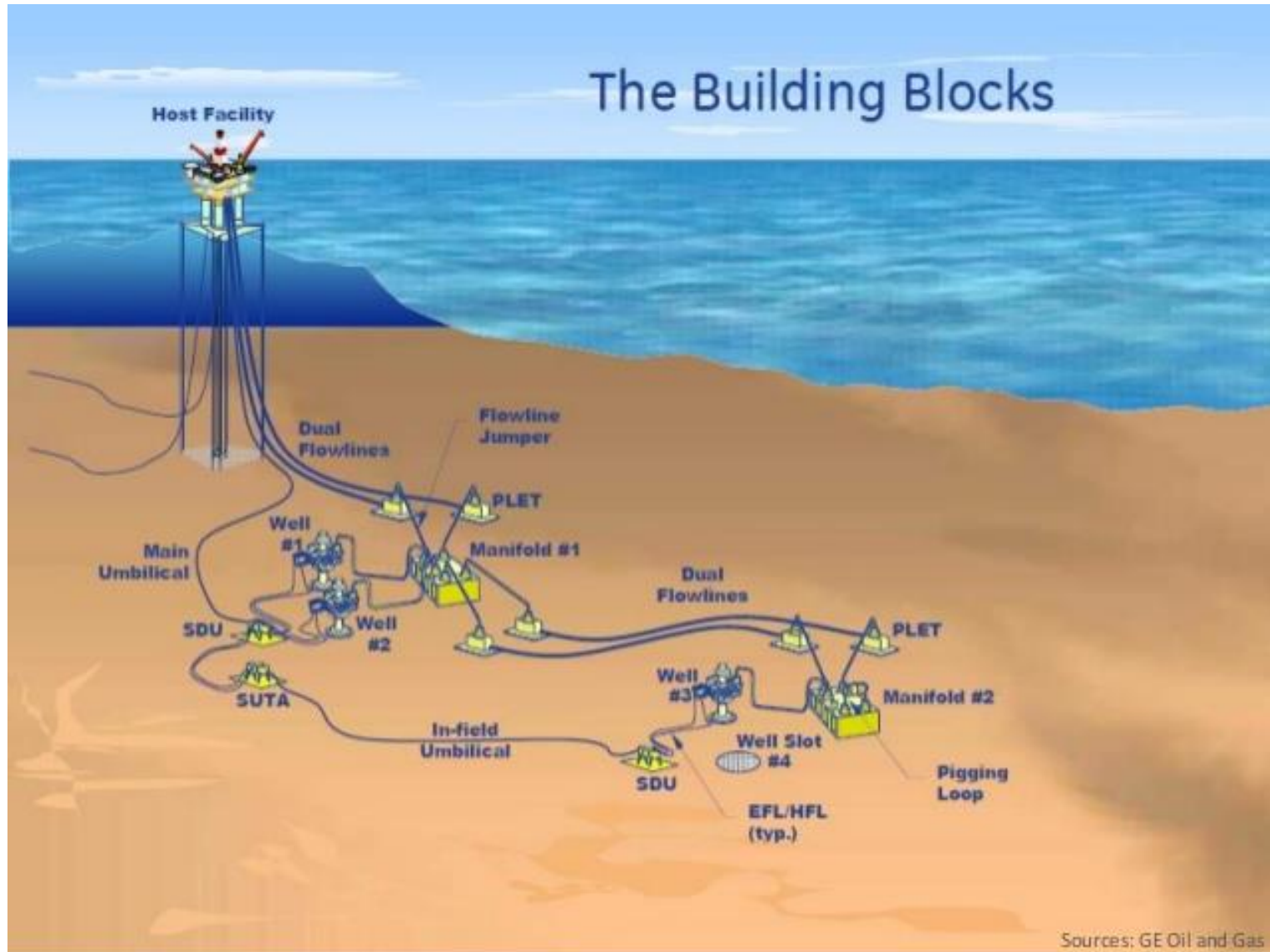
Remoto associado à questões de transporte da produção, viscosidade importante;
⇒ Localização: “**Perto**”, gás ⇔ “**Remoto**”, óleo pesado.

Sistema de produção offshore

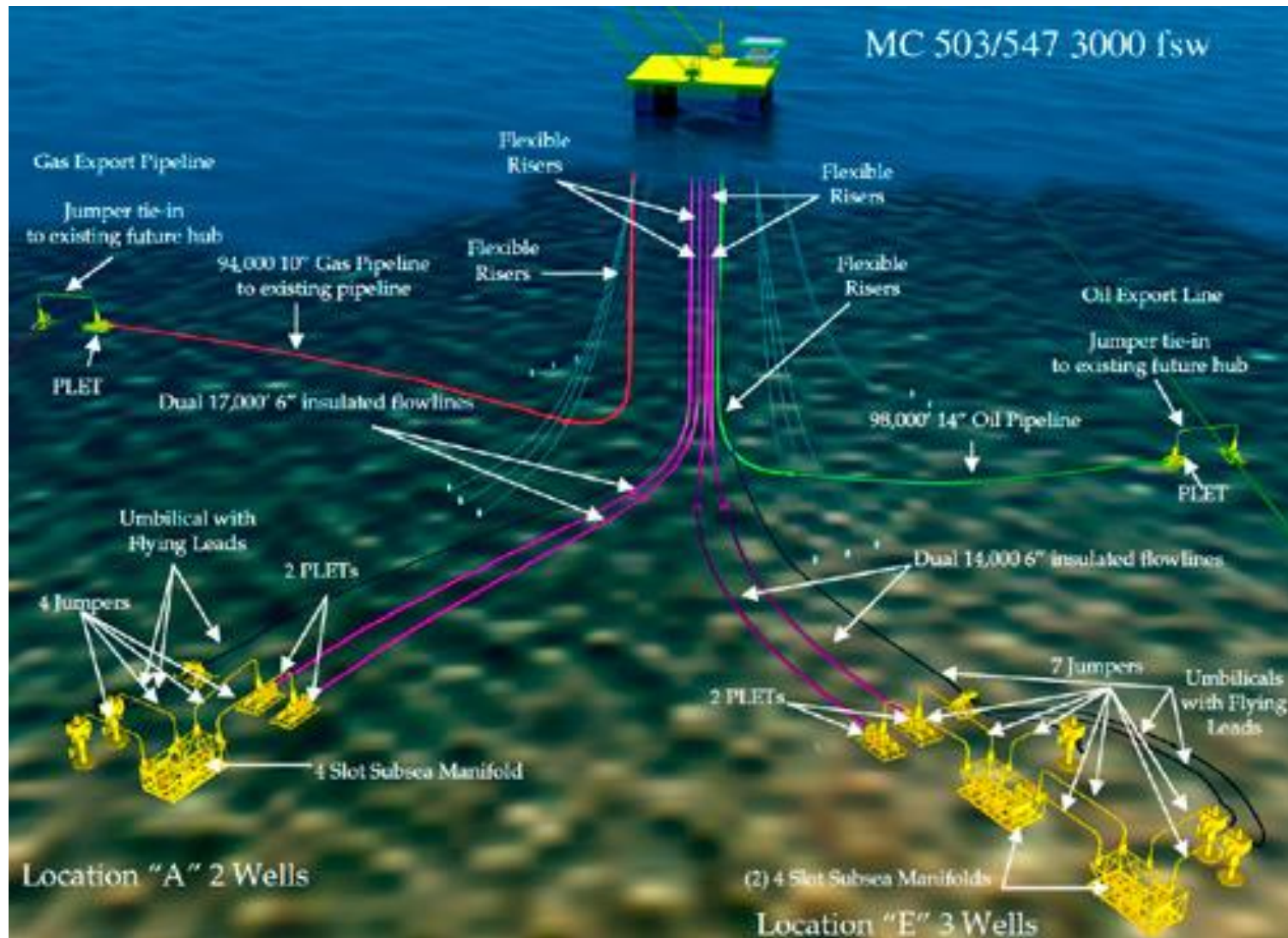
- Manifolds e poços satélites isolados/individuais;



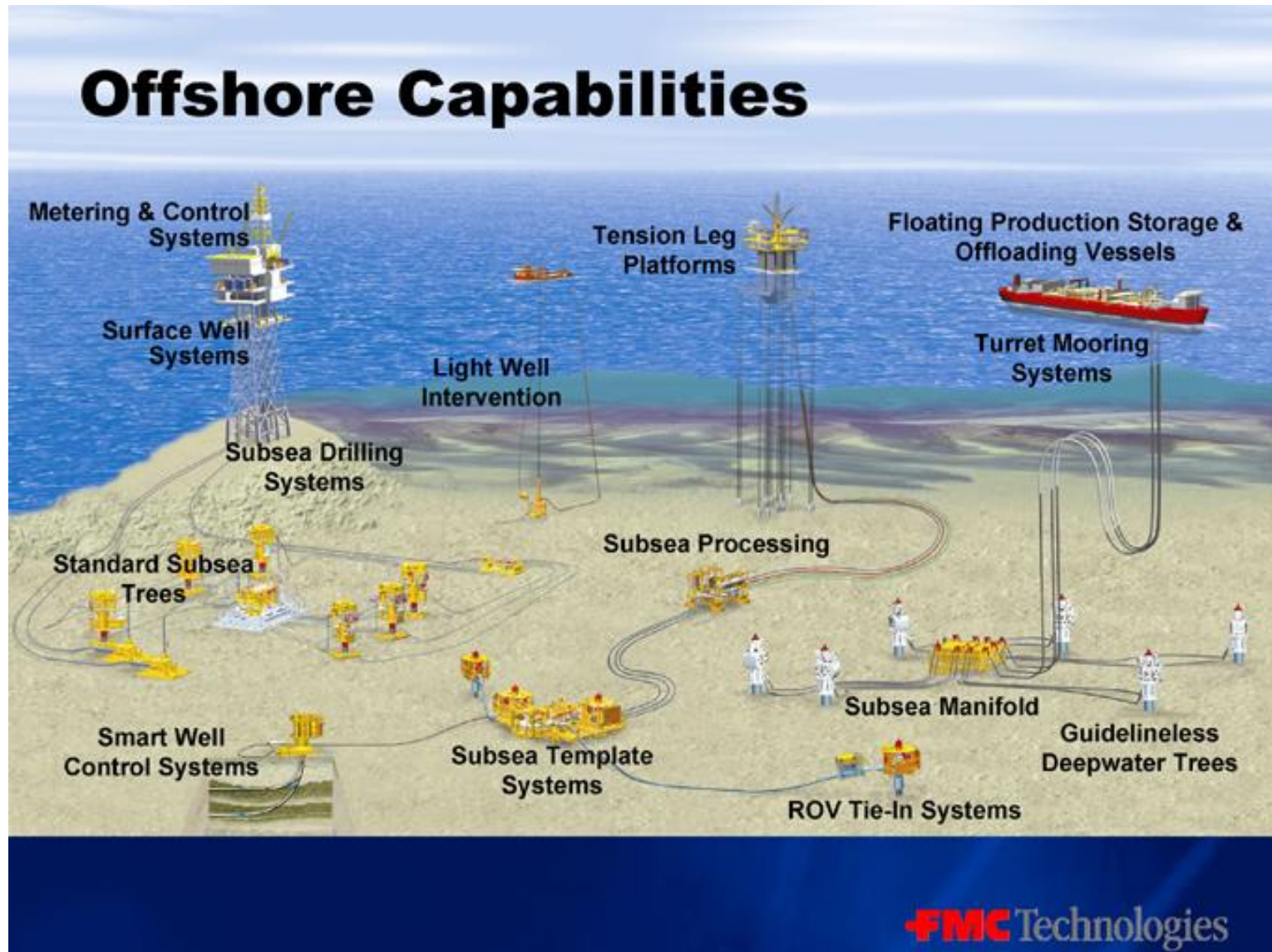
Sistema de produção offshore



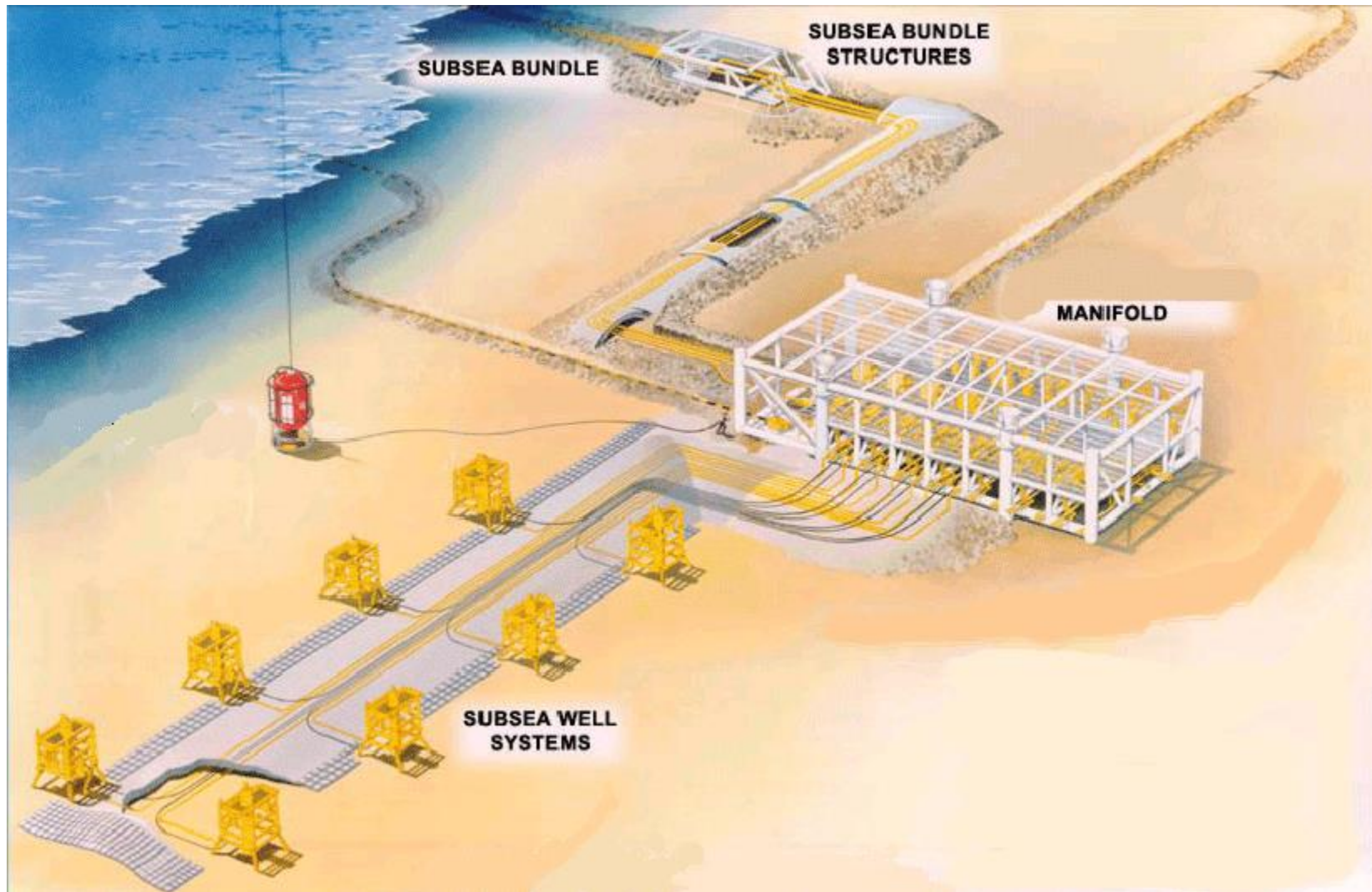
Sistema de produção offshore



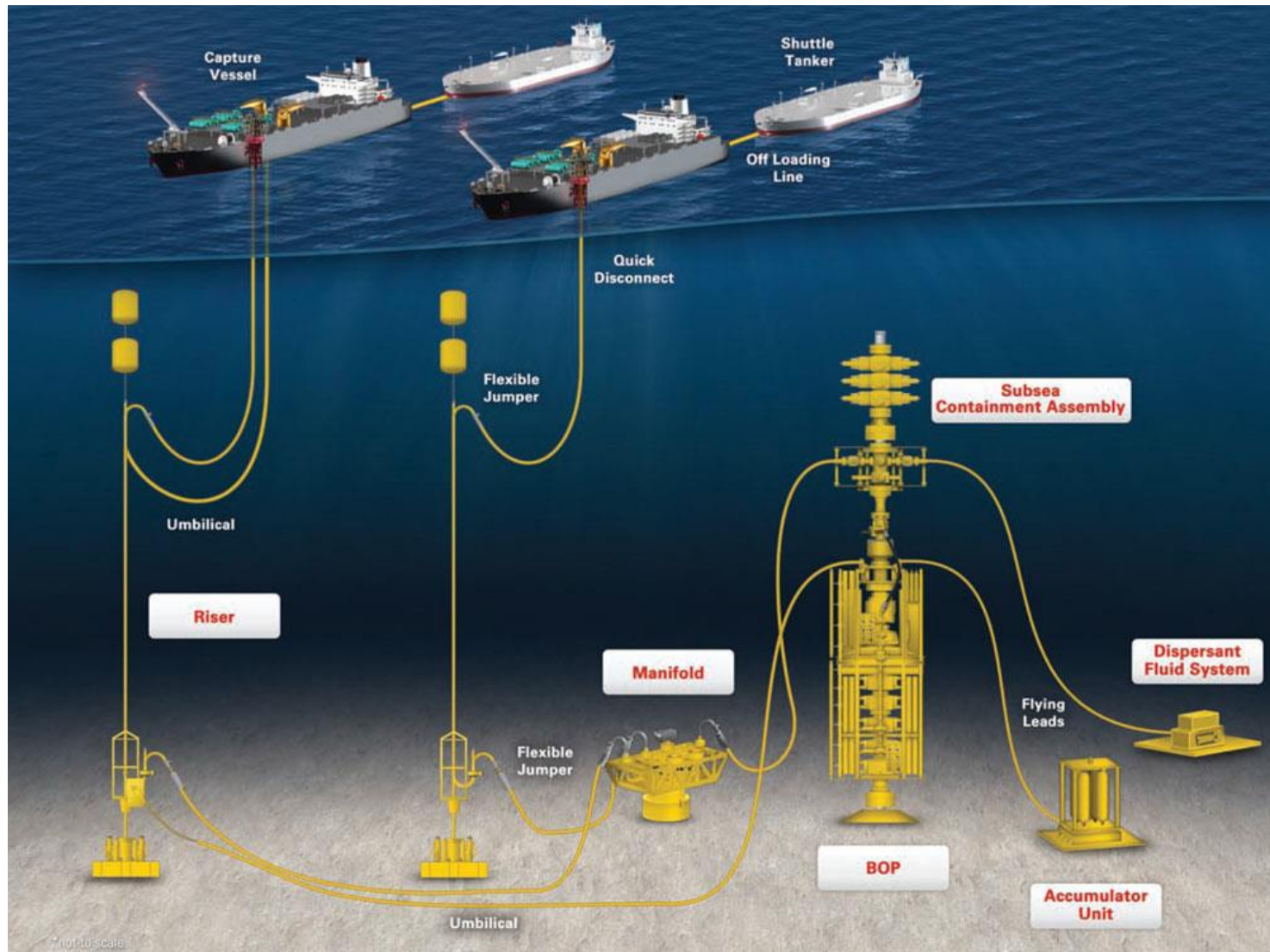
Sistema de produção offshore



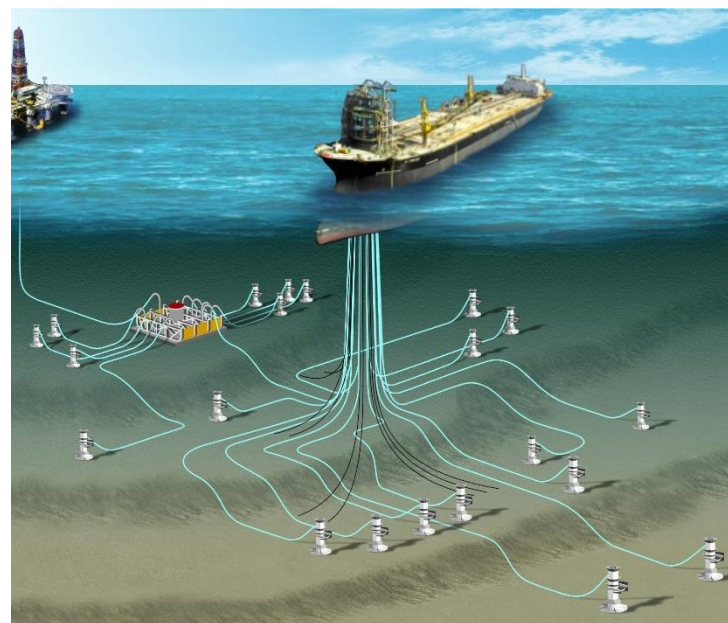
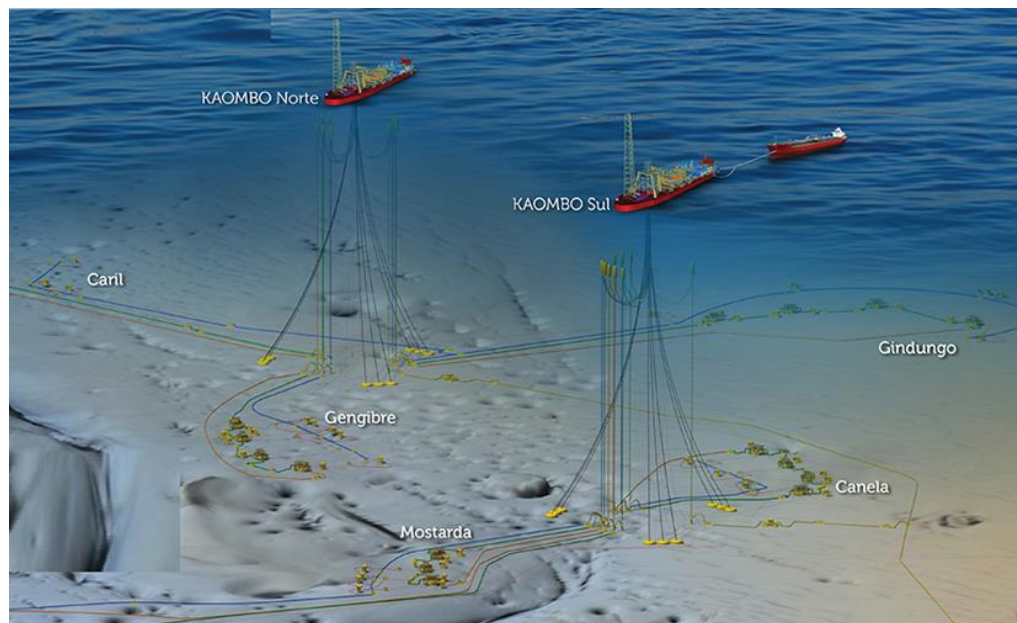
Sistema de produção offshore

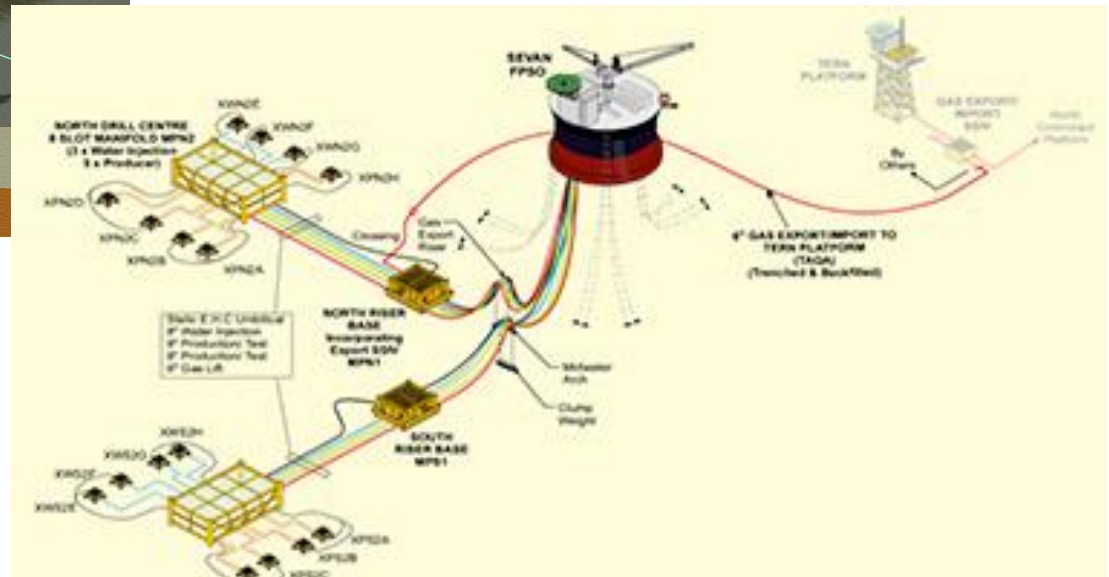
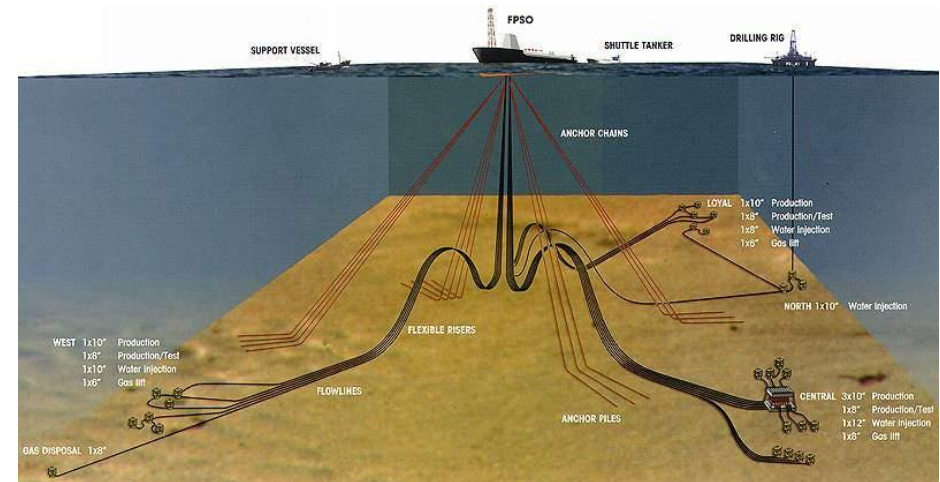


Sistema de produção offshore



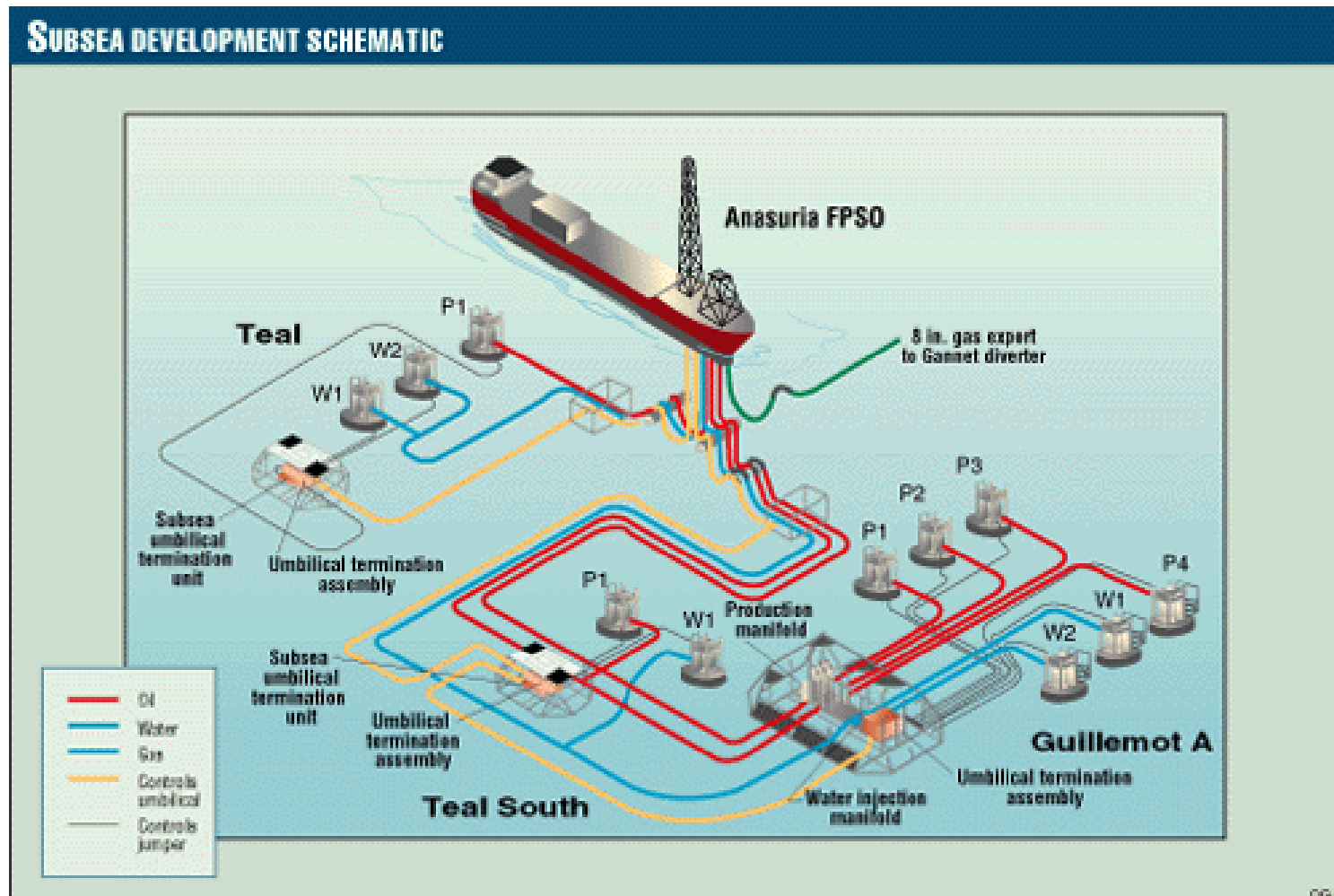
Sistema de produção offshore





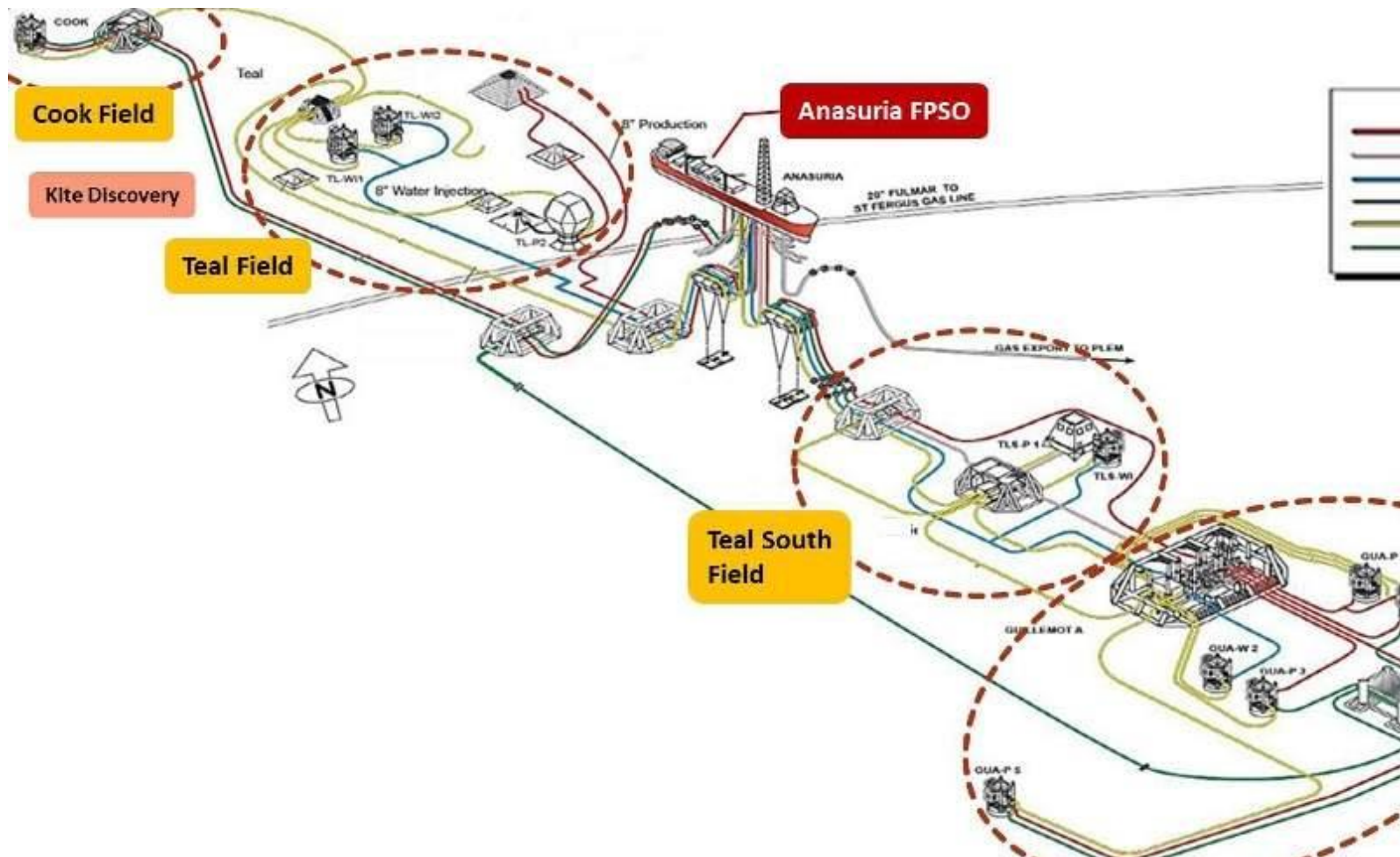
Sistema de produção offshore

- **Anasuria Cluster** – Produção iniciada 1996 - Integração 4 campos de produção e FPSO;

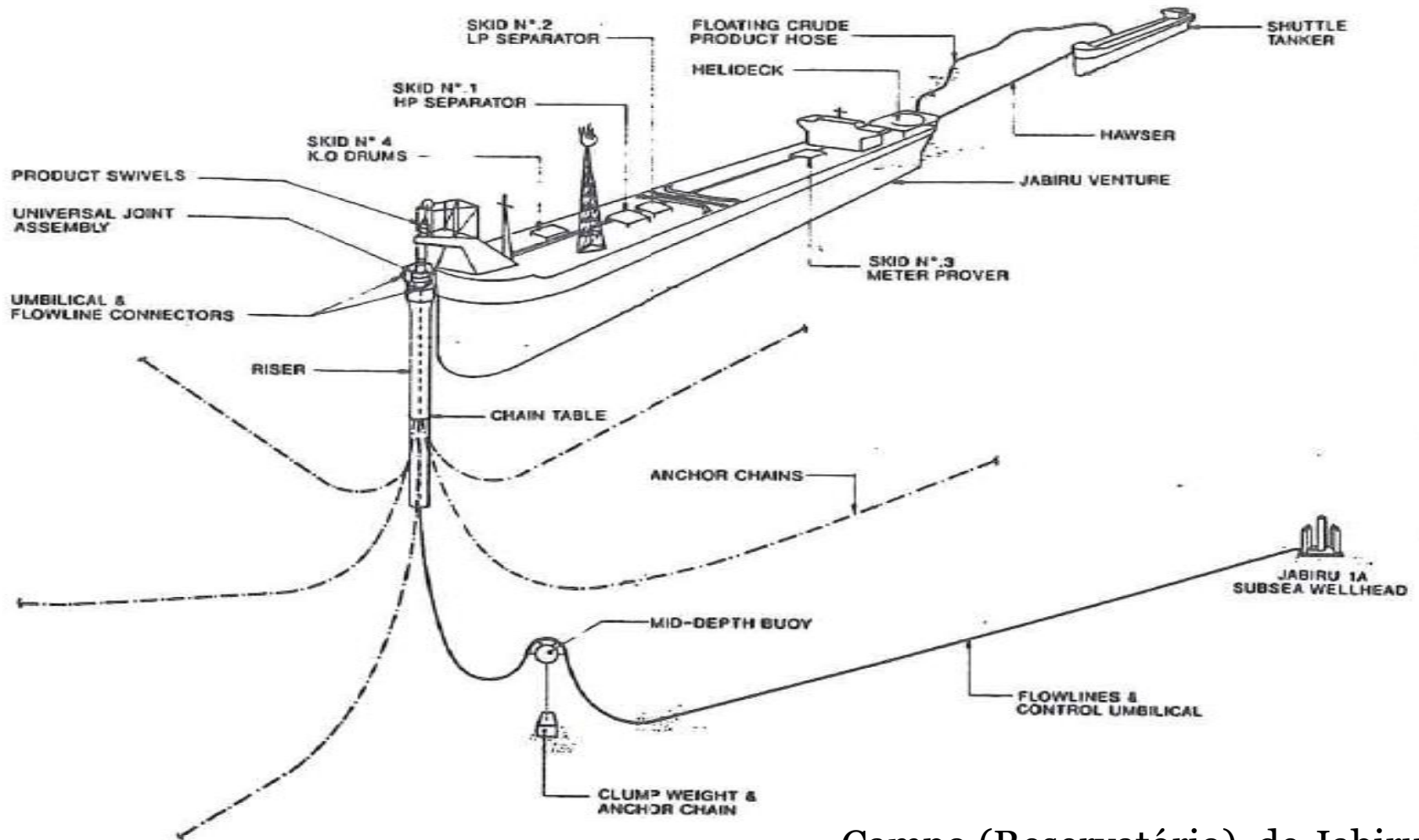


Sistema de produção offshore

- **Anasuria Cluster** – Procução iniciada 1996 - Integração 4 campos de produção e FPSO;

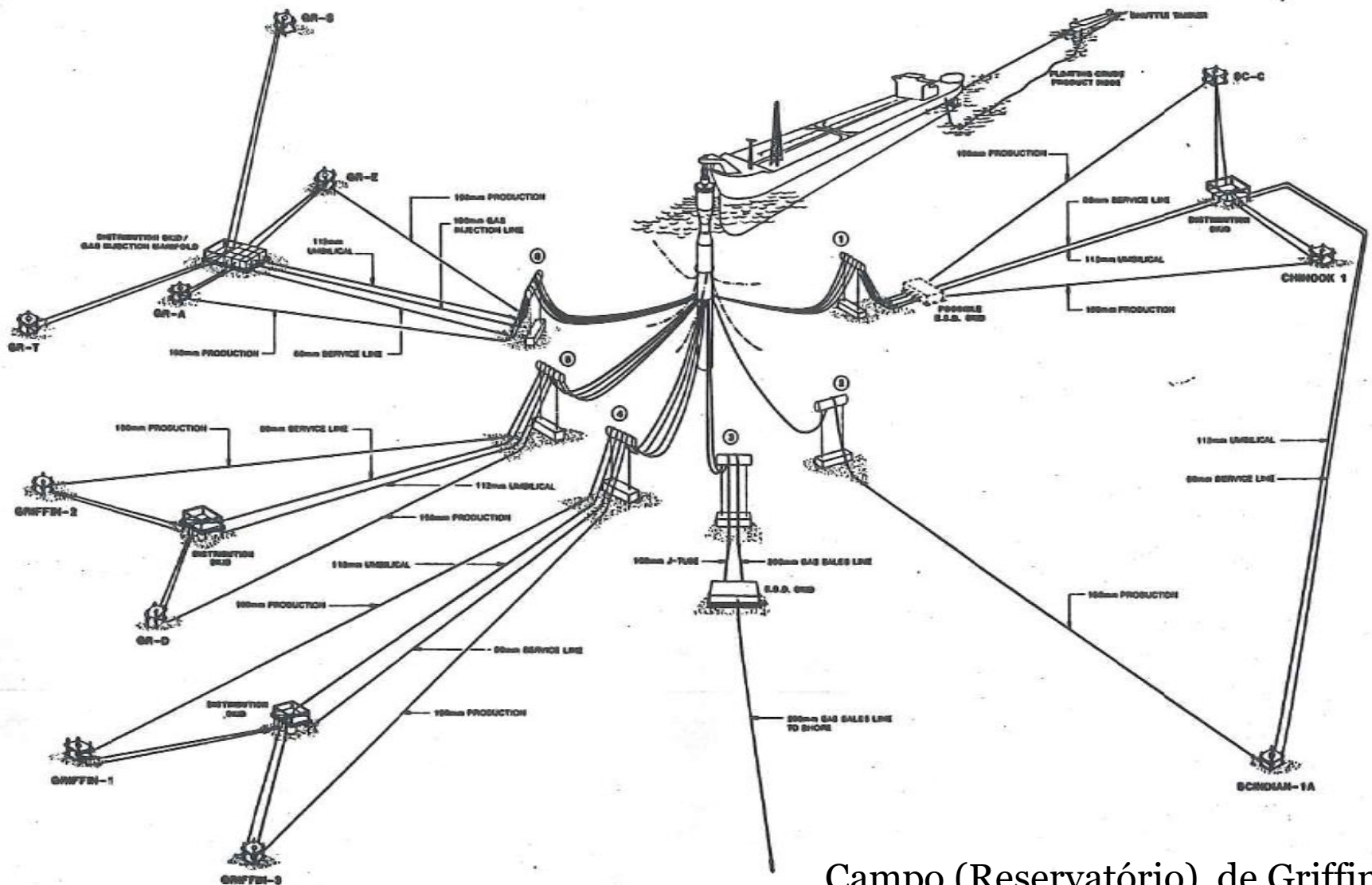


Sistema de produção offshore



Campo (Reservatório) de Jabiru

Sistema de produção offshore

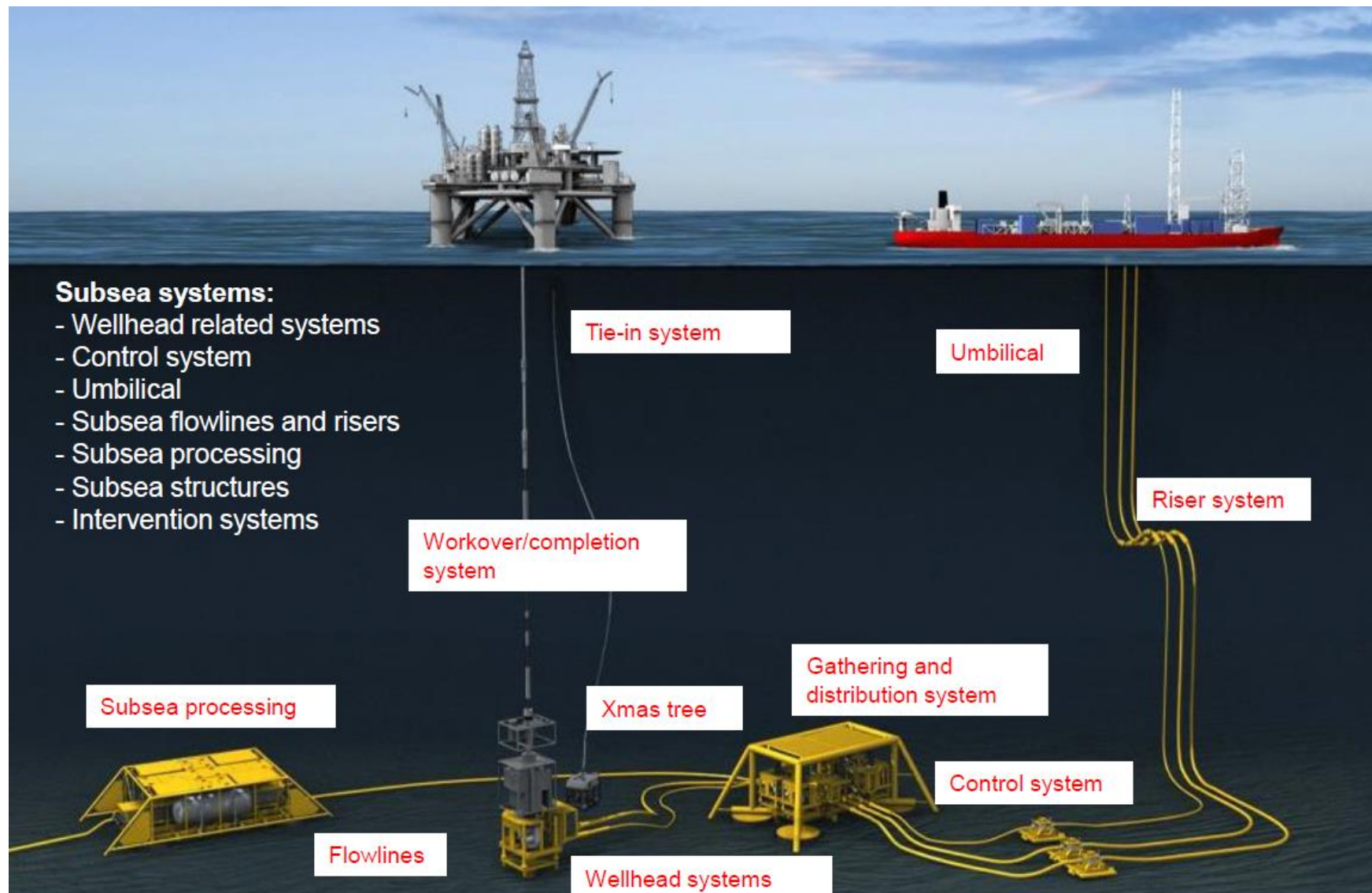


Campo (Reservatório) de Griffin

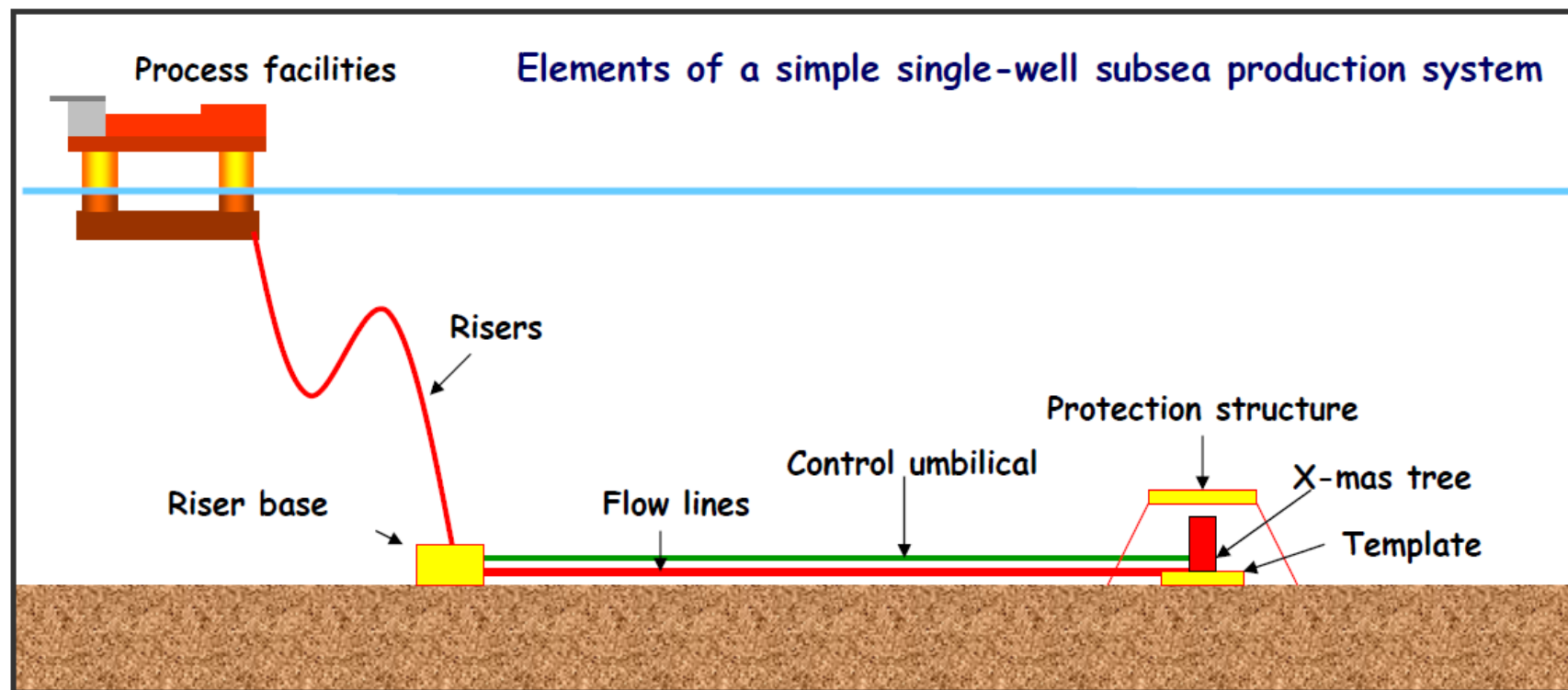
Elementos do Sistema de Produção Oceânico

- Principais sistemas (componentes) sistema de produção offshore:
 - Plataforma – Suporte planta de produção;
 - Sistema de Ancoragem
 - Risers;
 - Injeção (petróleo/gás/água/...);
 - Umbilicais – Controle e monitoração;
 - Transmissão imagens/sinais - fibra ótica;
 - Linhas de controle hidráulicas;
 - Fornecimento de energia (ROVs)
 - Flowlines;
 - Exportação de óleo / gás (offloading produção);
 - Oleodutos & Gasodutos;
 - Mangotes flutuantes;
 - Serviço
 - Controle poço – Wellhead & Christmas tree;
 - Controle de válvulas (*Manifolds*);
 - Complementares / Auxiliares; Equipamentos Subsea

Elementos Sistema Submarino



Elementos Sistema Submarino

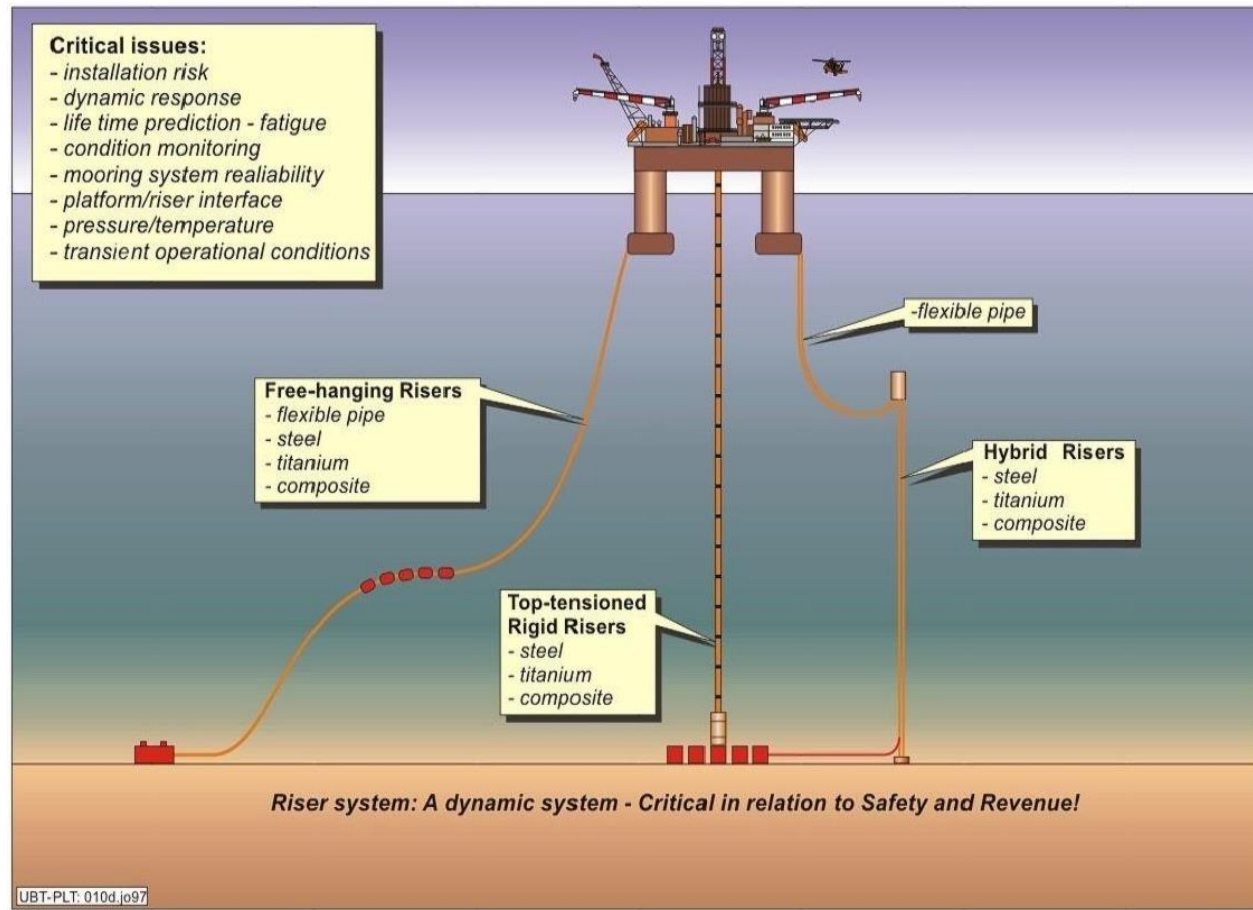


Interface Plataforma / Solo Marinho - **Risers**

- Sistema produção offshore $\Rightarrow$ Componente: + importante / +complexo;
 - Conexão plataforma-solo: Conduzir fluidos, ambas direções;
- Características/fatores projeto:
 - Simplicidade, fácil utilização, flexibilidade e componentes largamente testados;
 - Diferentes arranjos: Tubo único, conjunto de tubos agredados;
- Requisitos projeto: Características reservatório e outros fatores como:
 - Volume / número de linhas de produção;
 - Complexidade do arranjo submerso;
 - Requisitos secundários recuperação reservatório;
 - Capacidade perfuração/manutenção plataforma;
 - Requisitos de instalação, manutenção e reparo;
- Usualmente, cinco diferentes tipos:
 - Riser de produção , riser de perfuração , riser de trabalho (“workover”) , riser de controle (“wireline riser”) e riser de exportação;

Risers – Sistemas

- Dois tipos básicos: Risers Rígidos e Risers Flexíveis;

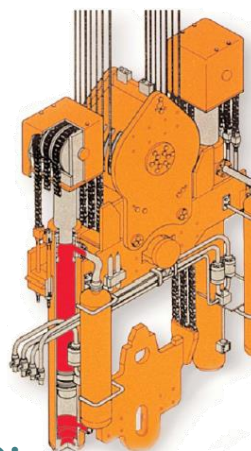
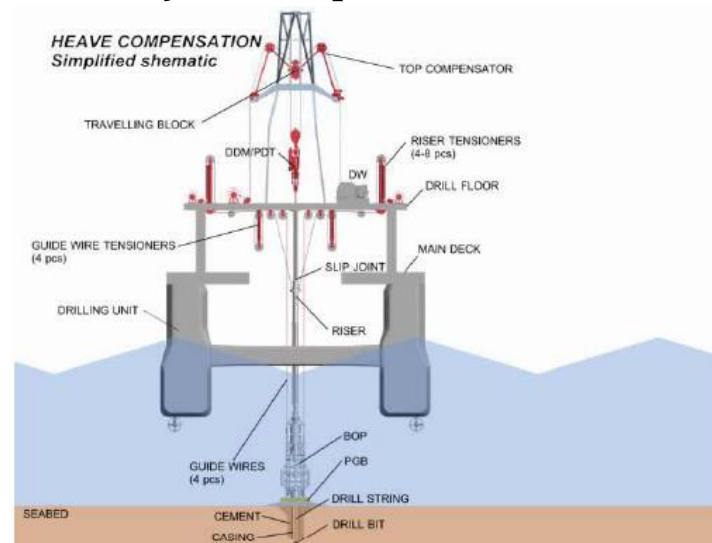


- Águas profundas – Redução custos $\Rightarrow$ Desenvolvendo/emprego *riser* rígidos em catenária (Steel Catenary Riser - **SCR**);

Riser Rígido

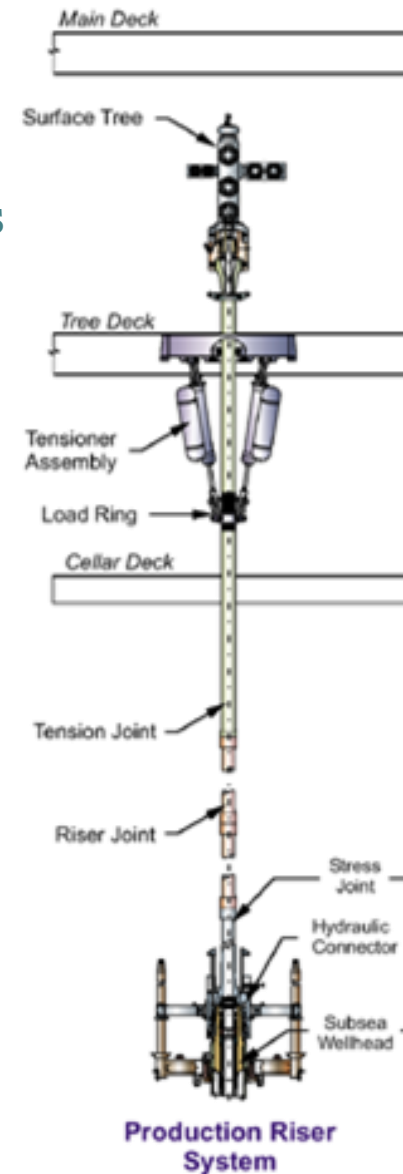
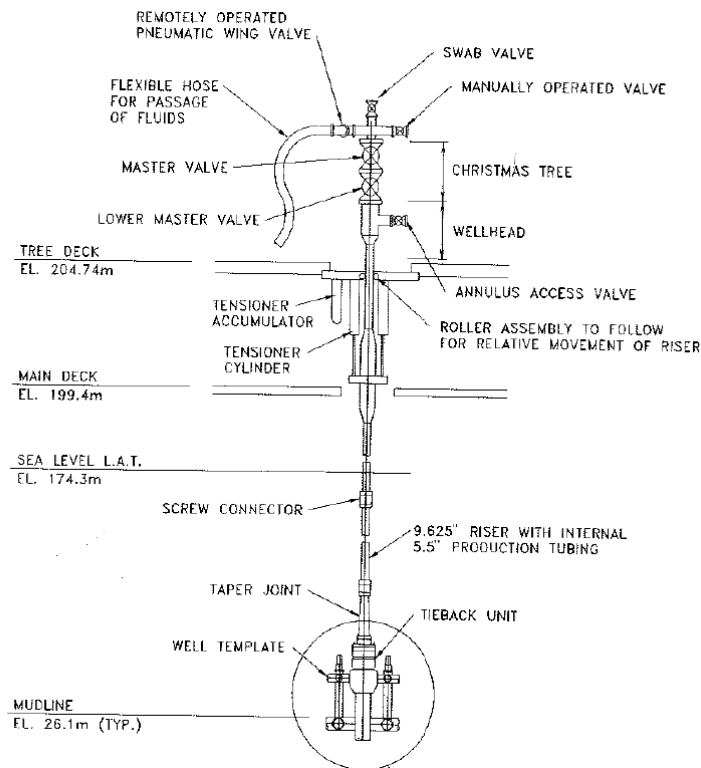
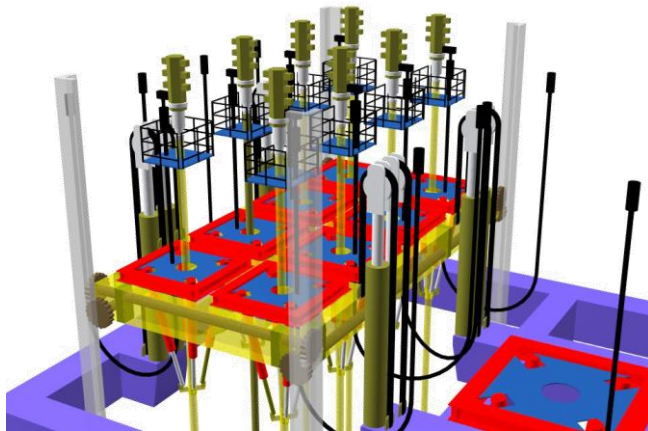
- Usos: Produção de hidrocarbonetos e gás, **perfuração**, transporte, *gas lift*, injeção de água e ácidos, inibidores de corrosão;
- **Tensionados** $\Rightarrow$ Extremidade superior conectada tensionador/compensador movimento, extremidade inferior fixada junta flexível universal;
- Vantagens:
 - Estrutura simples $\Rightarrow$ Facilidade inspeção;
 - Menores restrições de temperatura (comparado flexível);
 - Maior resistência à pressão;
 - Custo muito inferior (flexível);
- Desvantagens:
 - Pouca flexibilidade movimentos;
 - Dificuldade de transporte e instalação;

Perfuração – Compensador Movimentos



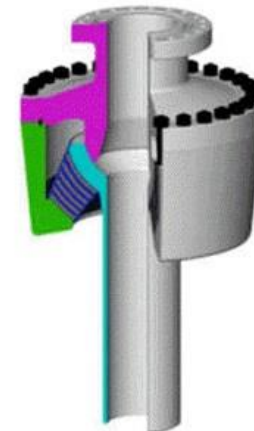
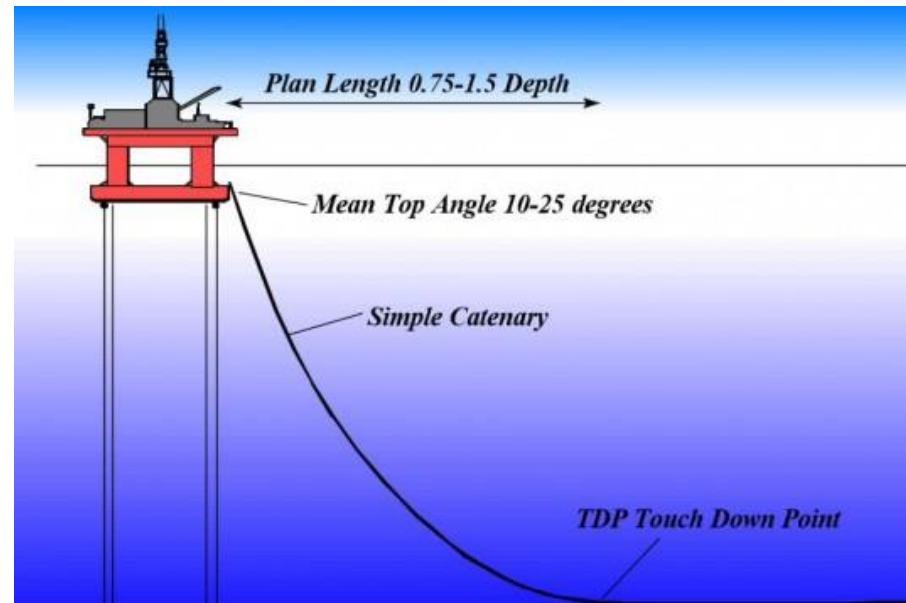
Riser Rígido

- TTR (Top Tensioned Riser);
- Vantagens:
 - Configuração simples;
 - **TDP eliminado;**
 - Acesso direto flutuante;
 - Facilidade workover;
- Desvantagens:
 - Restrição **offset** plataforma;
 - Complexidade compensadores movimento;



Riser Rígido – Steel Catenary Riser – SCR

- Flex Joint $\Rightarrow$ Extremidade superior
- Vantagens:
 - Sem restrição de profundidade;
 - Facilidade inspeção;
 - Custo muito inferior (flexível);
- Desvantagens:
 - Mínima flexibilidade a movimentos

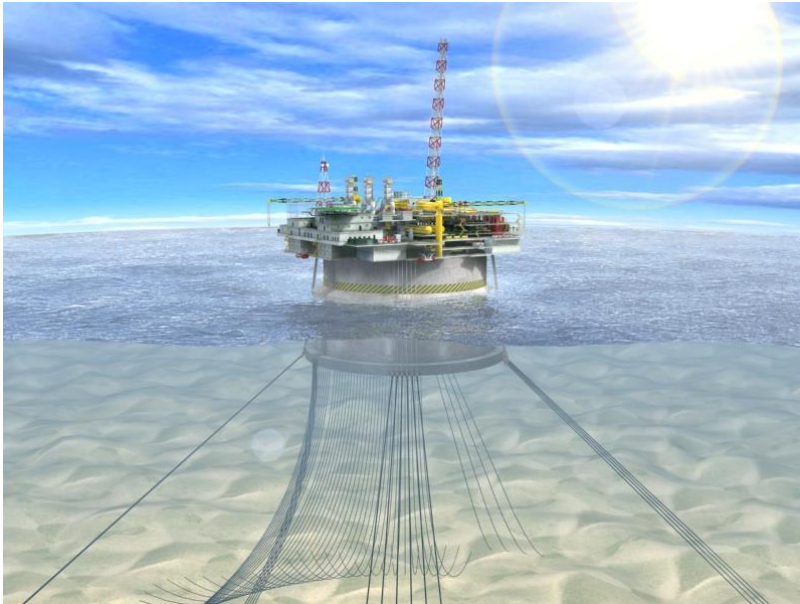


Riser Flexível

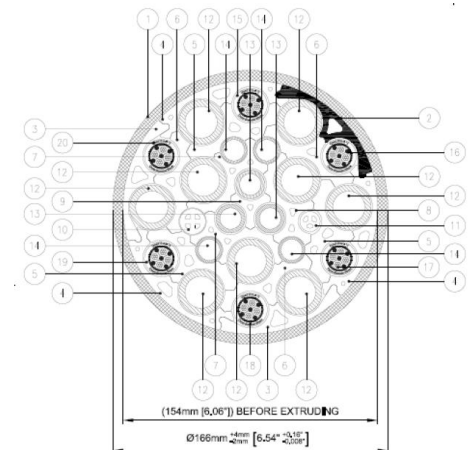
- Usos: Produção de hidrocarbonetos, conexão planta processo – *pipelines*, injeção gás, injeção líquidos (água, ácidos (HCl, acético, fórmico, etc.)), inibidores de corrosão;
- Sistema: Próprio *riser*, sistema de conexão/desconexão rápido, redutor flexão, elemento de ancoragem e proteção (“steel outerwrap”);
- Vantagens:
 - Complacência elevados níveis movimento;
 - Maior número configurações possíveis;
 - Maior facilidade instalação;
 - Menor impacto projeto plataforma;
 - Não necessidade retirar *riser* em más condições de tempo;
 - Não necessita junta extremidade submersa;
 - Excelente resistência à corrosão;
- Desvantagens:
 - Restrição profundidade;
 - Custo bastante elevado
⇒ Configuração e arranjo:
Cuidadosamente analisadas,
minimizar comprimento total;
 - Estrutura extremamente complexa
⇒ Dificuldades inspeção;
 - Falha seção provoca perda riser;
 - Maiores restrições temperatura (comparado rígido);

Riser Flexível

- Projeto risers flexíveis: Otimizar sistema (custo), águas profundas, diferentes configurações geométricas;



- Umbilical;



Riser Flexível

- Estrutura constituinte;

Carcass (Flexbody™)

Prevents collapse under external hydrostatic pressure

Internal Pressure Sheath (Flexbarrier™)

Acts as the boundary for conveyed fluid

Interlocked Pressure Armour (Flexlok™)

Resists internal & external pressure in the hoop direction

Inner Layer & Outer Layer of Tensile Armour (Flextensile™)

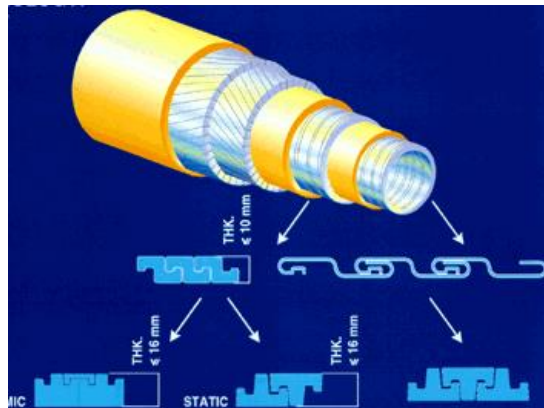
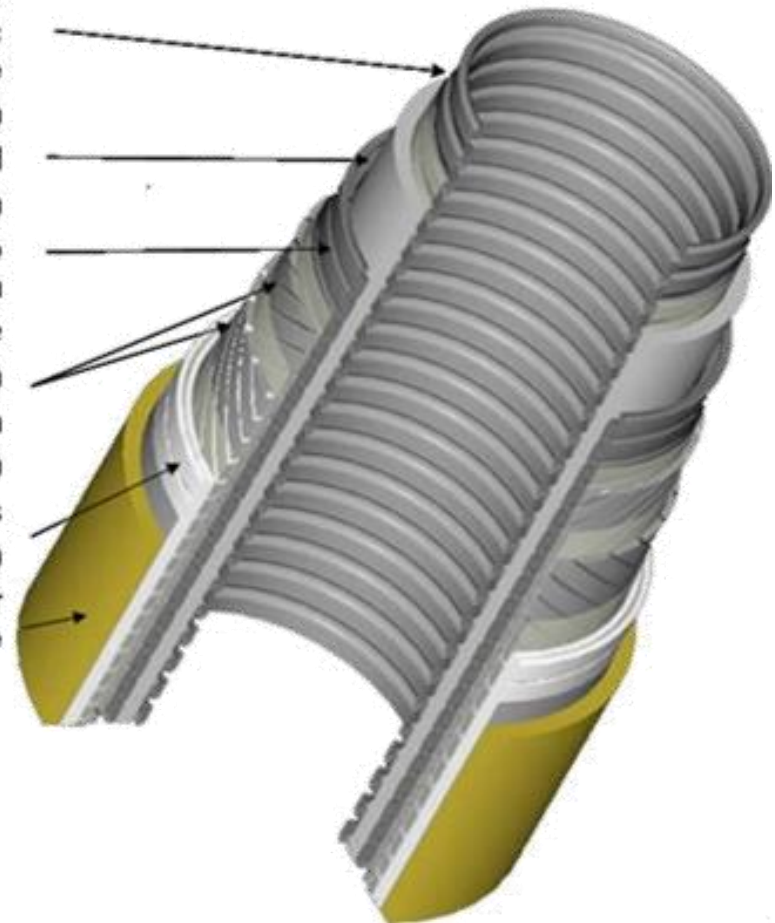
Provides both hoop and axial strength

Insulating Layer (Flexinsul™)

Protects against heat loss

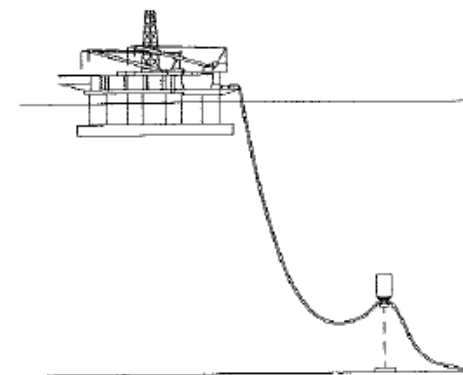
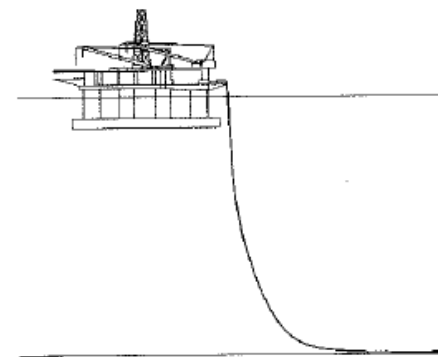
Outer Sheath (Flexshield™)

Protects against seawater ingress and other mechanical damage



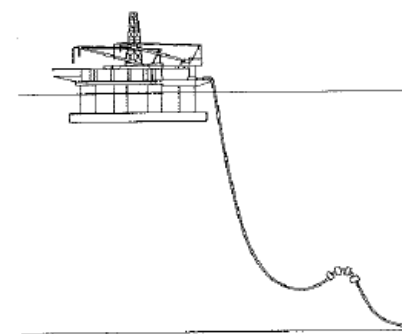
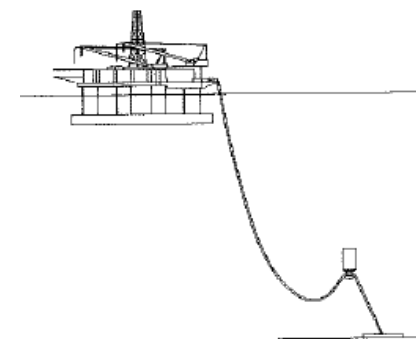
Riser Flexível - Configurações

- **Catenária direta:** Linha suspensa - Geometria resultante equilíbrio: Força axial, peso próprio e empuxo;
- Vantagens:
 - Menores custos, configuração simples, instalação muito simples e fácil conexão com pipelines;
- Desvantagens:
 - Desgaste/fadiga **TDP**, inadequado águas rasas, elevada carga de topo e forma definida poucos parâmetros;
- **Lazy S – Dupla catenária:** Elemento flutuação (bóia), ponto único, extremidade inferior (apoiada no solo – livre);
- Vantagens:
 - Configuração estável meia água, boa solução múltiplas linhas, simples conexão pipelines e menor desgaste **TDP** (comparado catenária livre);
- Desvantagens:
 - Conexão complexa solo, possibilidade instabilidade movimento *yaw* bóia, conexão solo, resistir cargas verticais;
 - Limitada águas rasas / locais grande velocidade correnteza à meia água;



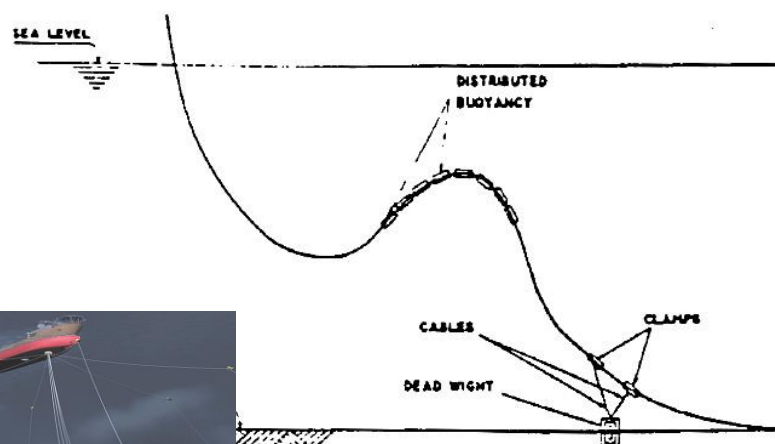
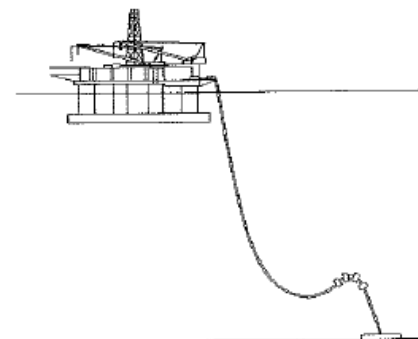
Riser Flexível - Configurações

- **Steep S**: Semelhante anterior, extremidade inferior tensionada (ângulo solo, próximo vertical);
- Vantagens:
 - *Touch Down Point (TDP) eliminado*;
- **Lazy wave** - Semelhante *Lazy S*, elemento flutuação distribuído;
- Vantagens:
 - Conexão simples solo, bem estável meia água, fácil conexão pipelines, instalação simplificada;
- Desvantagens:
 - Desgaste **TDP**: *Lazy S* < *Lazy Wave* < Catenária livre;
 - Grandes deslocamentos (condições correntes cruzadas), pouco adaptado impulsos escoamento interno, múltiplas linhas e/ou pouco espaçamento;



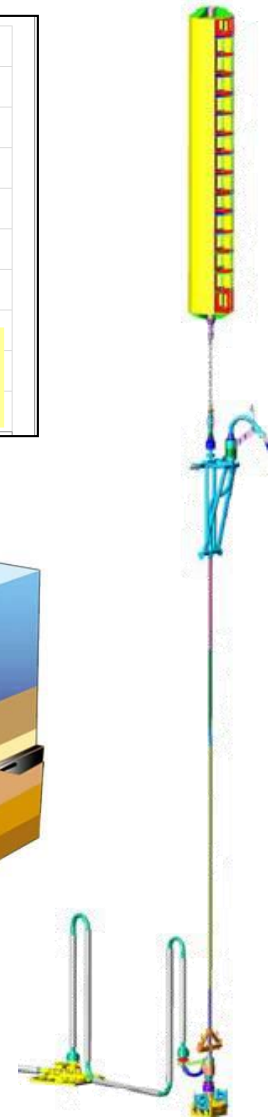
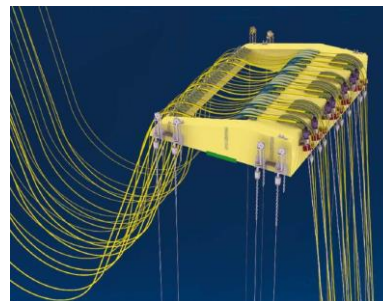
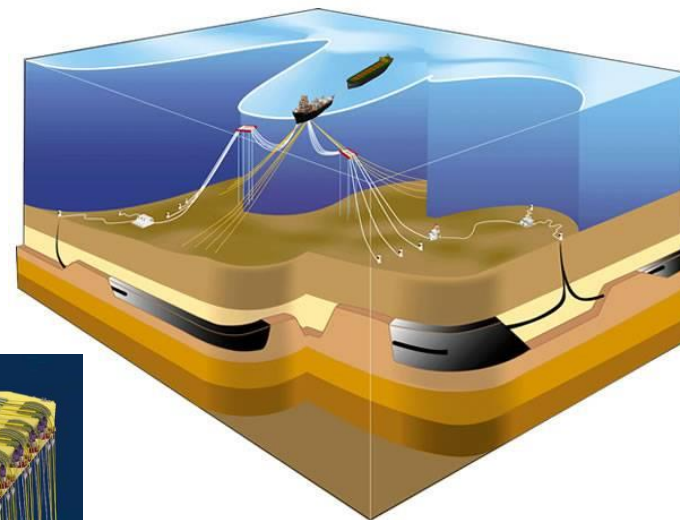
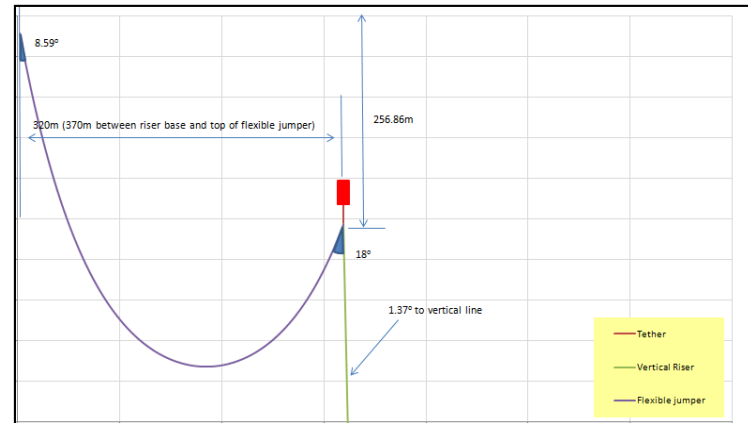
Riser Flexível - Configurações

- **Steep Wave:** Semelhante *Lazy wave*, extremidade inferior tensionada (ângulo solo próximo vertical);
- Vantagens:
 - Boa solução múltiplas linhas (uso espaçadores), TDP eliminado e estável meia água;
- Desvantagens:
 - Conexão complexa solo (deve resistir cargas verticais) e grandes deslocamentos em condições de correntes cruzadas
- **Pliant wave:** Elemento restringe movimentos plano horizontal, extremidade inferior (*lazy wave*);
- Vantagens:
 - Movimento restrito (potencial redução problemas TDP), restrição movimentos excitados correnteza;
- Desvantagens:
 - Conexão complexa região próxima solo, deve resistir cargas verticais;



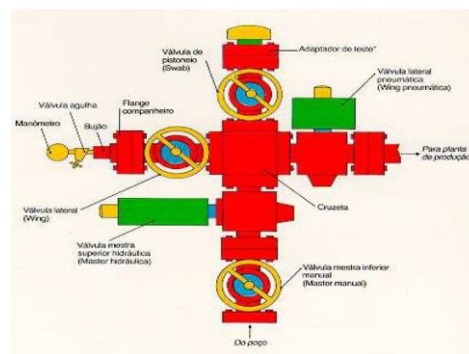
Riser Híbrido - Configurações

- FSHR – Free Standing Hybrid Riser
- Configuração BSR



Equipamentos Submarinos (Subsea)

- Indústria do petróleo: Filosofia - Tecnologia comprovada reservas *offshore* – Equipamentos/componentes secos (*dry*);
- **Completação Seca:** Menor custo operacional e maior fator recuperação poço $\Leftrightarrow$ Pouco complacente movimentos;
- Depleção reservas águas rasas/aumento reservas águas profundas $\Rightarrow$ Desenvolvimento equipamentos submersos;



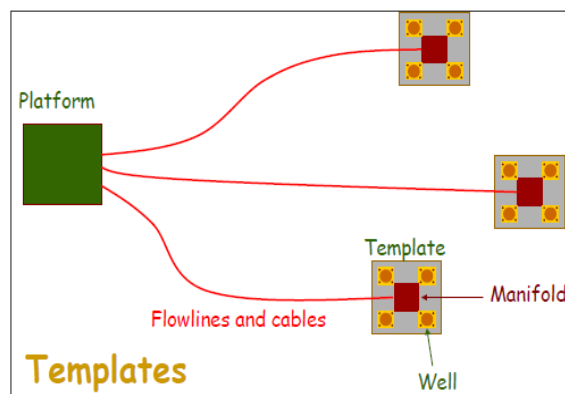
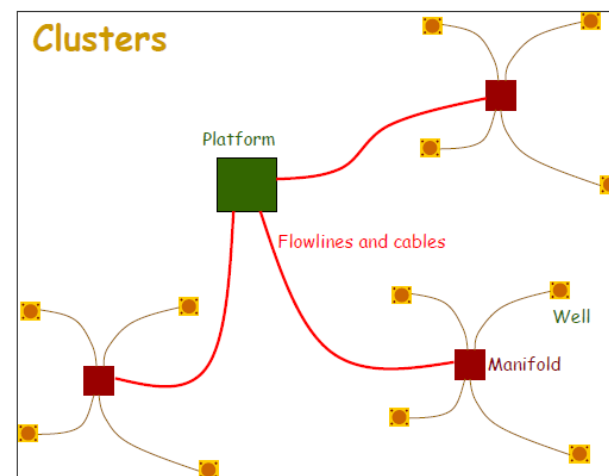
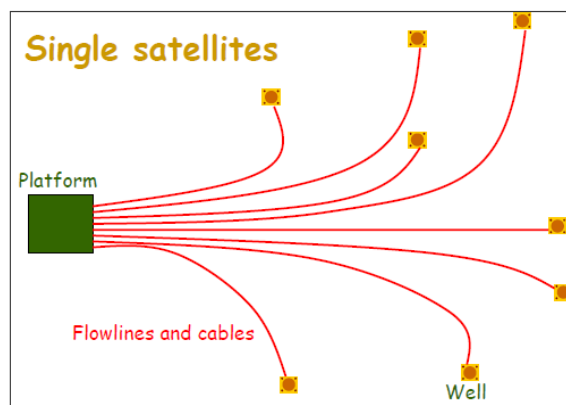
- **Completação Molhada:** Poucas restrições movimento plataforma $\Leftrightarrow$ Alta complexidade, ambientes extremos e dificuldade operações *workover*;
 - Operador desenvolver campo petrolífero fases (início exploração econômica $\Rightarrow$ entrada recursos);
 - 1ª. Instalação (1961): Campo West Cameron 192, profundidade 17m;

Equipamentos Submarinos (Subsea)

- Equipamentos submersos - **Molhados** $\Rightarrow$ Contato direto água do mar e pressões ambientais;
 - Sistema submerso $\Rightarrow$ Capacidade injeção de gás/água;
 - Desenvolvimento, separadores e bombas (*booster pumps*) submersos;
- Poços manutenção periódica, técnicas especiais:
 - TFL (“Through FlowLine”) & ROV (Substituir válvulas / módulos controle);
- Sistemas de controle, inicialmente, hidráulicos $\Rightarrow$ Aumento profundidade (resposta lenta) $\Rightarrow$ Sistemas eletro-hidráulicos;
- Equipamentos submersos, projetados $\Rightarrow$ Máxima confiabilidade & reduzida manutenção;
- Redução manutenção $\Rightarrow$ Módulos individuais facilmente retratáveis;
- Sistemas submersos (molhados) – Variedade configurações:
 - Poço satélite isolado - Cabeça de poço e árvore de natal;
 - Poços agrupados gabarito *manifold* de produção - *Manifold* agrupa vários poços e requer investimentos maiores;
 - Pequeno número de poços individuais em *cluster* (*manifold* simplificado) - Grande flexibilidade localização dos poços;

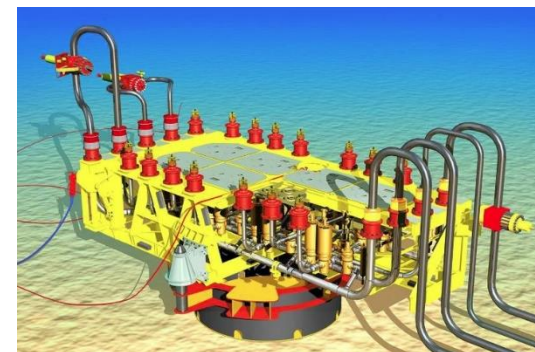
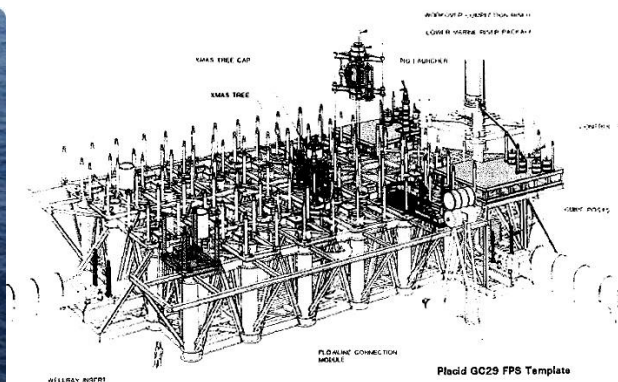
Equipamentos Submarinos (Subsea)

- Escolha disposição poços (gabarito & poços satélites) $\Rightarrow$ Função características do reservatório
 - Poços aglutinados, geralmente, perfuração direcionada;
 - Poços satélites, reservas separadas – Limitações, falta capacidade pressão (limita distância máxima permissível);



Equipamentos Submarinos (Subsea)

- Componentes básicos: gabarito (*template*), cabeça de poço (*well head*), árvore de natal (*christmas tree*), *manifold* e sistema de controle;
- *Gabarito (Template)*: Estrutura tubular, unitizada/modular, acomodar cabeças poço/árvores natal ⇒ Centraliza linhas poços e base conexão *riser*;
 - Estrutura unitária ⇒ Número de poços bem definido (*satellite*);
 - Estrutura modular ⇒ Sistema de produção, flexibilidade (*cluster*);
- *Manifold* (inclui gabarito): Conecta equipamentos produção submarina ao *riser* de produção;
- Projeto *riser* e *manifold* (equilíbrio) ⇒ Se um complexo, outro mais simples (vice-versa). Acoplamento/desacoplamento *riser* controlado sistema remoto;

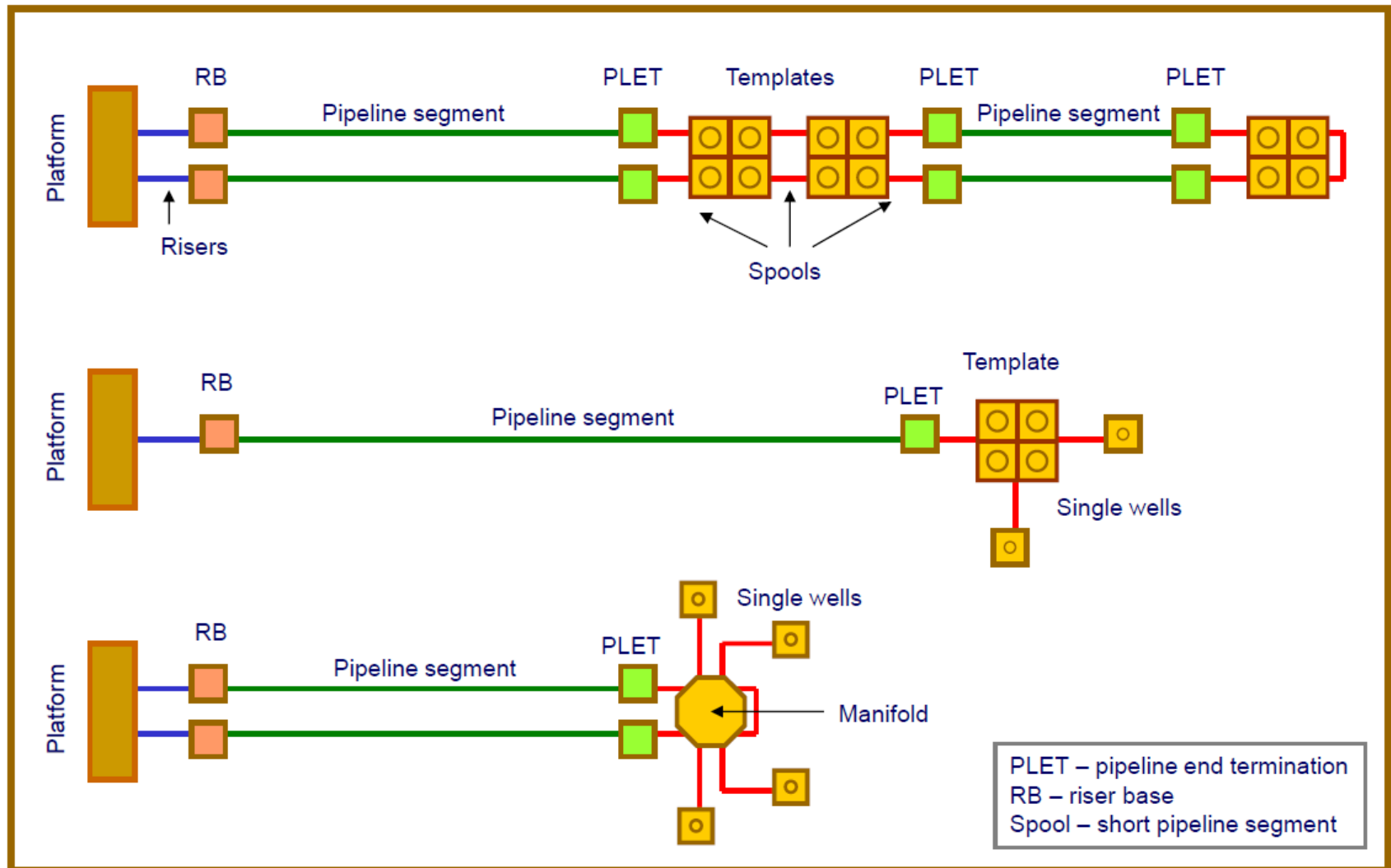


Equipamentos Submarinos (Subsea)

- **Flowline** – Dutos, conectam cabeça poço / base riser;
- Inclui diversas considerações projeto:
 - Estrutura unitária (*satellite*) vs. estrutura módulos (*cluster*) – flexibilidade;
 - Confiabilidade e *flow assurance* (hidratos, graxas, corrosão);
 - Gerenciamento/controla produção;
 - Flexibilidade tie-in, inclusão future poços;
 - Segurança (isolamento válvulas, proteção arrasto (*trawling*), queda objetos);
 - Custo equipamentos (pipelines, umbilicais, ...), operações marítimas de instalação, e operacionais (inspeção, manutenção e reparo);
- Projeto completo *flowline*, diferentes estruturas submarinas como:
 - Base riser;
 - Pipeline end terminations (PLET) & pipeline end manifolds (PLEM);
 - Estruturas de proteção;
 - Jumper, spools;
 - Etc.;

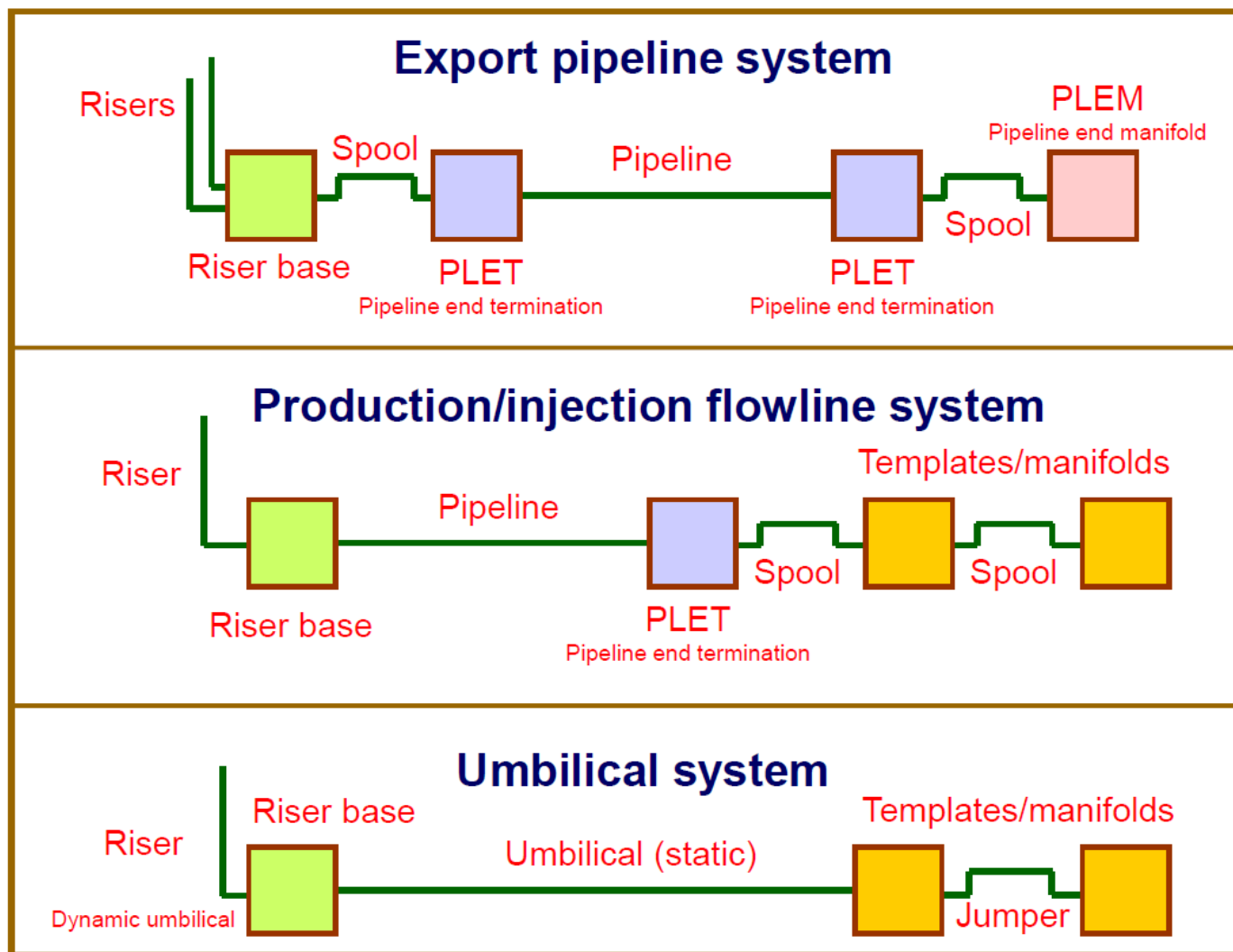
Equipamentos Submarinos (Subsea)

- Exemplos - Diagramas esquemáticos



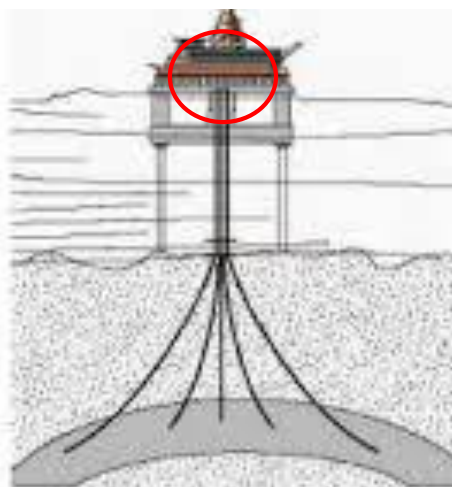
Equipamentos Submarinos (Subsea)

- Exemplos - Diagramas esquemáticos

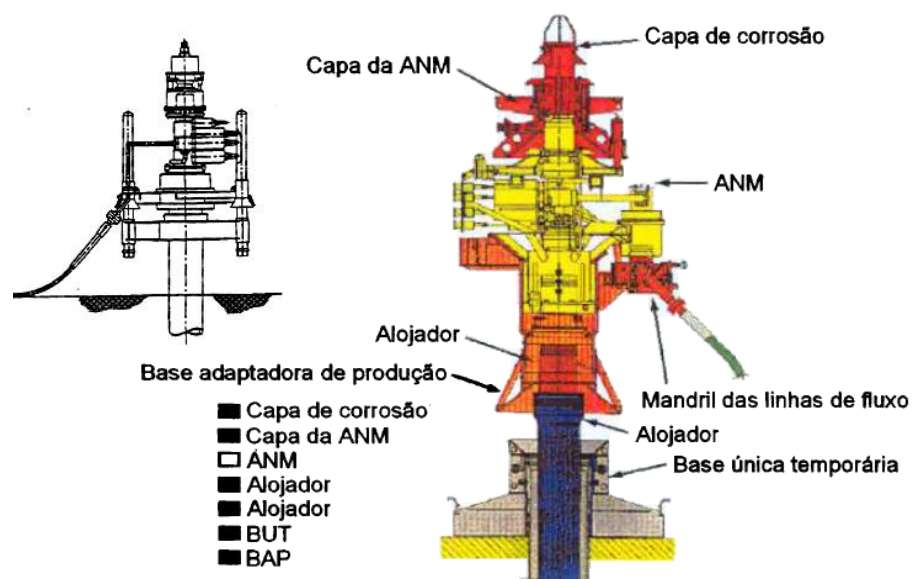
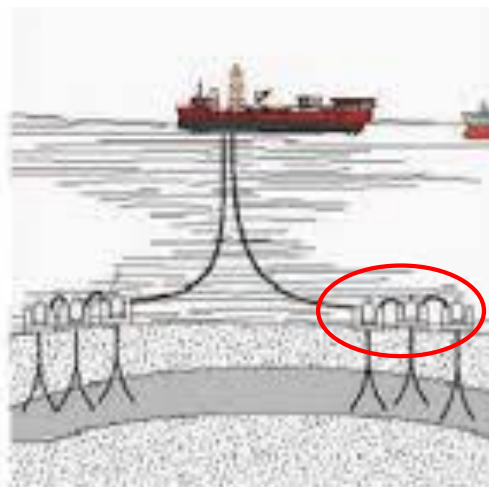


Árvore de Natal – Molhada e Seca

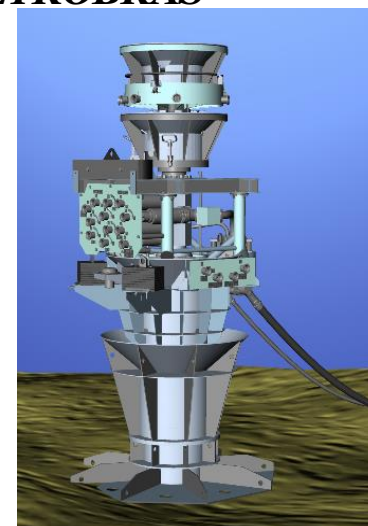
Dry tree system



Wet tree system



OPERAÇÃO: ATÉ 1.000 m LDA
PROJETO PETROBRAS



Processamento Submarino

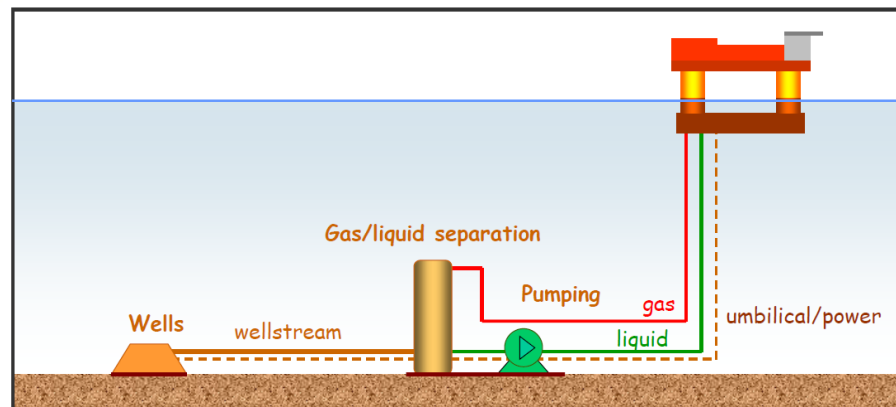
- Qualquer tratamento de fluido realizado superfície/abaixo solo marinho;

- **Separation**

- Mixing
- Cooling
- Heating
- Filtering

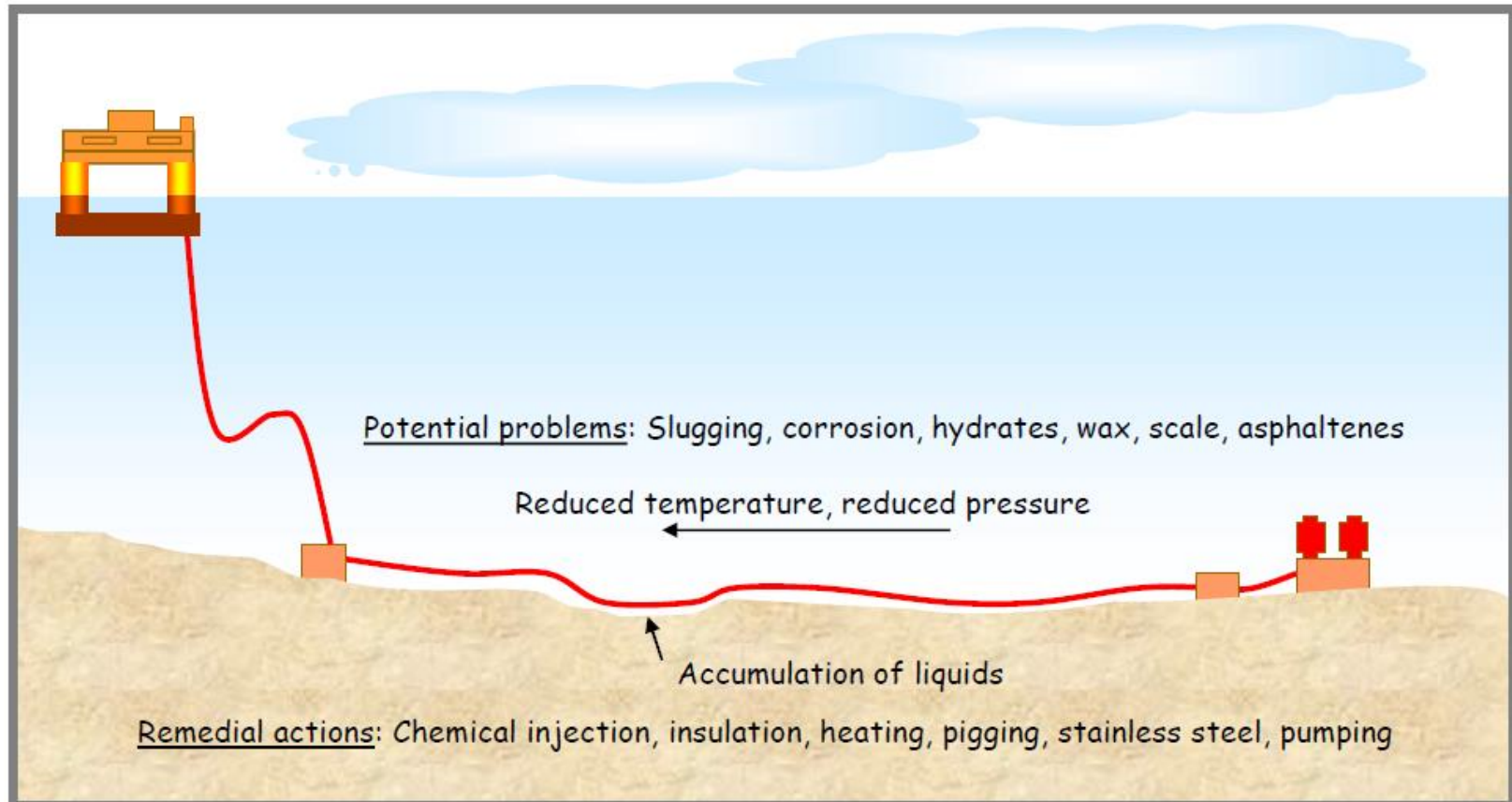
- **Pumping (liquids, multiphase)**

- **Compression (gas)**
- Raw seawater injection
- De-hydration
- Chemical injection



Flow Assurance

- Transporte simultâneo, ininterrupto e seguro de óleo, gás e/ou água, reservatório para instalação de processamento;
- Problemas:

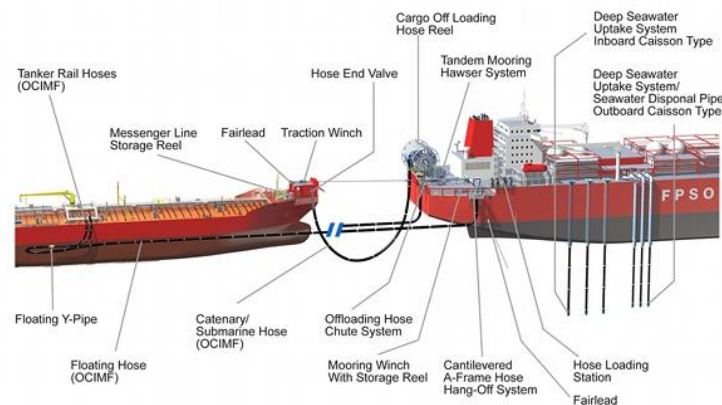
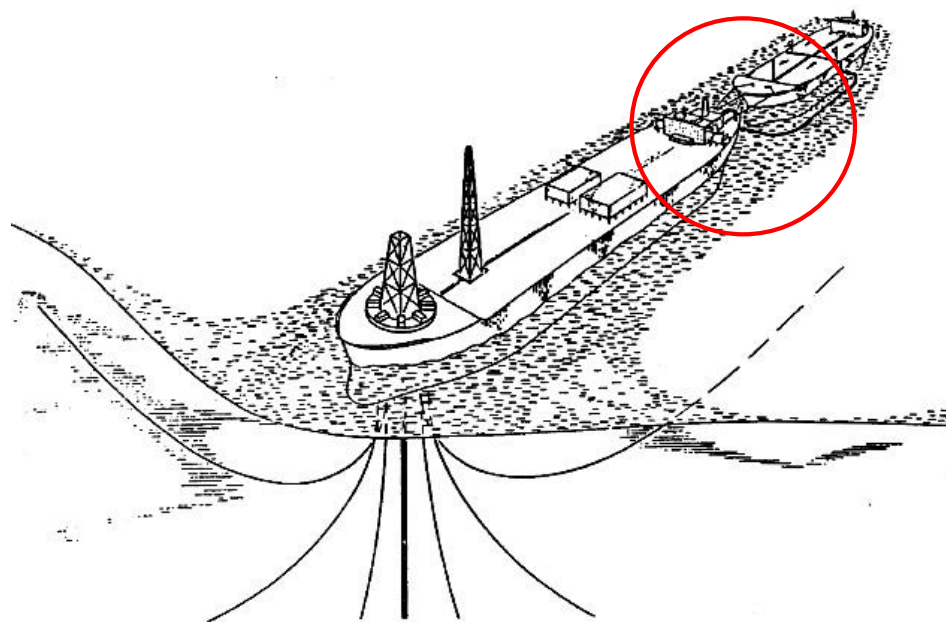


Sistemas de alívio - *Offloading*

- Ambiente, impossível atracar, ponto *offloading* $\Rightarrow$ Suspensão produção;
- Características reservatório, restringir operação $\Rightarrow$ *buffer* (capacidade local armazenamento) $\Rightarrow$ Reduz suspensão produção (***down time***);
- Projeto sistema armazenamento: Condições ambientais e características sistema de exportação $\Rightarrow$ Influência significativa;
- Principais parâmetros são:
 - Persistência e intervalo tempestade;
 - Vazão de óleo;
 - Distância campo petrolífero - porto de descarga;
 - Velocidade, número e capacidade da embarcação;
 - Eficiência equipamentos de descarga;
 - Manutenção sistema de descarga;
- **Oleoduto Submerso**: Reservatório próximo costa / existência sistema (com capacidade ociosa - nova construção);
- Navio aliviador (***shuttle tanker***): Usual, excedente navios tanques
 - Excelente capacidade de estocagem $\Leftrightarrow$ Sensível condições ambientais;

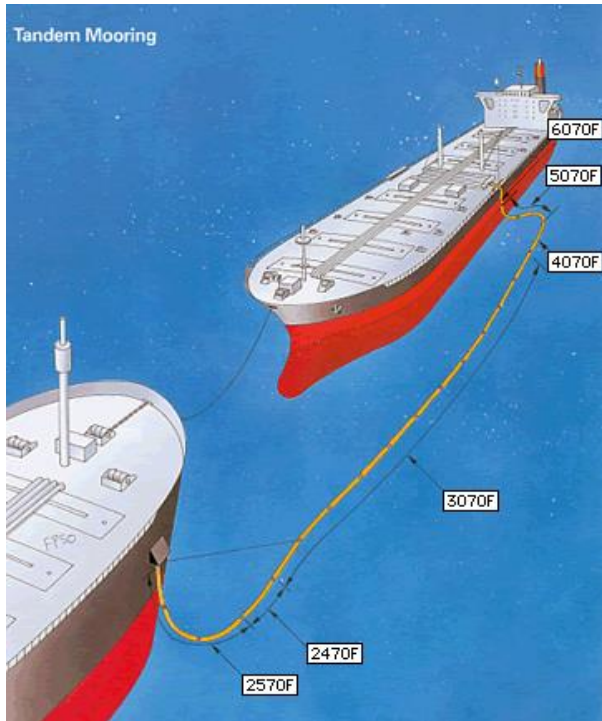
Sistemas de alívio - *Offloading*

- Projeto: Terminal transferência (*offloading*), projeto - Ocupação 100% e acesso contínuo $\Rightarrow$ Requisitos:
 - Armazenagem, condições ambientais (profundidade & meio ambiente), características reservatório e óleo (vazão, tipo produto e pressões operacionais) e forças impostas transferência/transbordo;



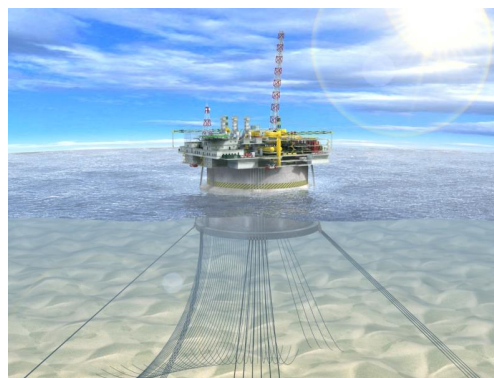
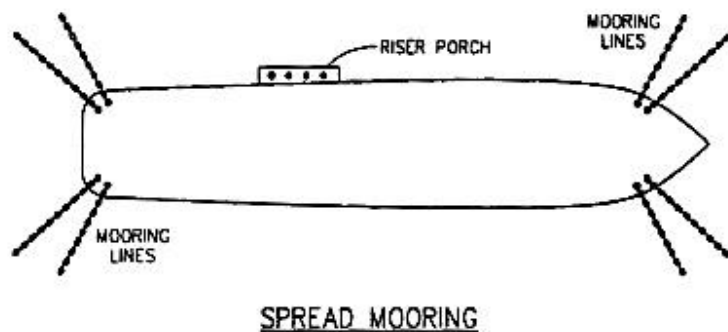
Sistemas de alívio - *Offloading*

- Mangotes



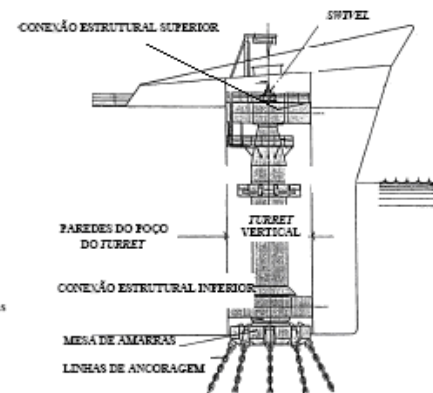
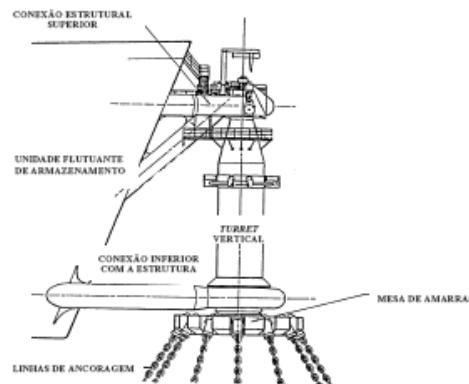
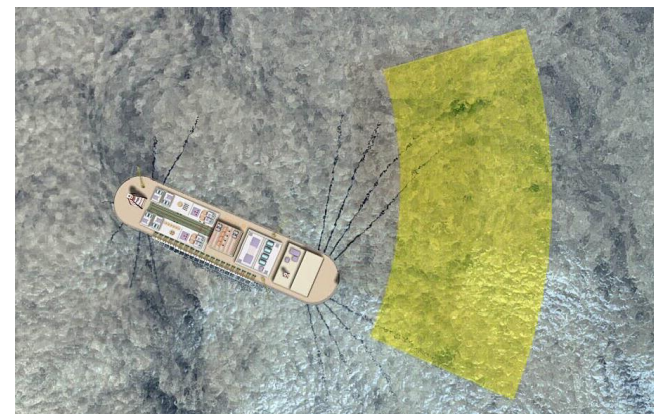
Sistemas de Ancoragem

- Função básica $\Rightarrow$ Manutenção posição $\Rightarrow$ Operação segura, vida útil sistema de produção;
- Forças ambientais, caráter aleatório (intensidade, direção e sentido) $\Rightarrow$ Restringir movimentos horizontais qualquer direção;
 - Características ambientais, comportamento dinâmico unidade de produção e restrições arranjo submerso $\Rightarrow$ Diferentes padrões sistema de ancoragem;
 - Elementos: Cabos de aço, poliéster e amarras/correntes, terminações e conexões, sistema de ancoragem e bóias;
- Configuração:
 - Águas rasas $\Rightarrow$ Amarras em catenária (aço e corrente);
 - Profundidade aumenta $\Rightarrow$ peso próprio aumenta $\Rightarrow \uparrow$ curvatura $\Rightarrow \downarrow$ capacidade de restauração (componente horizontal) $\downarrow$;
 - Solução: Aumento pré-tensão $\Leftrightarrow$ Tensão máx. adm atingida + rapidamente;



Sistemas de Ancoragem

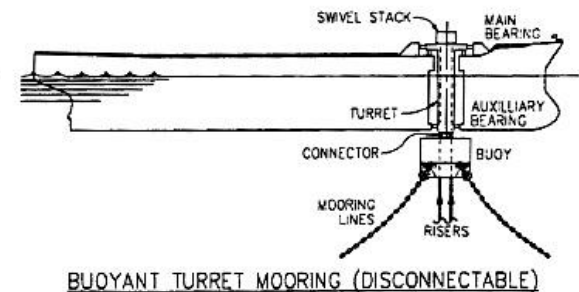
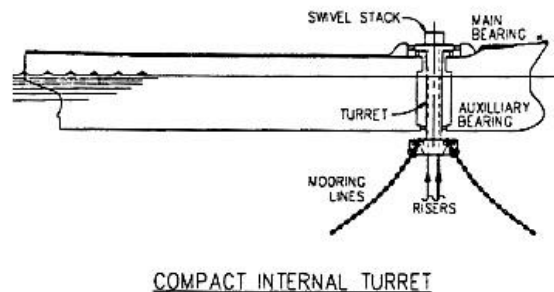
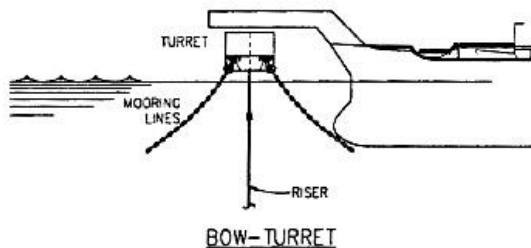
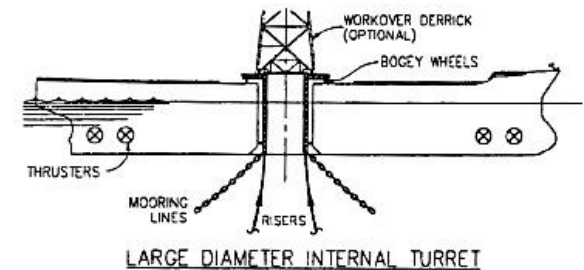
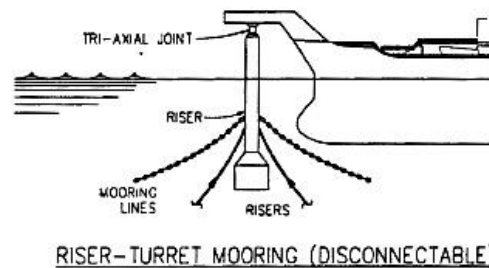
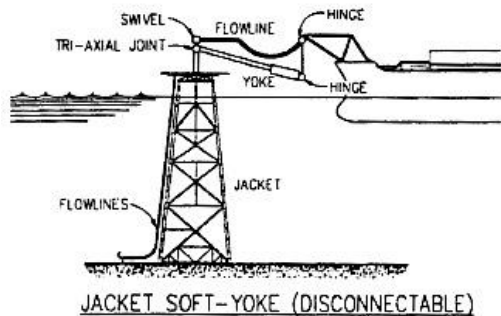
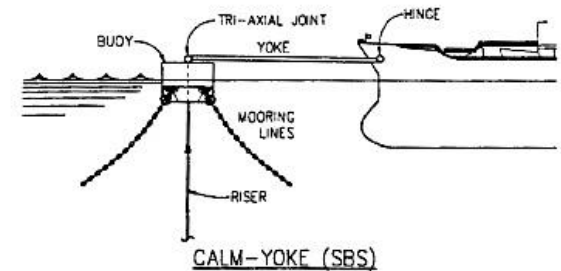
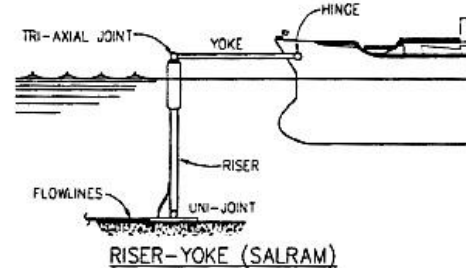
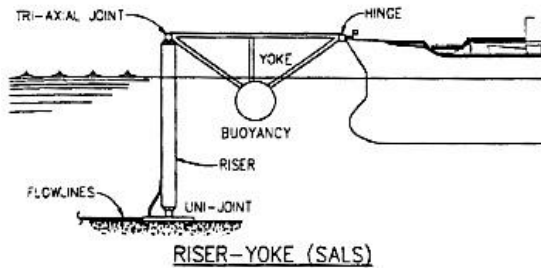
- Projeto amarração águas profundas: + complexos, soluções não convencionais;
 - Fibras sintéticas (aramid, polyester, etc.) e sistema *taut-leg*;
- Sistema pontos múltiplos - **DICAS** (*Differentiated Complacent Anchoring System*);
 - Vantagens:
 - Aproamento parcial condições ambientais;
 - Redução movimentos *roll* embarcação;
 - Desvantagens:
 - *Offset* elevado (comparado *taut-leg*);
 - Carga no topo;
- *Turret*;



Sistemas de Ancoragem

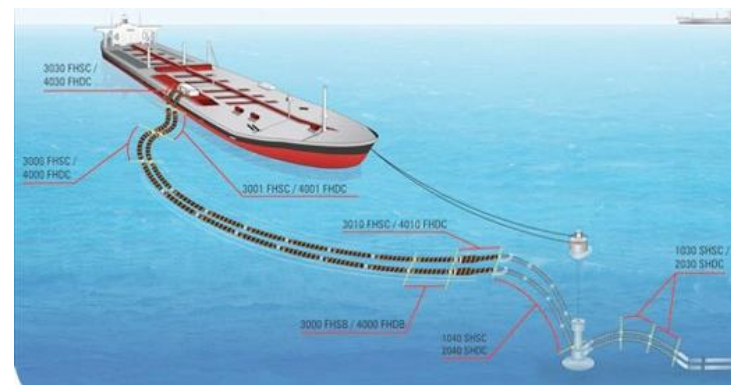
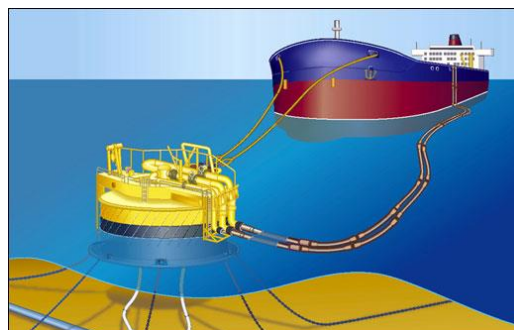
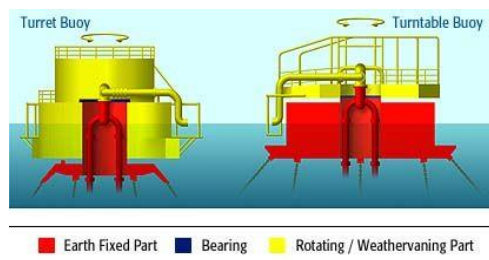
52

- Turret & configurações terminais;*



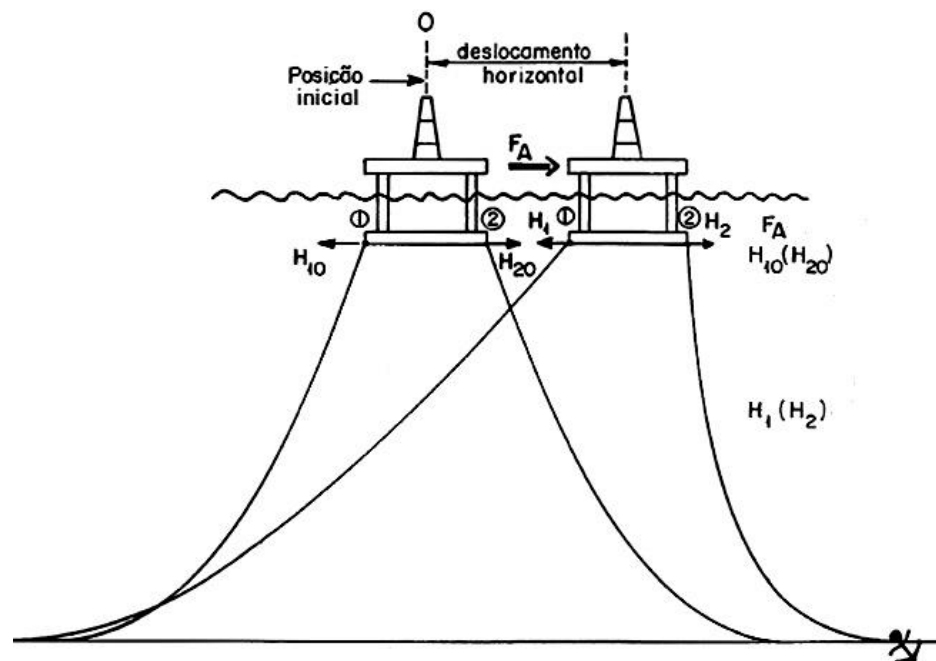
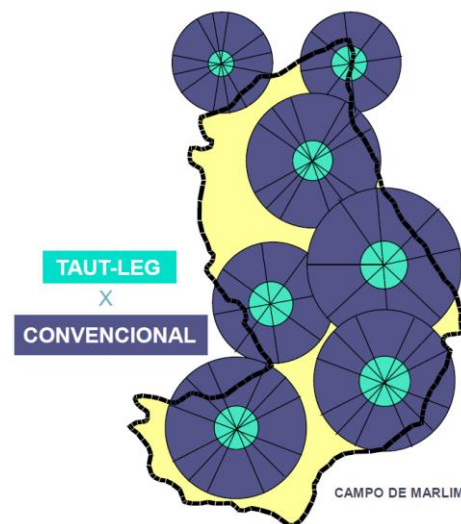
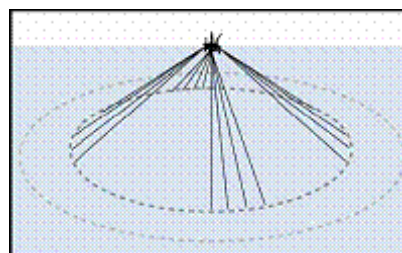
Sistemas de Ancoragem

- *Turret & configurações terminais;*
 - **Sistemas:**
 - CALM (*Catenary Anchor Leg Mooring*): Bóia circular, posição - amarras em catenária, mangueiras flexíveis;
 - SALM (*Single Anchor Leg Mooring*) - Unidade cilíndrica (perna) ligada ao fundo, transferência unidade de distribuição submersa;
 - Conexão terminal & tubulação submersa (*Pipeline End Manifold*);
 - Ligação navio aliviador: Cabos atracação (*hawser*) & Mangueiras flexíveis ou braço rígido (*yoke*);
 - Elementos básicos: Cabos atracação (*hawser*), bóia flutuante, *swivel* & junta em U, riser (amarras/rígido), mangueiras;



Sistemas de Ancoragem

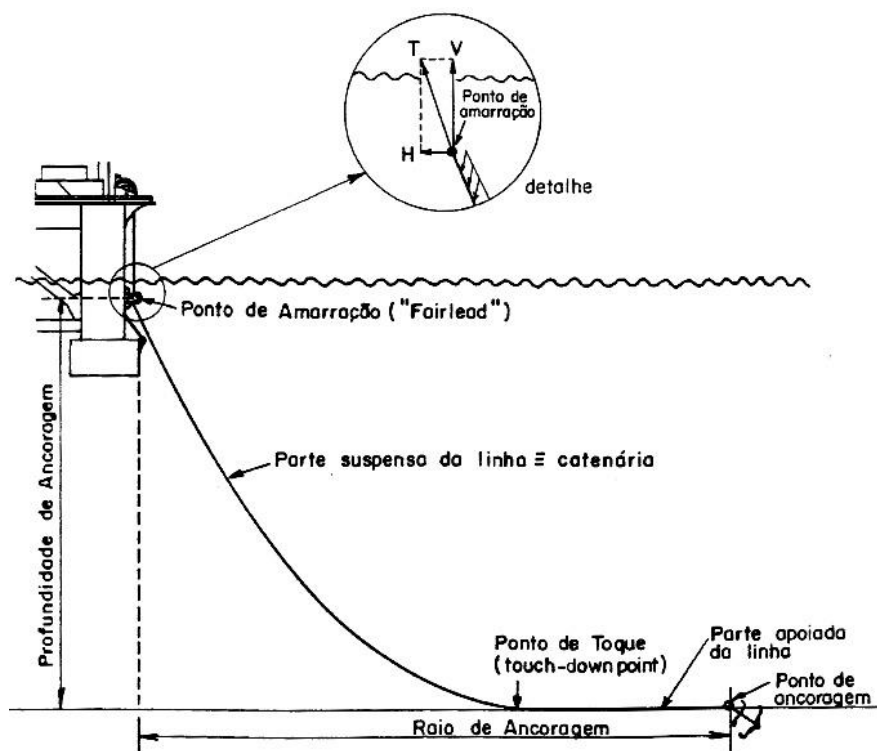
- Sistema *Taut-Leg*:
 - Vantagens
 - Redução offset ($\Leftrightarrow$ catenária simples);
 - Redução área interferência submarina;
 - Desvantagens:
 - Carga vertical âncora & topo;



- Projeto sistema ancoragem:
 - Máxima condição carregamento ambiental $\Rightarrow$ Período retorno 100 anos e + severa probabilidade conjunta (vento, ondas e correnteza);
 - Sistema de produção $\Rightarrow$ Confiabilidade/Redundância;
 - Análise capacidade sistema: Tensões extremas cabo e tensões fadiga.

Sistemas de Ancoragem

- Configurações $\Rightarrow$ Ponto de fixação: único vs. múltiplos (*spread mooring system*);
- Definições geométricas:

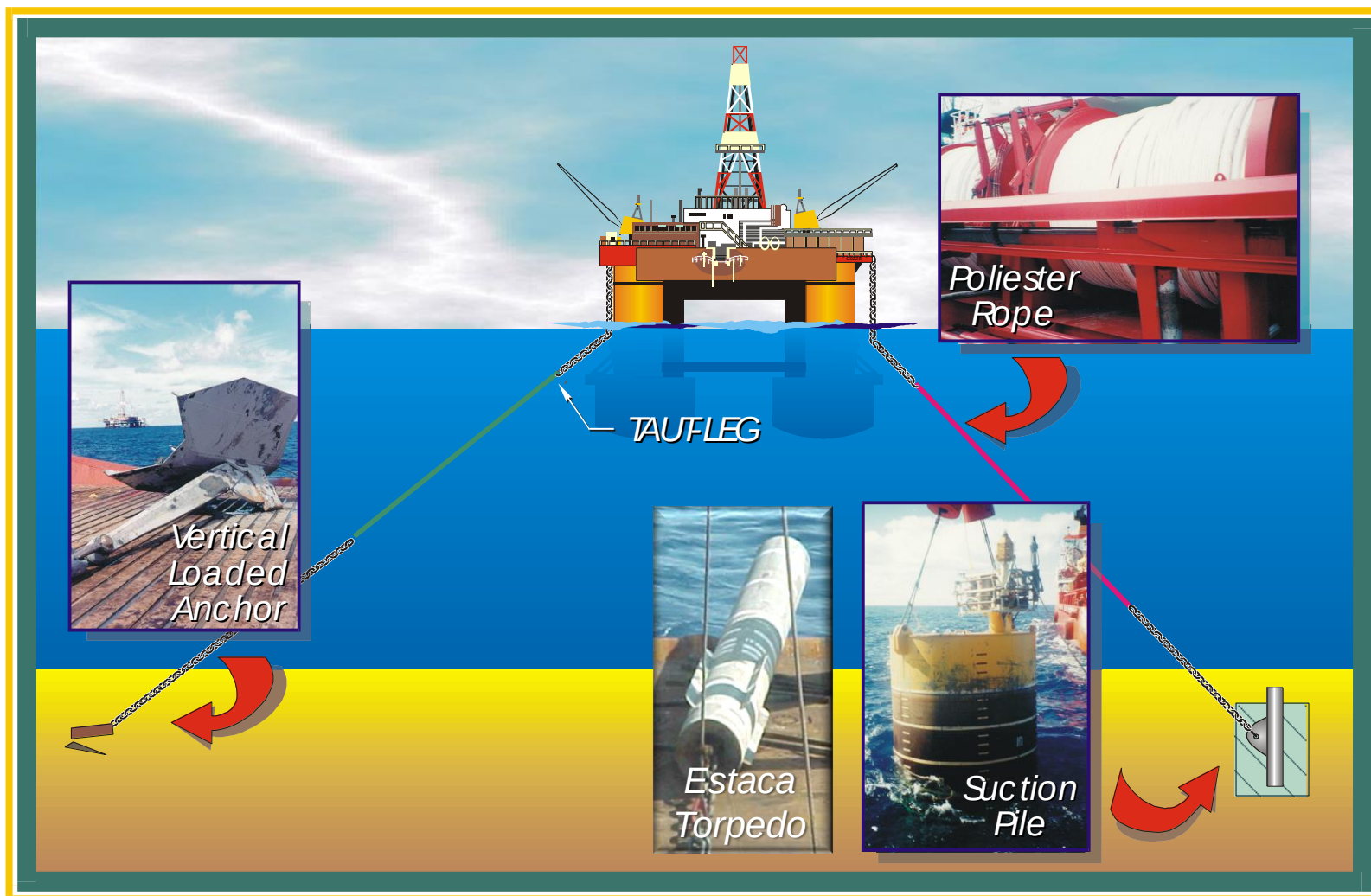


Configuração Geométrica de uma Linha de Amarração.

- Requisitos de projeto:
 - Raio *offset* (*watch circle*). Dimensões amarras e equipamentos (plataforma) $\Rightarrow$ Custos;
 - Procedimento de instalação: Contratação embarcações especiais (embarcações guincho, AHTS (/DP));
 - Características solo: Fixação amarras – Âncoras (gravidade, de arrasto *drag* *embedment anchors* ou estacas (estaca torpedo);
 - Região de abrasão (*dip-zone*): Parte inferior, obrigatoriamente correntes (uso minimizado $\Rightarrow$ peso e custo);

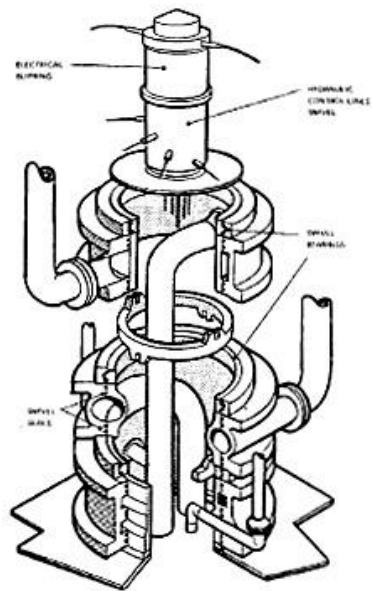
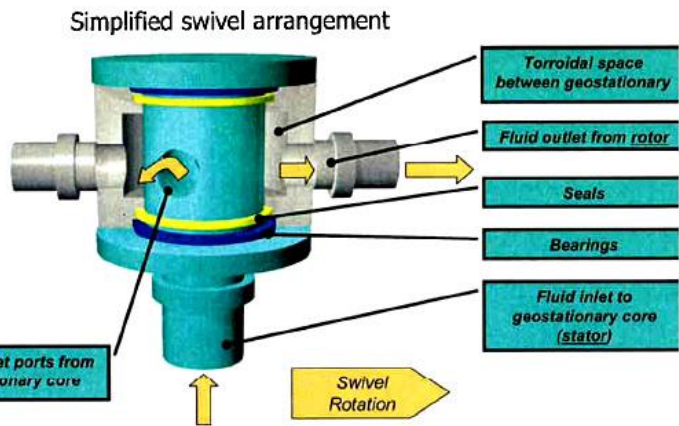
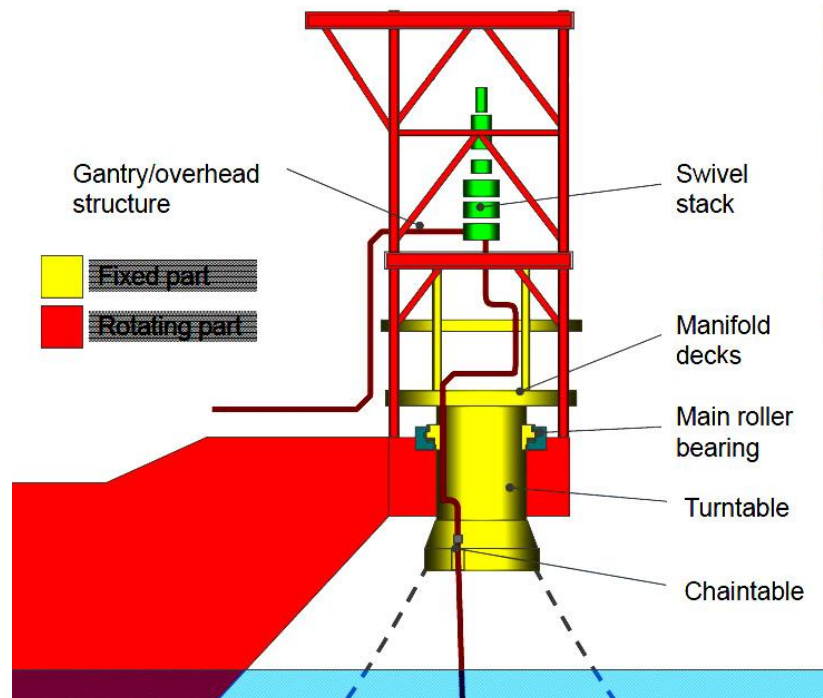
Sistemas de Ancoragem

- Tipos de âncoras:



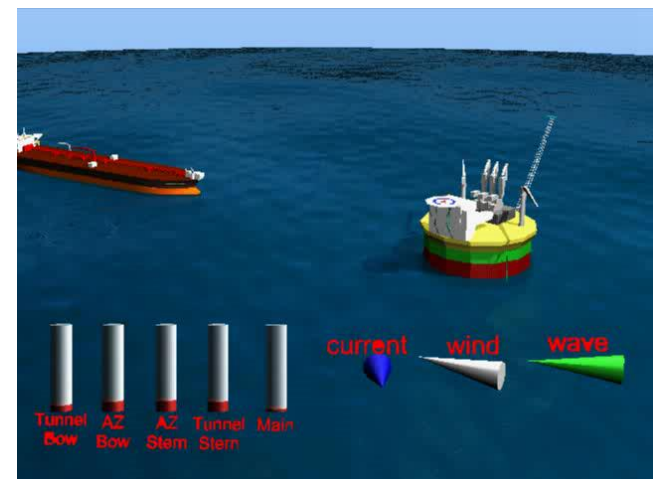
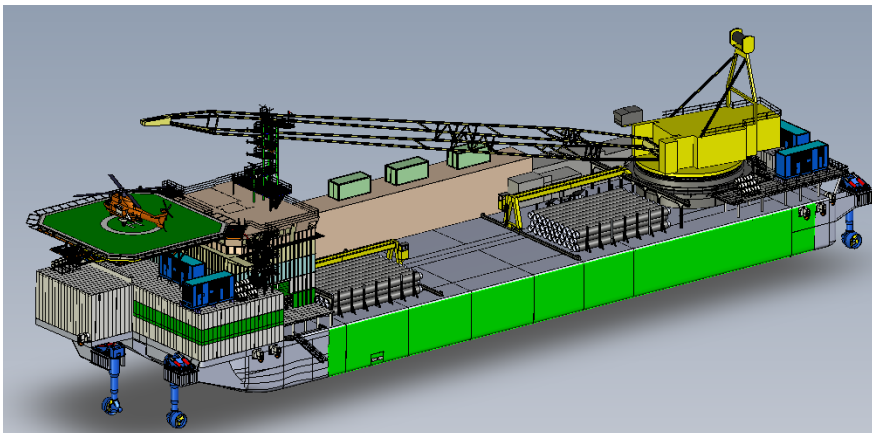
Transferência petróleo

- *Swivel;*



Sistemas de Posicionamento

- Posicionamento dinâmico – DP (Dynamic Positioning);
- Usos: Plataformas perfuração; operações *offloading* e reboque; operações transporte e lançamento módulos;
- Controle - Categorias:
 - DPS-0 $\Rightarrow$ Manual posição e automático aproamento;
 - DPS-1 $\Rightarrow$ Automático posição e aproamento;
 - DPS-2 $\Rightarrow$ Automático posição e aproamento mesmo durante/após qualquer avaria (exceto perda 1 compartimento);
 - DPS-3 $\Rightarrow$ similar DPS-2, porém incluindo perda 1 compartimento (incêndio/alagamento);



Referências

- Horton, E. E.; “Status of Deepwater Production Systems”; Marine Technology, Vol. 28, No. 1, pp. 39-45, Jan. 1991
- Dunn, F. P.; “Deepwater Production: 1950-2000”; 26th Annual OTC, Paper OTC 7627, pp. 921-928; Houston, Texas, USA, 2-5 May 1994
- D’Souza, R.B.; Henderson, A.D.; Barton, D.L.; Hardin, D.J.; Boyd, A. e Solberg, I.C. ; “The Semisubmersible Floating Production System : Past, Present and Future Technology”; SNAME Transactions, Vol. 101, pp. 437-484, 1993
- Drake III, W.J.; Raj, A. e Rawstron, P.J.; “Technical and Economic Considerations in Developing Offshore Oil and Gas Prospects Using Floating Production Systems”; Marine Technology, Vol. 23, No. 3, pp. 253-270, July 1986
- Mercier, J. A.; “Tension Leg Platforms - Progress and Prospects”; SNAME Transactions, Vol. 99, pp. 249-279, 1991
- D’Souza, R.; Dove, P. G. S.; Hervey, D. G. e Hardin, D. J.; “The Design and Installation of Efficient Deepwater Permanent Mooring”; Marine Technology, Vol. 29, No. 1, pp. 25-35, Jan. 1992
- Brinati, H. L.; Andrade, B. L. R.; Morishita, H. M. e Ferrari Junior, J. A.; “Sistema de Ancoragem e Posicionamento - Volume 1”; Convênio Petrobrás - USP, pp. 124, Junho 1995