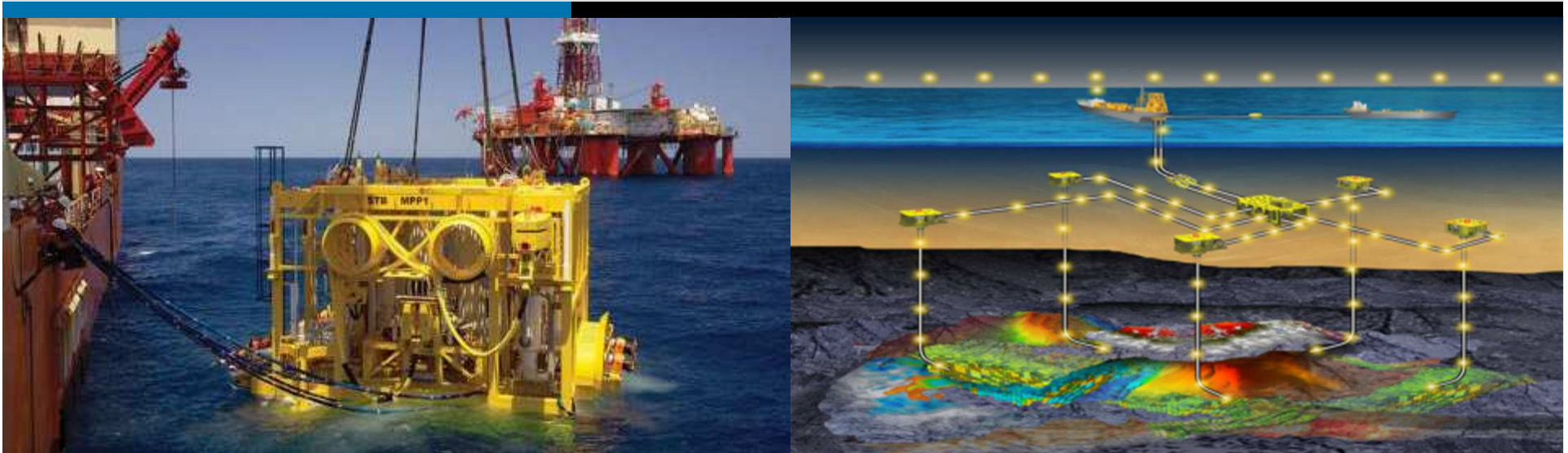


Oportunidades e desafios na área de Subsea

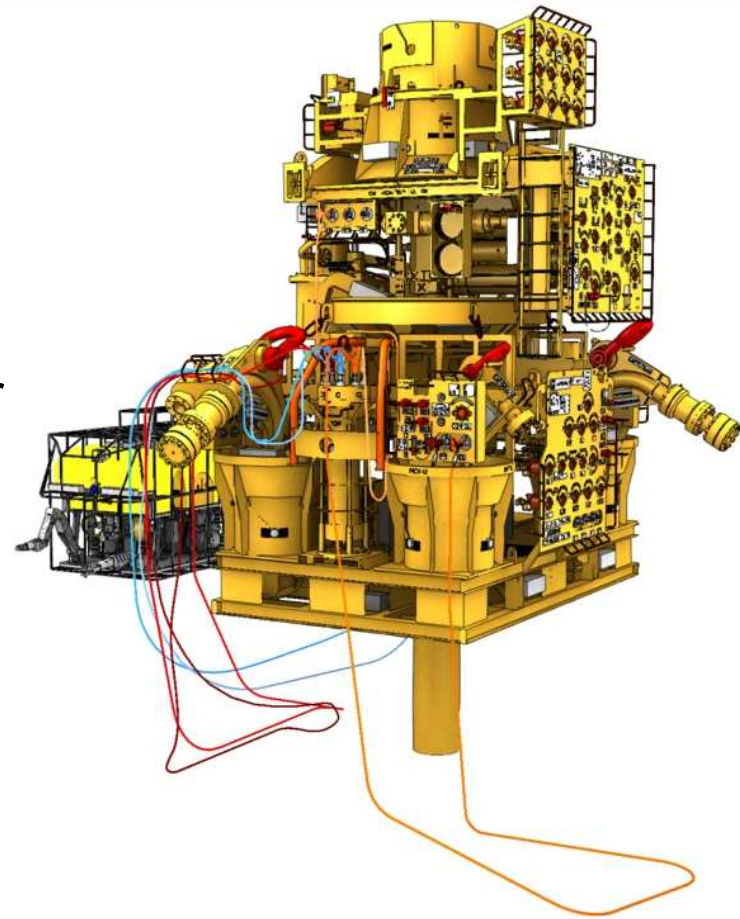
Claudio Santilli – 22 Ago 2013





- **Definição de Árvore Submarina**
- Classificação na Exploração de Petróleo
- Evolução e desafios na área de subsea
- Desenvolvimentos e Tecnologia
- Desafios de Aftermarket
- Conclusões

Equipamento submarino instalado diretamente na Cabeça de Poço Submarino, o qual tem a habilidade de controlar e fechar o fluxo de hidrocarbonetos, direcionar a produção para as linhas de fluxo, controlar a injeção de fluidos no reservatório, conter os fluidos submetidos à pressão de trabalho, evitar a contaminação do meio ambiente, absorver as cargas de instalação e operação durante toda a vida útil do equipamento, permitir a monitoração de pressão e temperatura, permitir os trabalhos de completação, “workover” e recuperação no poço, e demais características e funções definidas na especificação do equipamento.





- Definição de *Árvore Submarina*
- **Classificação na Exploração de Petróleo**
- Evolução e desafios na área de subsea
- Desenvolvimentos e Tecnologia
- Desafios de Aftermarket
- Conclusões

a) Recuperação primária – Poço Surgente, é aquele que a pressão no reservatório subterrâneo de petróleo é suficiente para forçar o óleo à superfície. O fator de recuperação durante a fase de recuperação primária é tipicamente 5-15%

b) Recuperação secundária - conta com o fornecimento de energia externa para o reservatório para aumentar a pressão do reservatório. Os métodos de recuperação artificial são: [bombas elétricas submersíveis](#) (em [inglês](#) *electrical submersible pumps*, ESP), o aumento da pressão do reservatório por [injeção de água](#), [reinjeção de gás natural](#) e [gas lift](#), o qual injeta [ar](#), [gás carbônico](#) ou algum outro gás para o fundo de um poço de produção, reduzindo a densidade global do fluido no poço. O fator de recuperação das operações típicas de inundação com água é de cerca de 30%, dependendo das propriedades do petróleo e as características da [rocha reservatório](#). Em média, o fator de recuperação após as operações de recuperação primária e secundária de petróleo está entre 30 e 50%

c) Recuperação terciária – injeção de vapor , injeção de surfactantes (detergentes), reduzir viscosidade através do alagamento por [dióxido de carbono](#). Permite que mais 5 a 15% do Petróleo seja recuperado.



- Definição de Árvore Submarina
- Classificação na Exploração de Petróleo
- **Evolução e desafios na área de subsea**
- Desenvolvimentos e Tecnologia
- Desafios de Aftermarket
- Conclusões

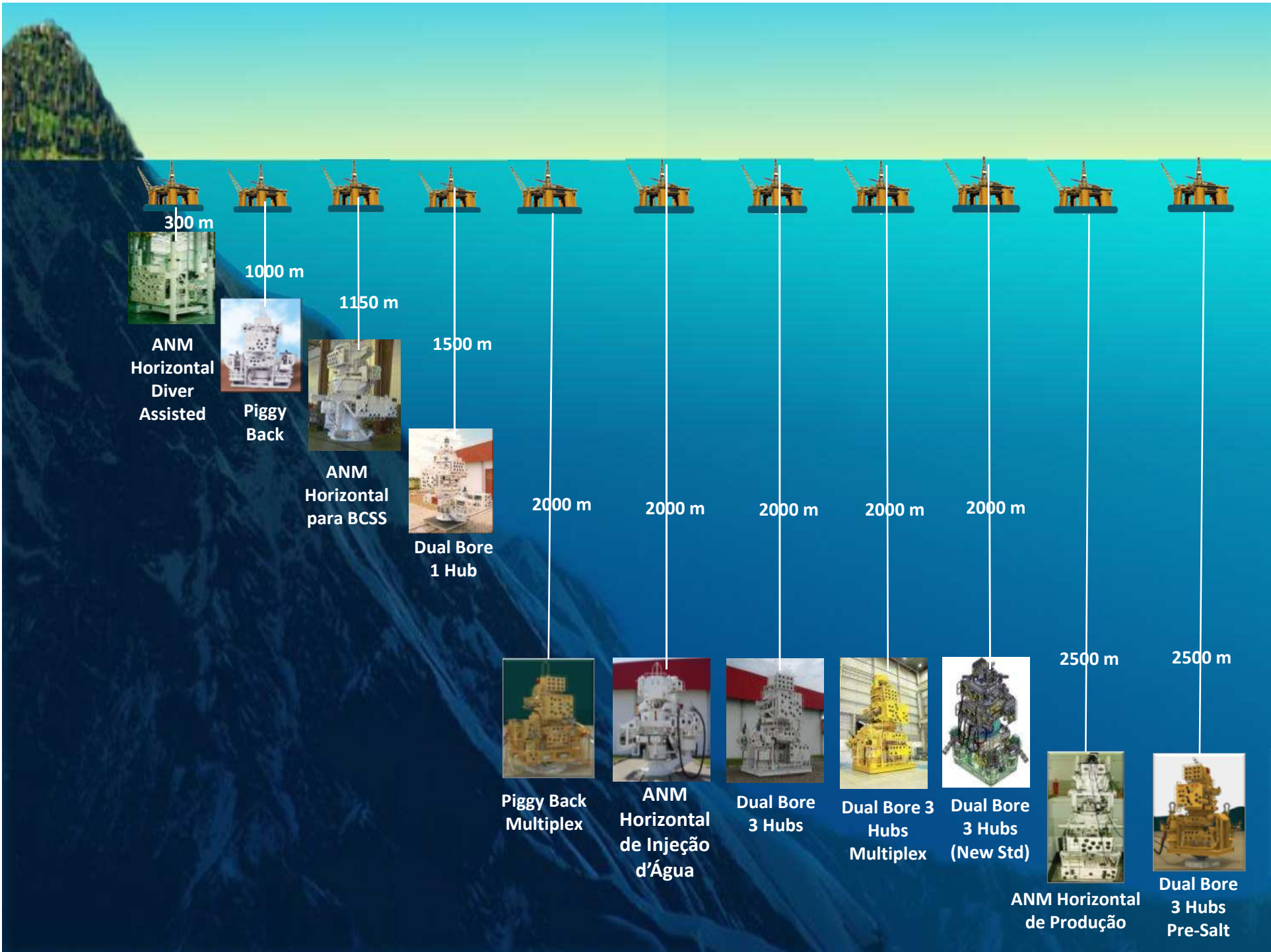
Aspectos no desenvolvimento tecnológico na área “subsea” no Brasil:
Equipamentos e Sistemas: Cabeça de Poço, Árvore Submarina (Subsea Tree), Conector de Linhas de Fluxo, Manifold, PLET, PLEM, Sistema de Bombeio Submarino, Sistema de Separação Submarino, Sistemas de Controle Eletro-Hidráulico (Multiplexado ou Hidráulico Direto)
Sondas e Componentes Principais de Sonda (BOP Stack, Riser Perfuração, etc)

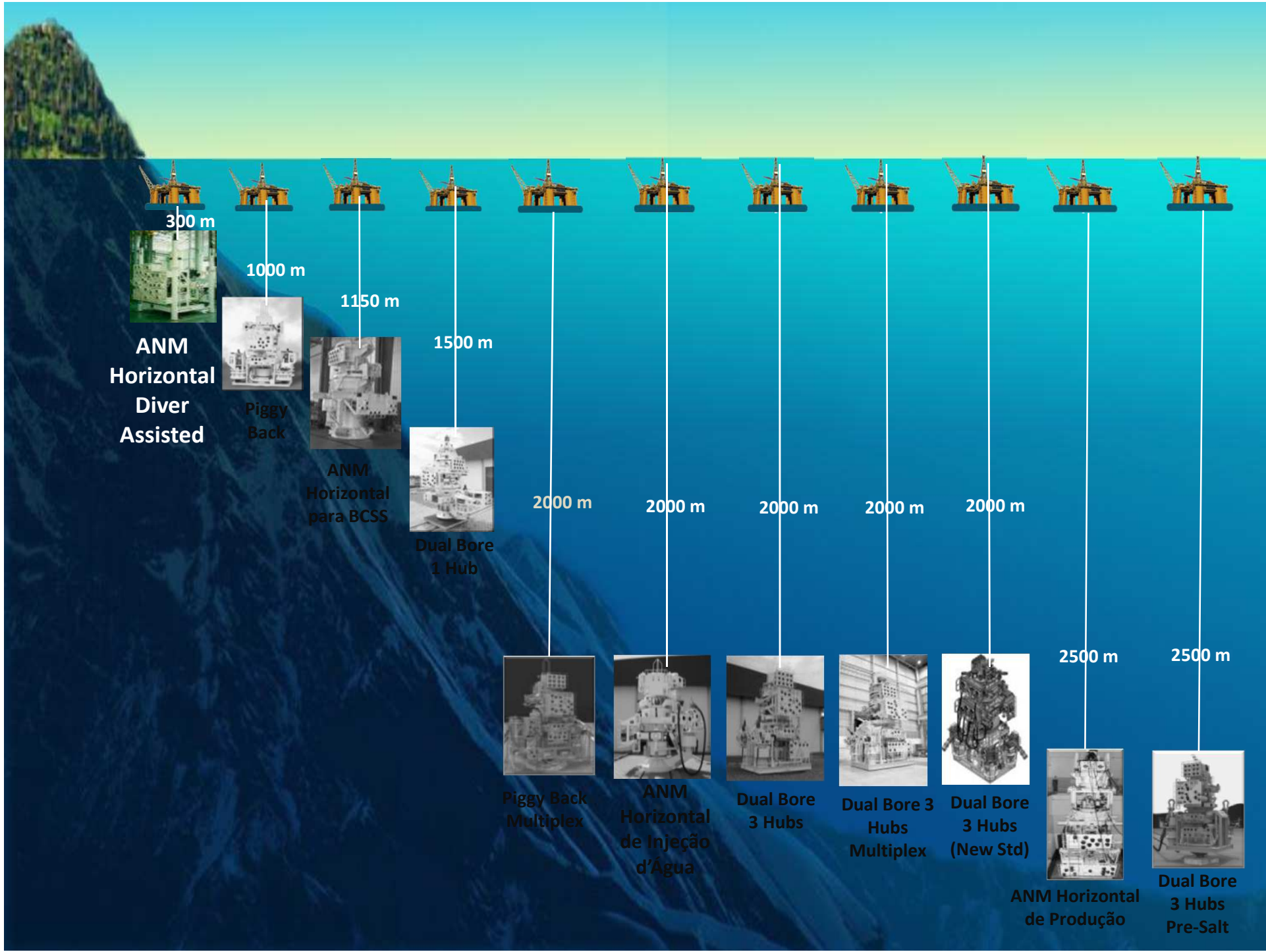
Lâmina d’água: 300 m, 600 m, 1000 m, 2000 m, 2500 m, 3000 m
desafios operacionais, sistemas GL (Guide-line) e GLL (Guidelineless), sondas, sistemas de lançamento de linhas de fluxo, desafios estruturais, coluna hidrostática, cargas das linhas de fluxo, esforços da coluna de Riser (Janela de operação)

Pressão de Trabalho: 3000 psi, 5000 psi, 10000 psi, 15000 psi
Temperatura de trabalho: 2 a 121 °C (35 a 250 ° F), 2 a 135 ° C (35 a 275 F)

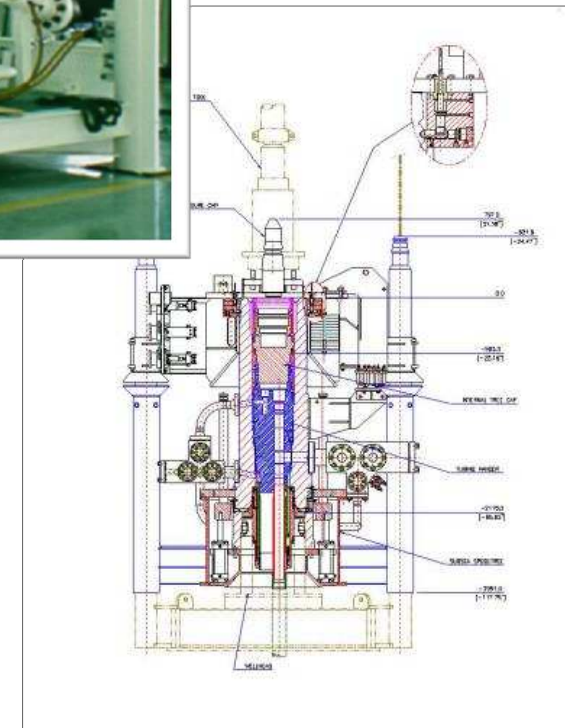
Filosofias de Projeto: ANM Vertical, ANM Horizontal, DA, DL-GLL, BAP, MCV, CVC, CHC, Tree Cap, FIANM, FDR, LRP, EDP, Drill Through, Gas Lift, Injeção de água, ESP/BCSS, Pigável, Monitoração PT, Choke, Flowmeter, SCM, HD

Recuperação secundária: bomba centrífuga submersível, injeção de água, piggy back, gás lift



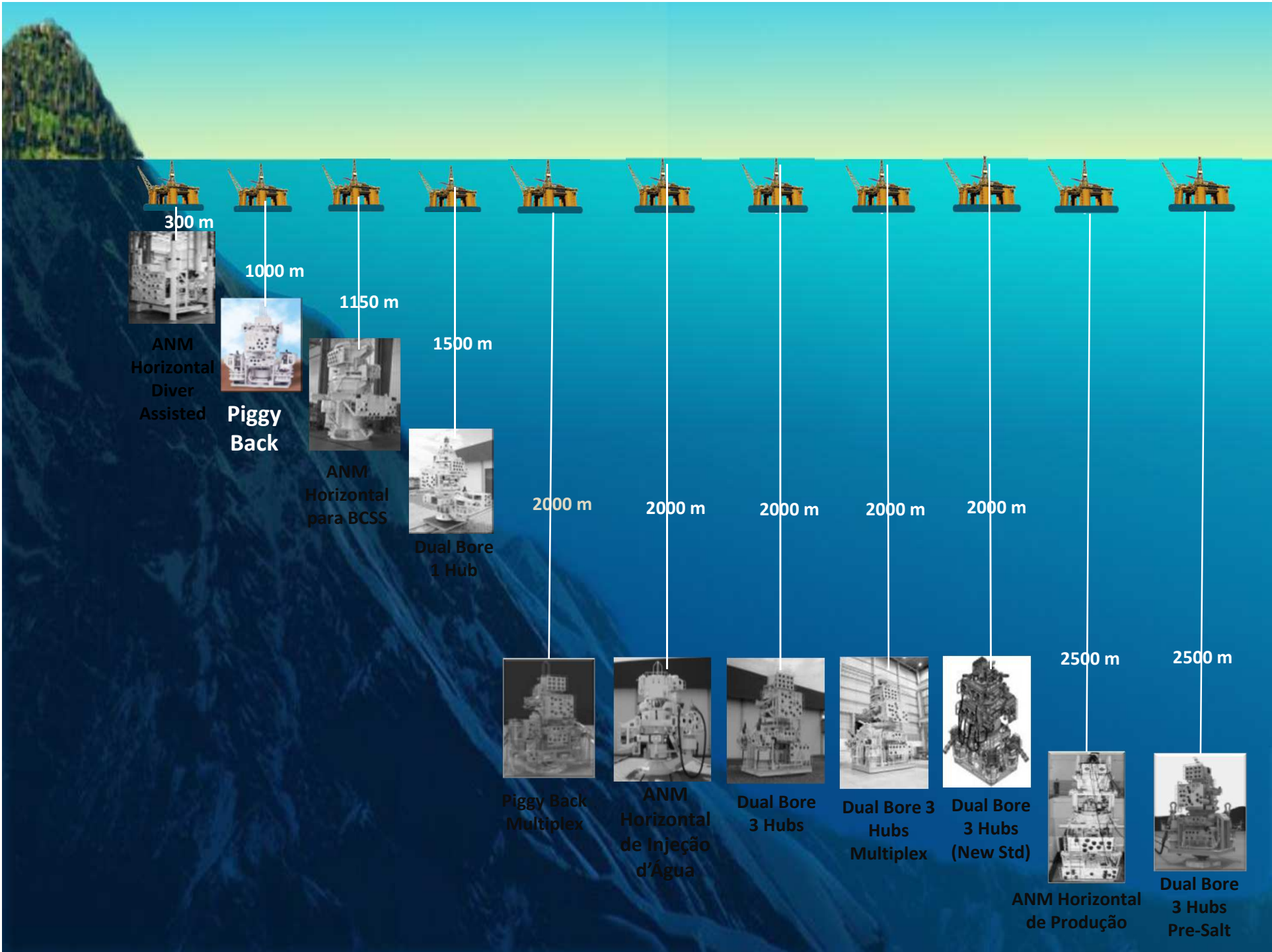


- Tipo: **ANM Horizontal Diver Assisted**
- Tamanho do furo: **4"X 2"**
- VCM: **N/A**
- Peso: **19,700 Kgf**
- Peso (Stack Up): **24,788 Kgf**
- LDA Projetada: **300 m / 985 ft**
- LDA Instalada: **294 m / 965 ft**
- Pressão de trabalho: **5,000 psi**
- Temp. de trabalho: **121°C / 249,8 °F**
- Cabeça de poço: **18-3/4"**

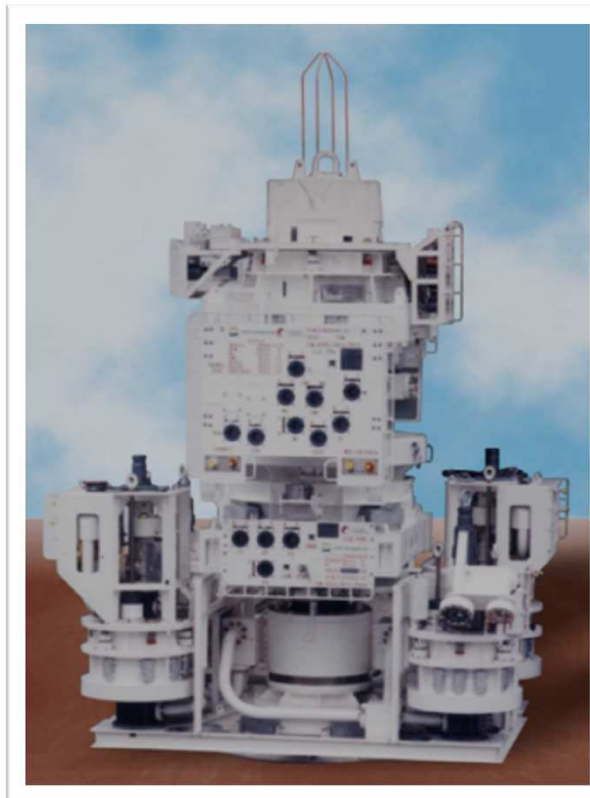


Desafios:

- **Primeira ANM Horizontal BR**
- **Jumper Hidráulico operado por ROV para atuar as válvulas**

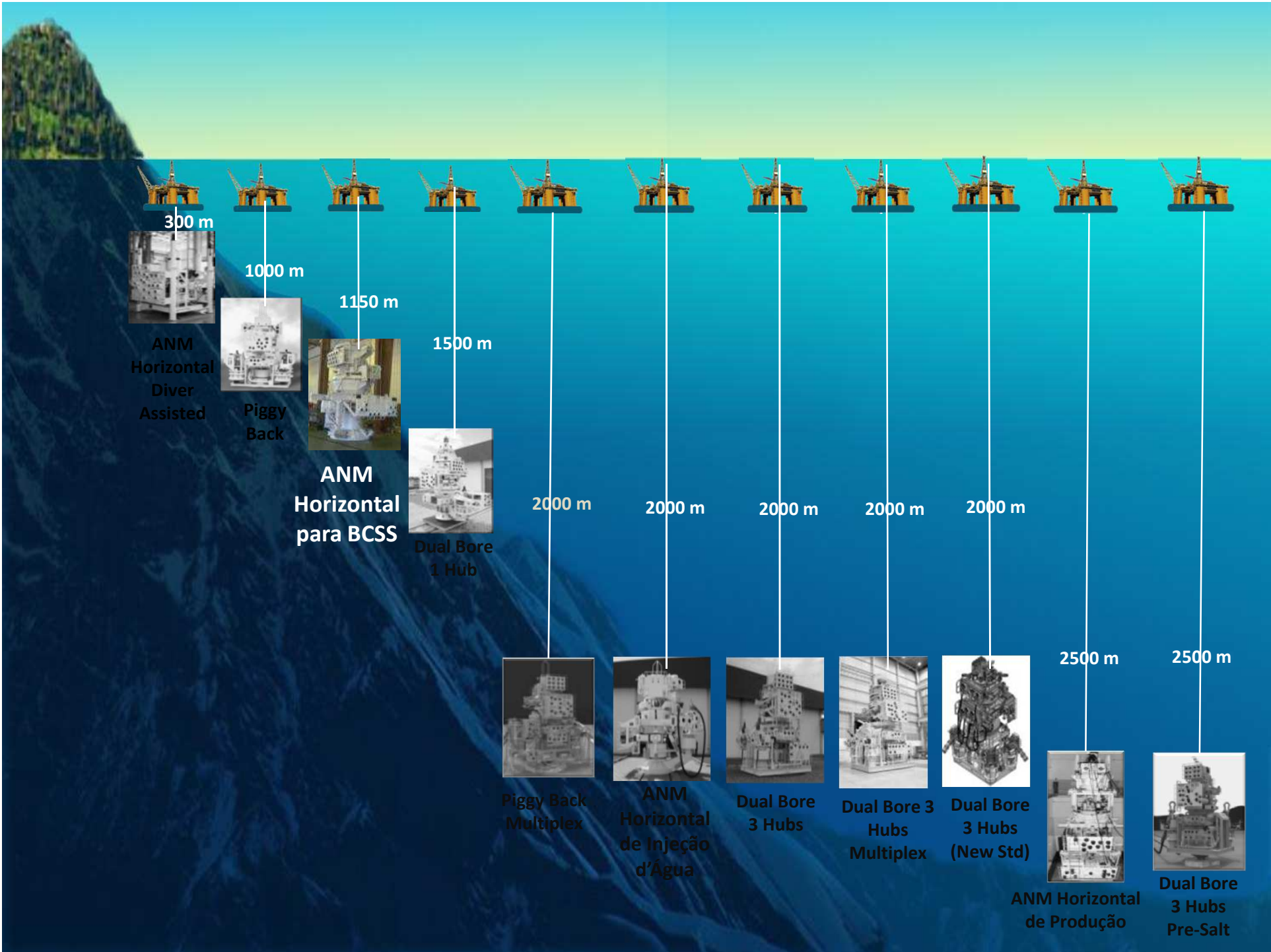


- Tipo: **Piggy Back**
- Tamanho do furo: **4"X 2"**
- VCM: **4 Hubs**
- Peso: **22,750 Kgf**
- Peso (Stack Up): **97,387 Kgf**
- LDA Projetada: **1,000 m / 3280 ft**
- LDA Instalada: **999 m / 3277 ft**
- Pressão de trabalho: **5,000 psi**
- Temp. de trabalho: **121°C / 250 °F**
- Cabeça de poço: **16-3/4"**

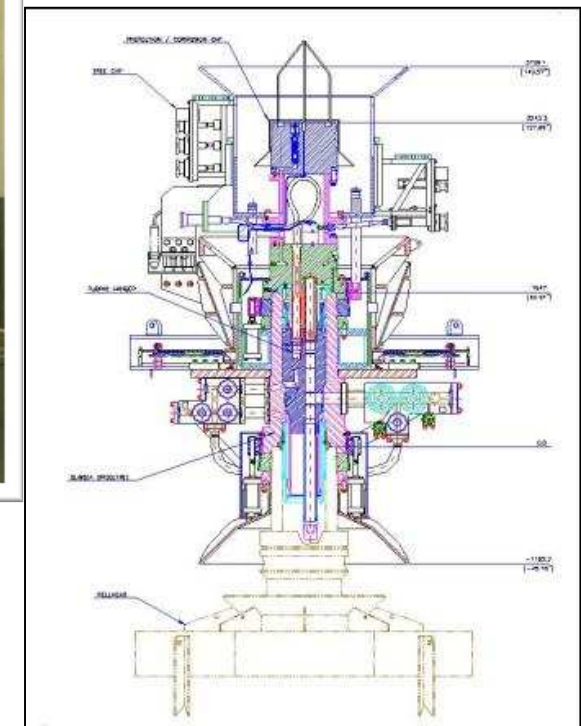


Desafios:

- **Flowmeter – Melhorando o controle de injeção em cada Árvore.**
- **Choke Module – Melhorando o controle de fluxo em cada Árvore.**

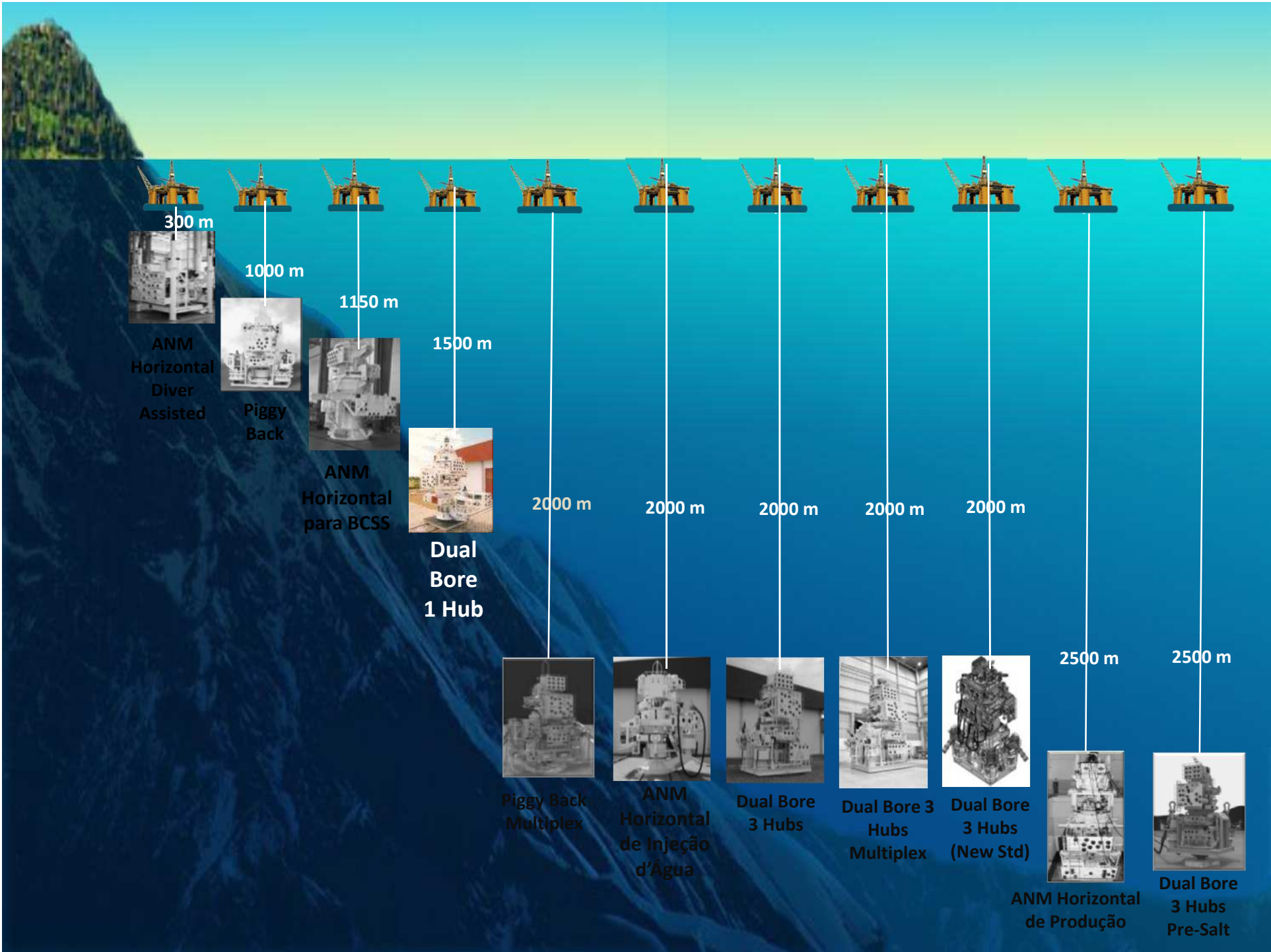


- Tipo: **ANM Horizontal para BCSS**
- Tamanho do furo: **4"X 2"**
- VCM: **N/A**
- Peso: **22,566 Kgf**
- Peso (Stack Up): **44,314 Kgf**
- LDA Projetada: **1,150 m / 3,772 ft**
- LDA Instalada: **1,107 m / 3,631 ft**
- Pressão de trabalho: **5,000 psi**
- Temp. de trabalho: **121°C / 250 °F**
- Cabeça de poço: **16-3/4"**

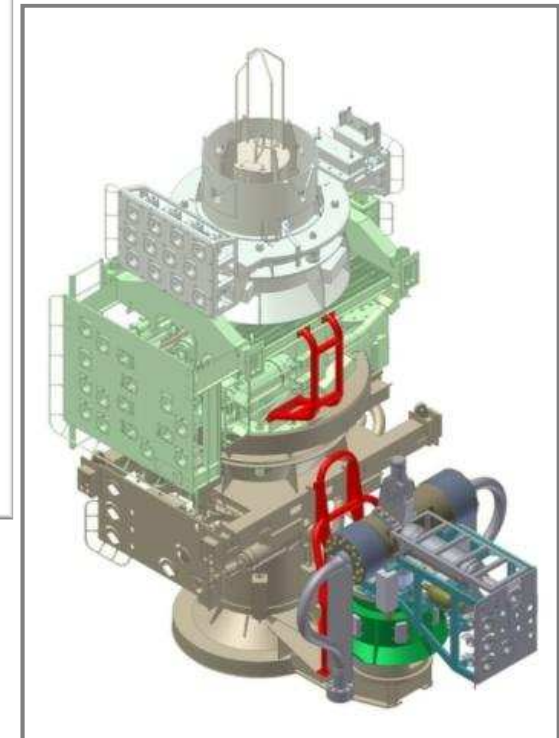


Desafios:

- **Parceria Cameron & Petrobras ANM-H**
- **Sistema Elétrico Potência: 1a. ANM-H ESP no Brasil**
- **Novo design do Sistema de Suspensor de Coluna**
- **Capa da Árvore Externa**

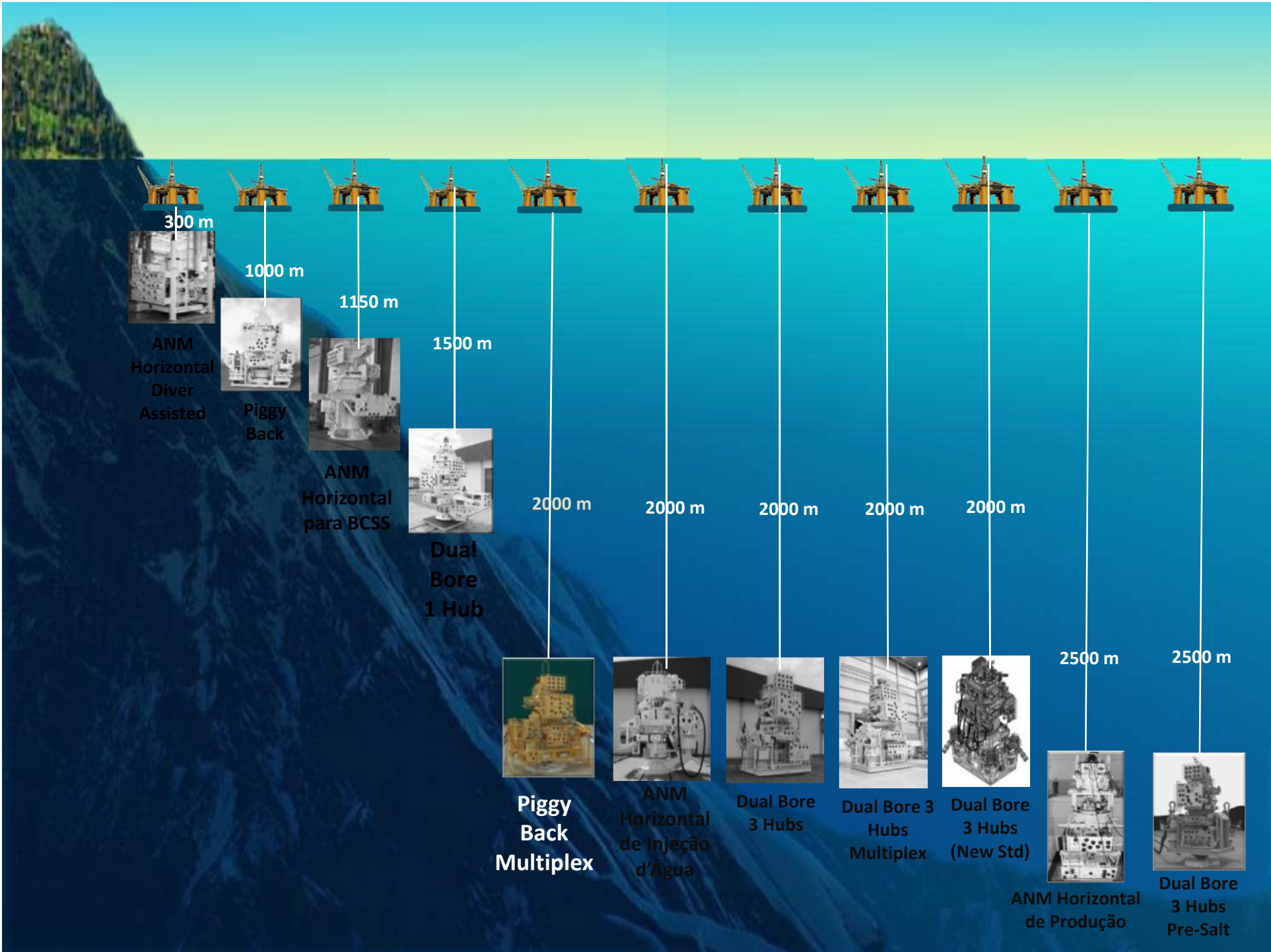


- Tipo: **Dual Bore – 1 Hub**
- Tamanho do furo: **4"X 2"**
- VCM: **1 Hub**
- Peso: **24,737 Kgf**
- Peso (Stack Up): **70,834 Kgf**
- LDA Projetada: **1,500 m / 4,920 ft**
- LDA Instalada: **1,483 m / 4,865 ft**
- Pressão de trabalho: **5,000 psi**
- Temp. de trabalho: **121 °C / 250 °F**
- Cabeça de poço: **16-3/4"**

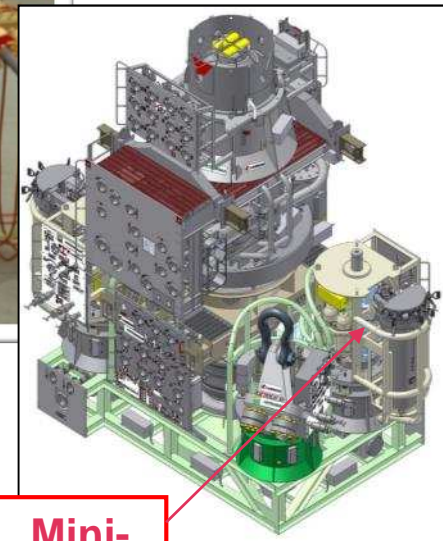
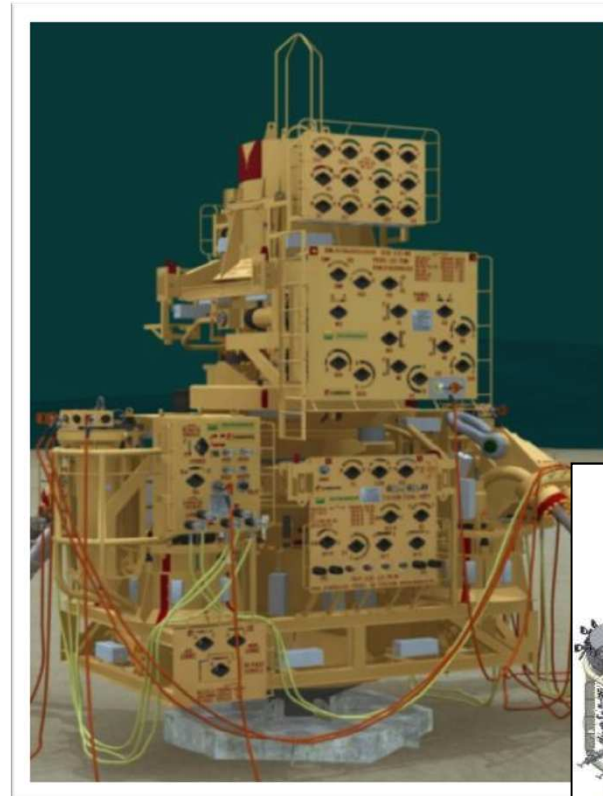


Desafios:

- **Cladding (HH) Inconel 625 áreas contato fluido produção**
- **Swivel metal-metal Conector Linhas Fluxo (PVT)**
- **Qualificação das Válvulas e Atuadores Hidráulicos 1500m LA**



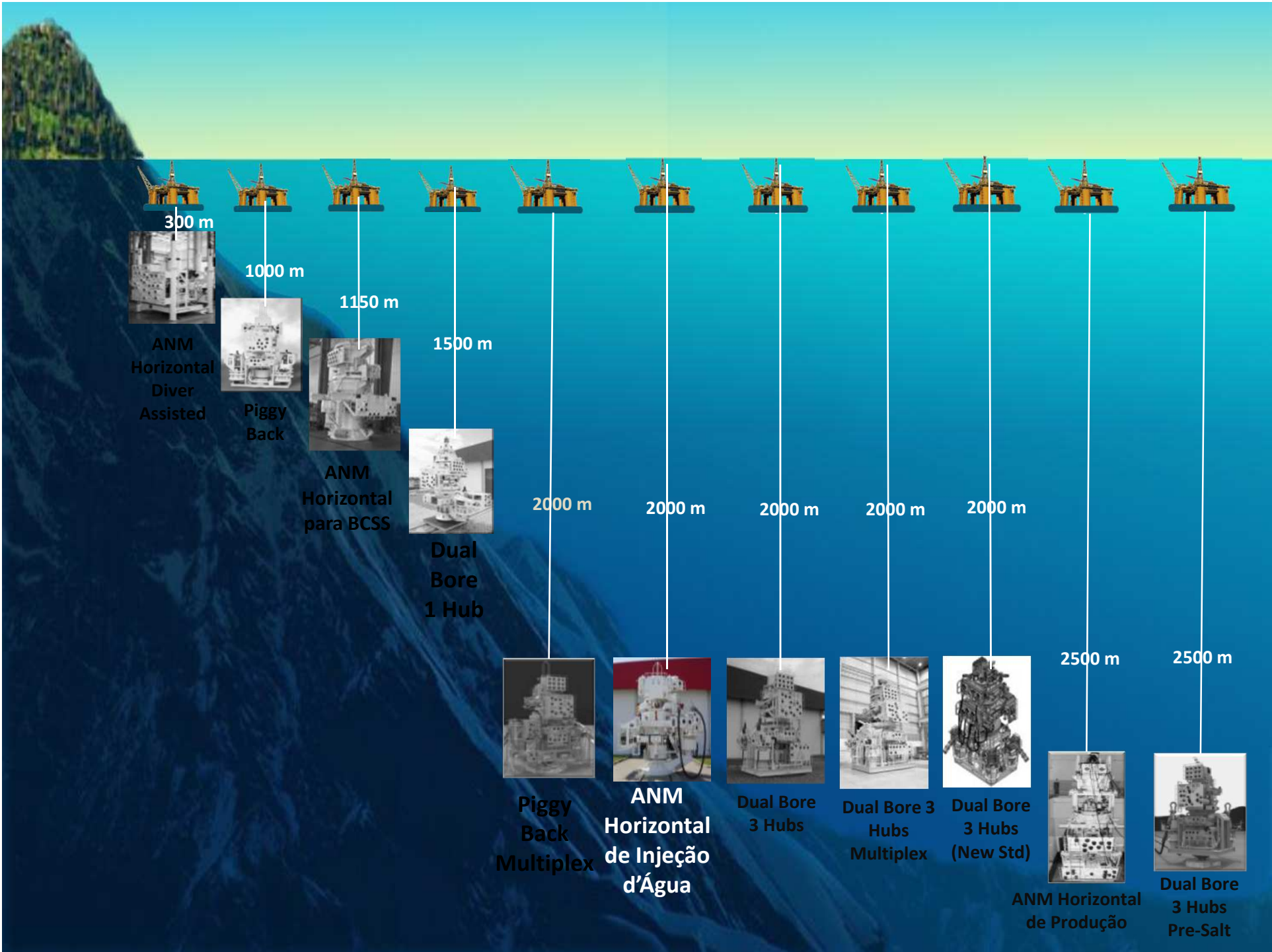
- Tipo: **Piggy Back Multiplex**
- Tamanho do furo: **4"x 2"**
- VCM: **4 Hubs**
- Peso : **27,700 Kgf**
- Peso (Stack Up): **89,088 Kgf**
- LDA Projetada: **2,000 m / 6,561 ft**
- LDA Instalada: **637 m / 2,090 ft**
- Pressão de trabalho: **5,000 psi**
- Temp. de trabalho: **121 °C / 250 °F**
- Cabeça de poço: **16-3/4"**



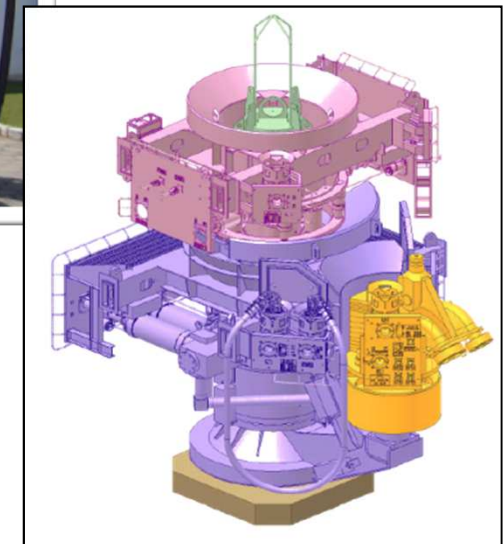
Mini-SCM

Desafios:

- **1a. ANM com Sistema de Controle Multiplexado (Mini SCM)**
- **Qualificações para equipamentos 2000 m LA**
- **Injeção de água simultânea em 2 poços (residente e satélite)**
- **Módulo de Choke**

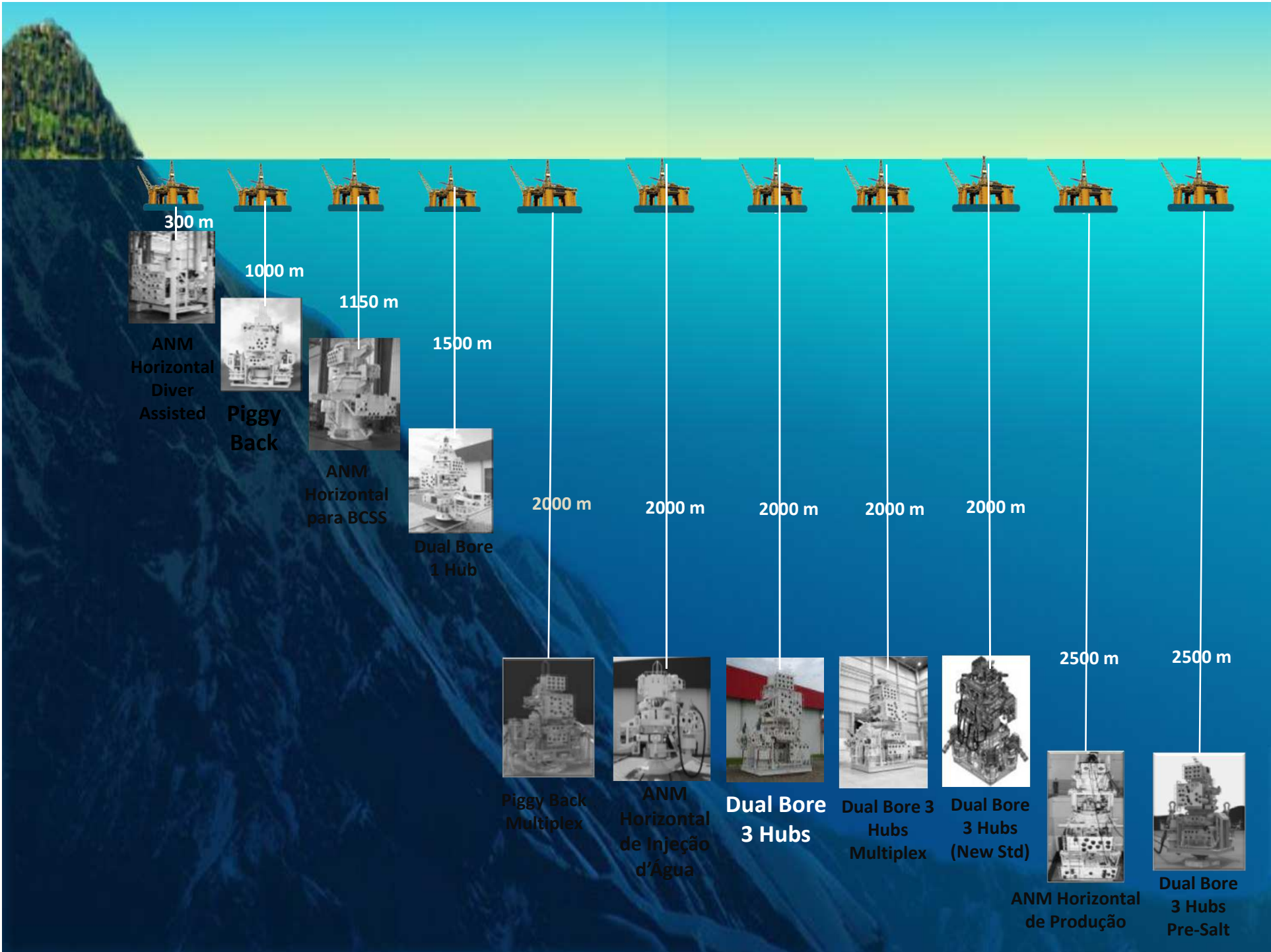


- Tipo: **ANM Horizontal de Injeção d'Água**
- Tamanho do furo: **5"X 2"**
- VCM: **1 Hub**
- Peso : **25,000 Kgf**
- Peso (Stack Up): **50,835 Kgf**
- LDA Projetada: **2,000 m / 6,561 ft**
- LDA Instalada: **1,689 m / 5,541 ft**
- Pressão de trabalho: **5,000 psi**
- Temp. de trabalho: **121 ° C / 250 °F**
- Cabeça de poço: **16-3/4"**



Desafios:

- **Jumper Hidráulico**
- **Primeira árvore desenvolvida no Brasil para Drill Thru 13.1"**
- **Capa da ANM com Válvula Gaveta Cisalhante**

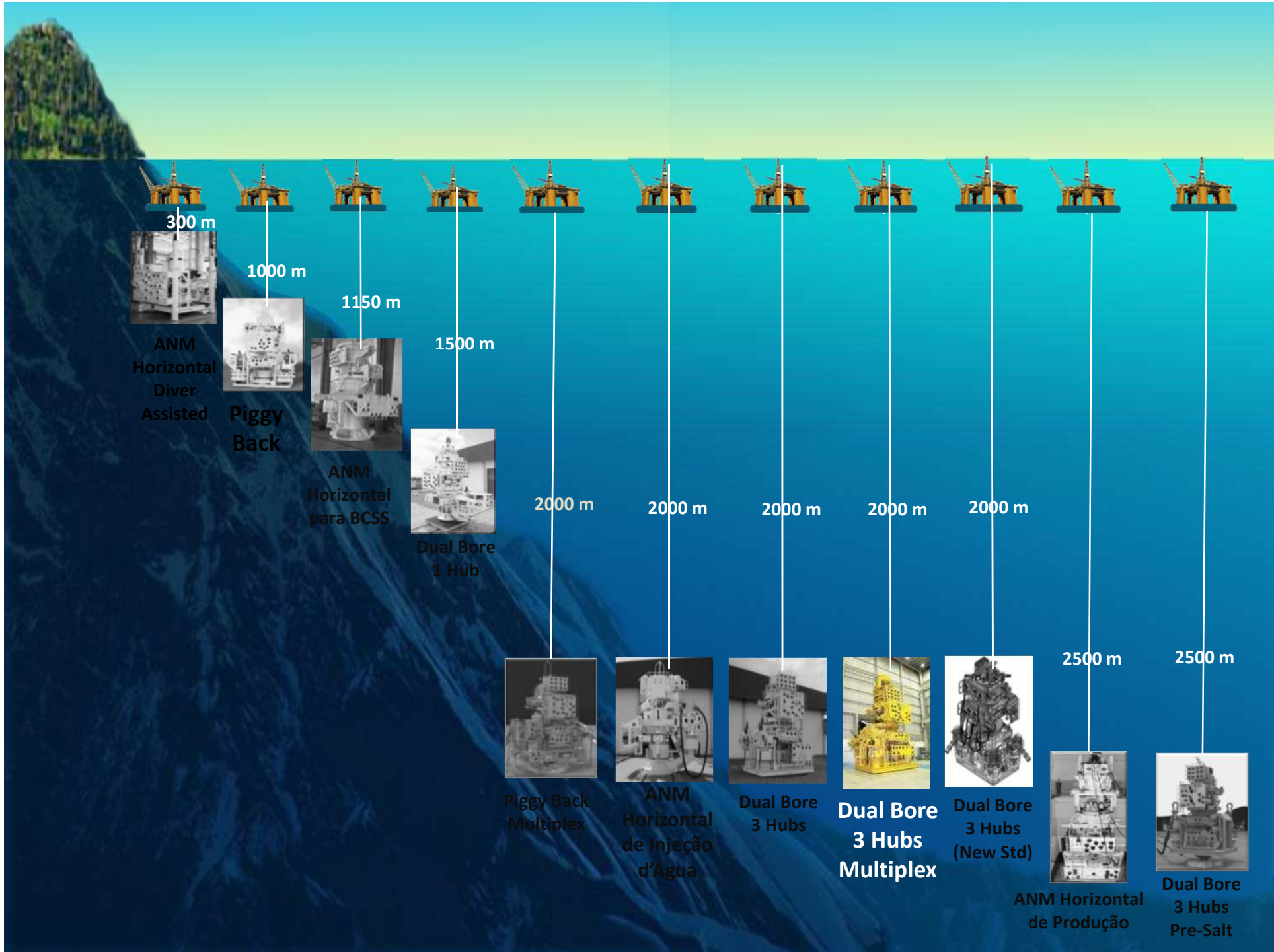


- Tipo: **Dual Bore – 3 Hubs**
- Tamanho do furo: **4"X 2"**
- VCM: **3 Hubs**
- Peso : **24,700 Kgf**
- Peso (Stack Up): **83,634 Kgf**
- LDA Projetada: **2,000 m / 6,561 ft**
- LDA Instalada: **1,834 m / 6,017 ft**
- Pressão de trabalho: **5,000 psi**
- Temp. de trabalho: **121 °C / 250 °F**
- Cabeça de poço: **16-3/4"**

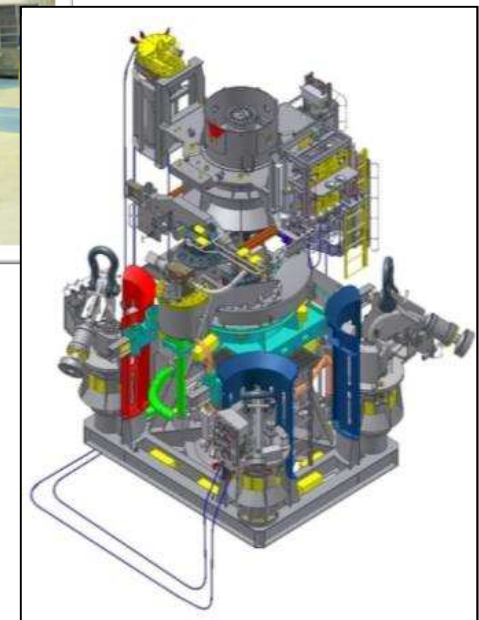


Desafios:

- **Cladding HH (Inconel 625)**
- **Novo design Conectores e Qualificação (PVT)**
- **Qualificação das Válvulas para 2000 m LA**
- **Sistema de Prevenção de Hidrato (injeção de Metanol)**

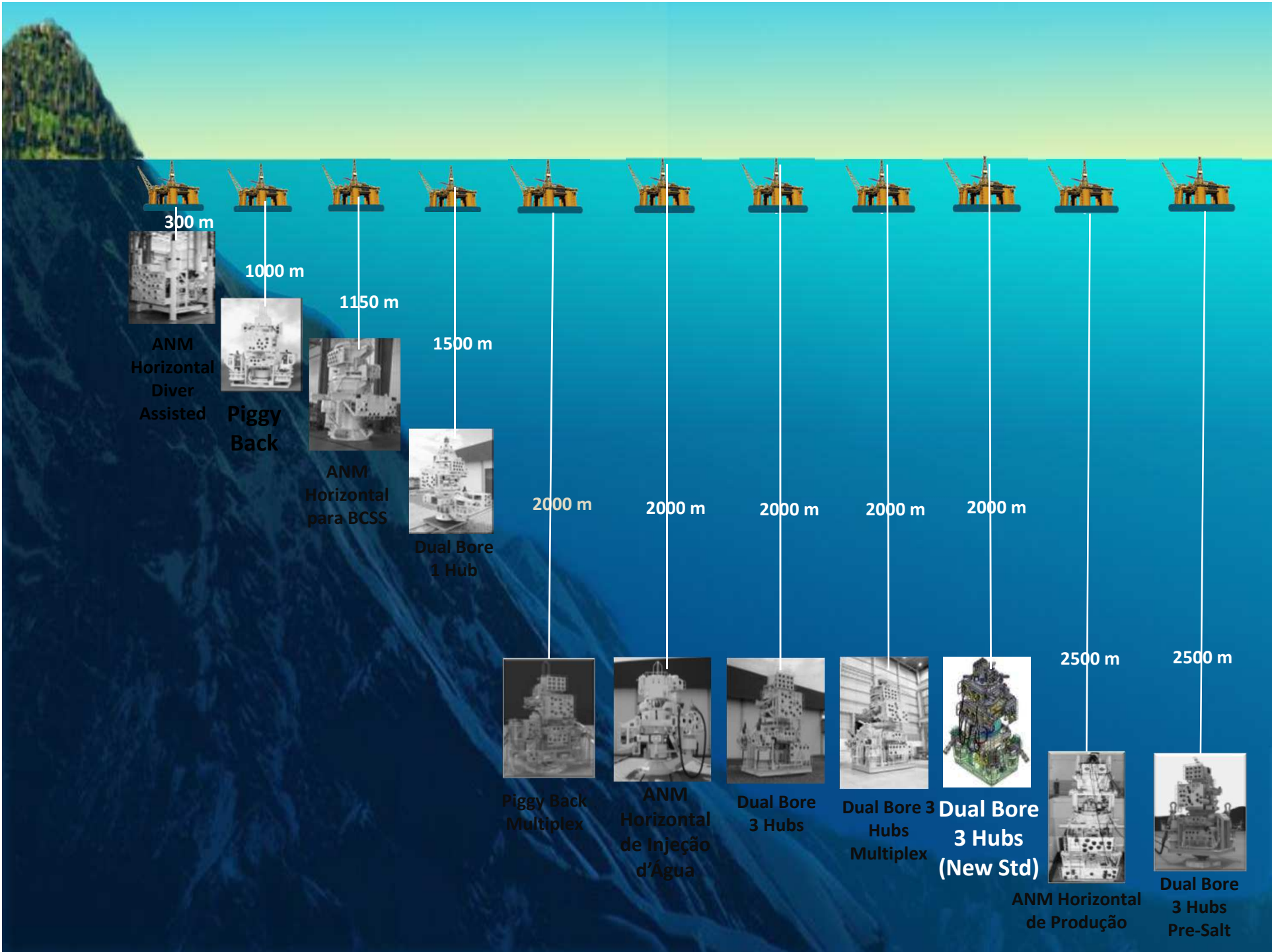


- Tipo: **Dual Bore – 3 Hubs Multiplex**
- Tamanho do furo: **5-1/8” and 2-1/16”**
- VCM: **3 Hubs**
- Peso : **29,300 Kgf**
- Peso (Stack Up): **92,602 Kgf**
- LDA Projetada: **2,000 m / 6,561 ft**
- LDA Instalada: **1,367 m / 4,484 ft**
- Pressão de trabalho: **10,000 psi**
- Temp. de trabalho: **135° C / 275 °F**
- Cabeça de poço: **16-3/4”**

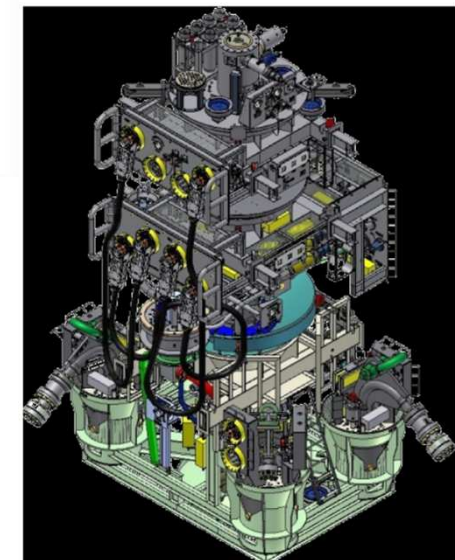


Desafios:

- **Poços de gás 10000 psi WP**
- **Primeiras válvulas e atuadores fabricados no Brasil para 10000 psi WP e 2000 m LA**
- **Distância 20 Km até o FPSO**
- **ANM com Sistema Multiplexado (SCM) conversível para HD (Hidráulico Direto)**

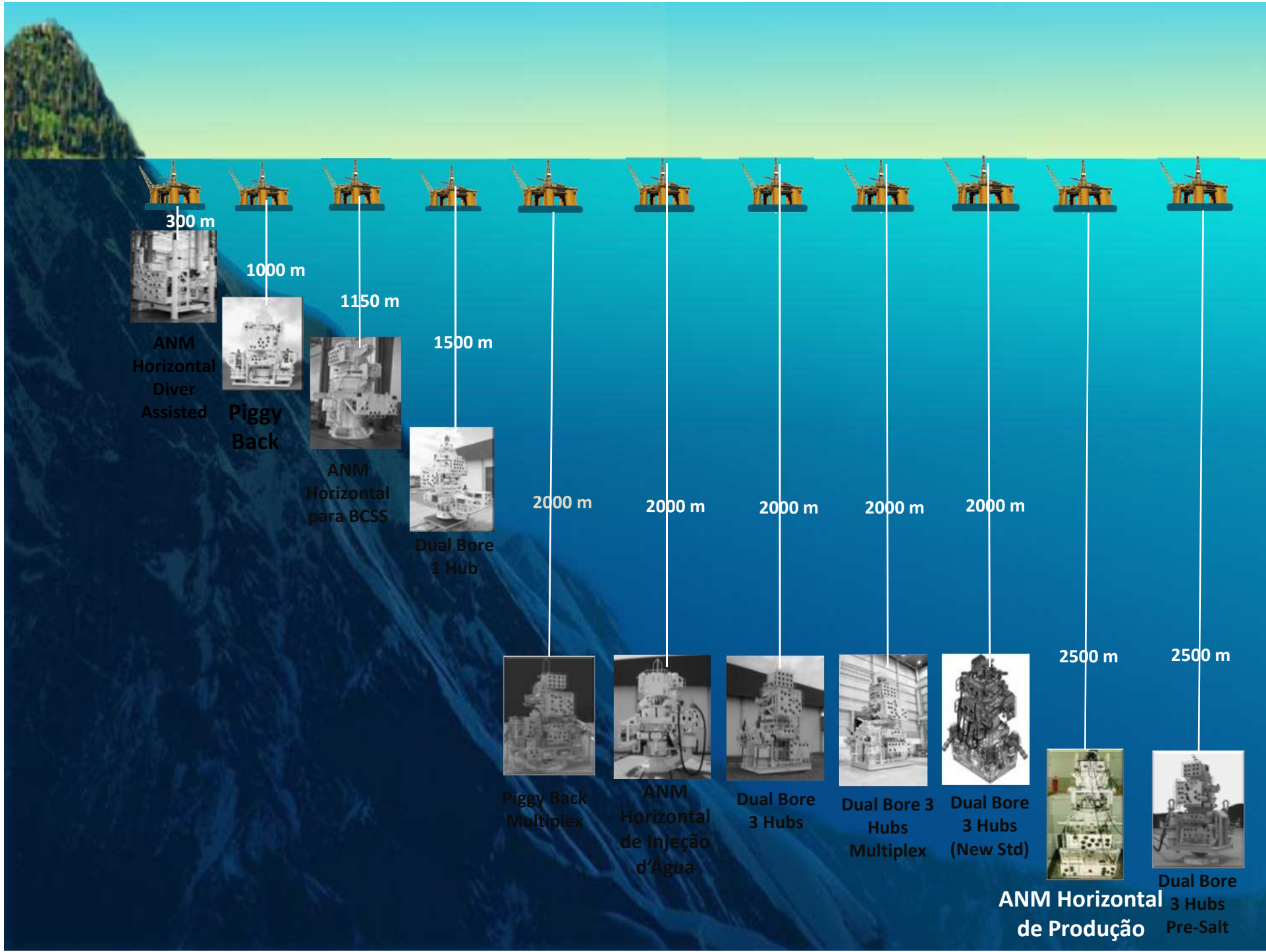


- Tipo: **Dual Bore – 3 Hubs**
- Tamanho do furo: **5-1/8" and 2-1/16", 1-1/4"**
- VCM: **3 Hubs**
- Peso: **29,141 Kgf**
- Peso (Stack Up): **69,566 Kgf**
- LDA Projetada: **2,000 m / 6,561 ft**
- LDA Instalada: **N/A**
- Pressão de trabalho: **10,000 psi**
- Temp. de trabalho: **135° C / 275 °F**
- Cabeça de poço: **16-3/4"**



Desafios:

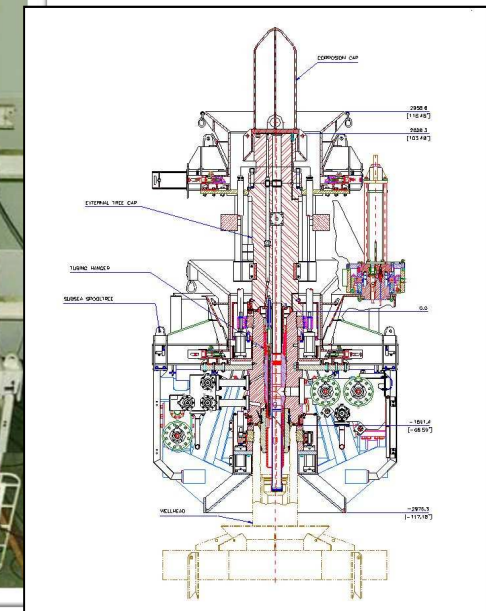
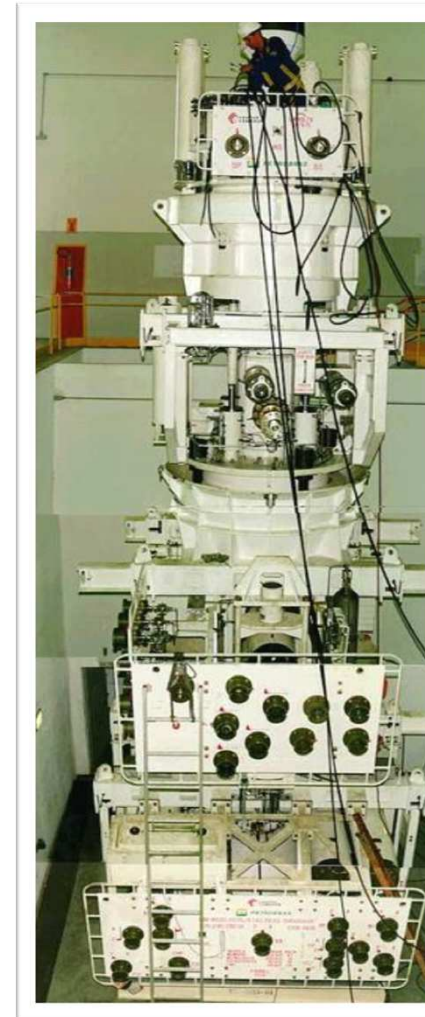
- Nova padronização da Petrobras (totalmente intercambiáveis)
- Flying Lead Hidráulico – instalado por ROV
- Projeto de Capa da Árvore Interna instalada por ROV
- Qualificação dos Anéis de Vedação

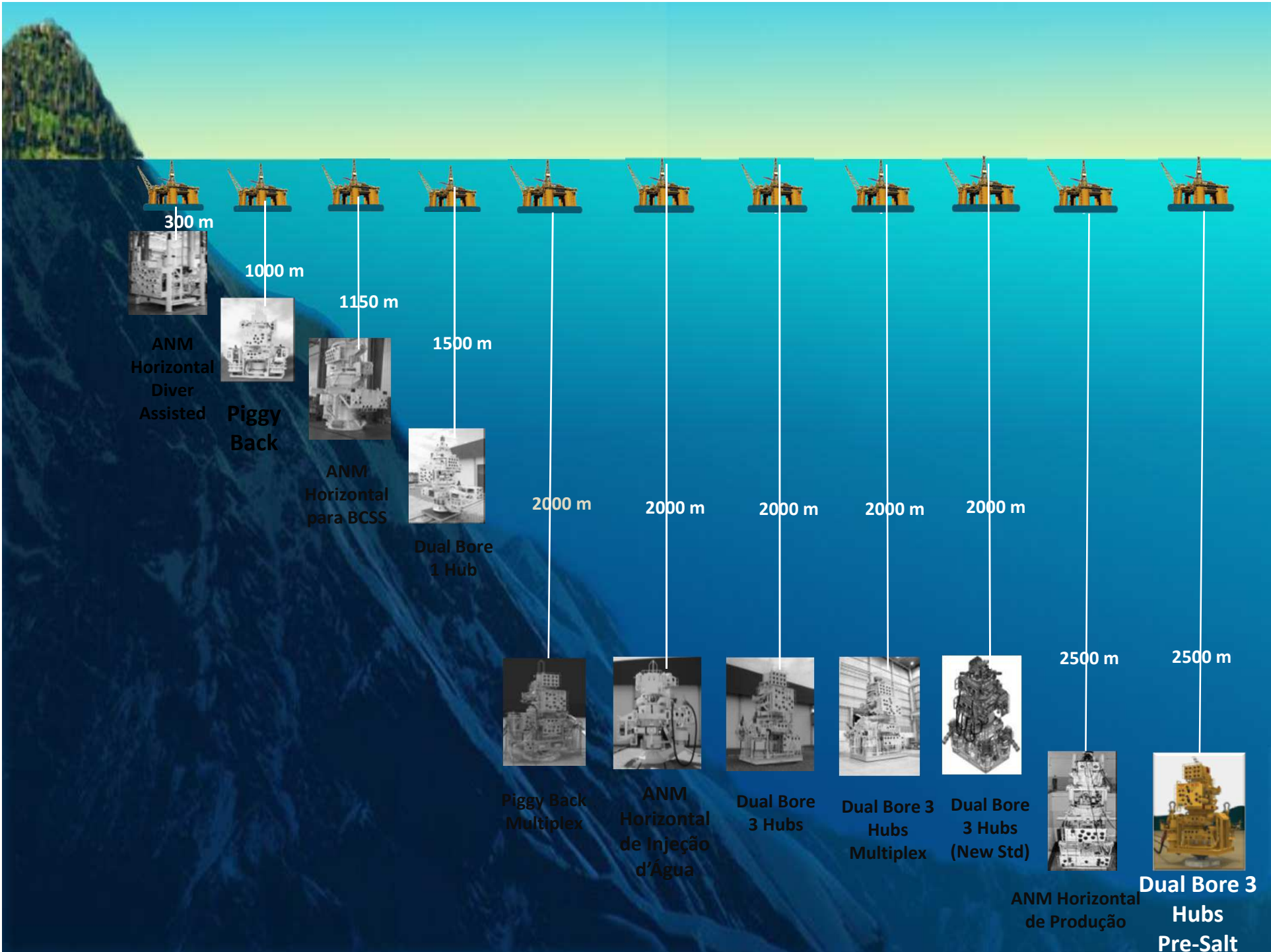


- Tipo: **ANM Horizontal de Produção**
- Tamanho do furo: **5"X 2"**
- VCM: **3 Hubs**
- Peso : **37,300 Kgf**
- Peso (Stack Up): **90,390 Kgf**
- LDA Projetada: **2,500 m / 8,202 ft**
- LDA Instalada: **1,794 m / 5,884 ft**
- Pressão de trabalho: **5,000 psi**
- Temp. de trabalho: **121 °C / 250 °F**
- Cabeça de poço: **16-3/4"**

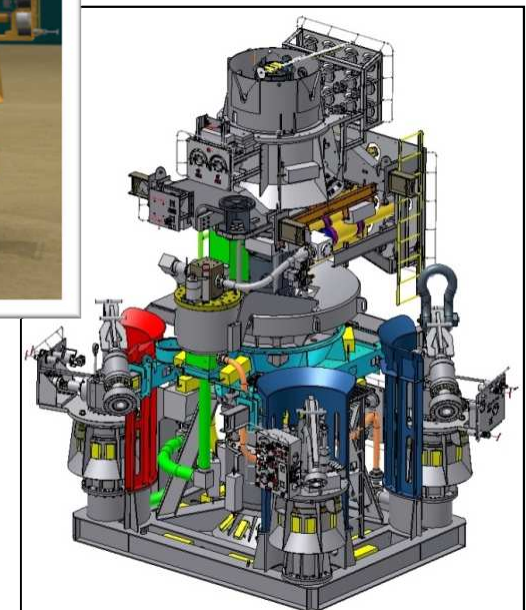
Desafios:

- **Qualificação de Conectores**
- **Qualificação das Válvulas**
- **Lâmina d'água 2500 m**
- **Primeiro WO BOP com Válvula Cisalhamento produzidos no Brasil**





- Tipo: **Dual Bore 3 Hubs – Pré-sal**
- Tamanho do furo: **5-1/8" and 2-1/16"**
- VCM: **3 Hubs**
- Peso: **29,300 Kgf**
- Peso (Stack Up): **85,977 Kgf**
- LDA Projetada: **2,500 m / 8,202 ft**
- LDA Instalada: **2,172 m / 7,125 ft**
- Pressão de trabalho: **10,000 Psi**
- Temp. de trabalho: **135 °C / 275 °F**
- Cabeça de poço: **18-3/4"**



- Desafios:**
- **Lâmina d'Água 2500 m**
 - **Qualificação dos Anéis de Vedação, Atuadores e Conectores**

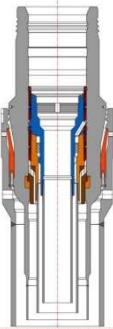


- Definição de Árvore Submarina
- Classificação na Exploração de Petróleo
- Evolução e desafios na área de subsea
- **Desenvolvimentos e Tecnologia**
- Desafios de Aftermarket
- Conclusões

**C
A
B
E
Ç
A

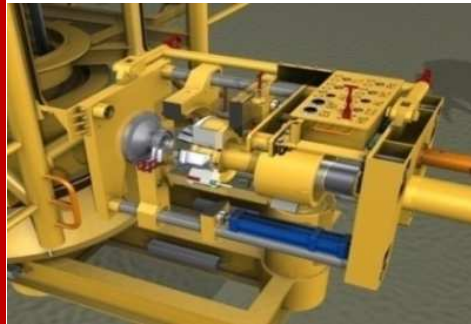
D
E

P
O
Ç
O**



- Large Bore ✓
- ❑ Ultra Deep Water
- XHPHT – 20k W/H ✓
- 'B' Annulus Management ✓

**F
L
O
W
L
I
N
E
S**



- CHC – Multibore BP Block 31
- Clamp Type Connector

**M
A
N
I
F
O
L
D
S**



- ❑ Modularization
- ❑ Configuration
- HIP Fittings

**Á
R
V
O
R
E
S**



- 10k/15k Standard Spooltree
- Big Bore
- XHPHT
- ESP Tubing Hangers ✓
- ESP Penetrators

**C
O
N
T
R
O
L
S**



- E/H Controls Value Engineering
- DC Value Engineering
- Fluid Qualification program
- Standalone DC Choke
- ❑ 20k Systems

**C
A
M
F
O
R
C
E**



- MARS ✓
- ESP Pumping
- Multiphase Pumping
- ❑ Knowledge Tree
- Subsea Seawater Injection
- Subsea two-phase separation

HPHT Capable ✓

➤ Ongoing
❑ Planned

Manutenção de Produto
R&D / Desenvolvimento



- Definição de Árvore Submarina
- Classificação na Exploração de Petróleo
- Evolução e desafios na área de subsea
- Desenvolvimentos e Tecnologia
- **Desafios de Aftermarket**
- Desafios de Recursos Humanos
- Conclusões

Desafios de Aftermarket – Planta em Macaé - RJ





- Capacidade para dar assistência técnica para todos os equipamentos subsea instalados (equipamentos instalados por mais de 20 anos)
- Desafios de engenharia para modificar árvores instaladas ajustando-as às novas condições operacionais
- Manutenção, Reparo e Armazenagem das Ferramentas de Instalação
- Necessidade de reduzir o retorno sobre reparação e instalação



- Definição de Árvore Submarina
- Classificação na Exploração de Petróleo
- Evolução e desafios na área de subsea
- Desenvolvimentos e Tecnologia
- Desafios de Aftermarket
- Desafios de Recursos Humanos
- **Conclusões**

Pontos de reflexão na área subsea:

- Abordagem local, área de ação mundial (Local approach, global mind set)
- A área subsea tem seu início oferecendo produtos, continua evoluindo sua linha de produtos, depois se estrutura para desenvolver projetos que incluem sistemas submarinos, onde cabeças de poço, Árvores Submarinas, Manifolds, Sistema de Controle, Conectores e Jumpers formam um sistema integrado de produção, e a gestão e integração do sistema podem ser realizados pelo fabricante dos equipamentos
- Com relação à fabricação e rede de fornecedores, a tendência inicial dos fabricantes é a verticalização nos ciclos de fabricação, onde exemplos como Cameron Iron Works e Cameron Brookshire denotavam a independência tecnológica, como forjaria e fábrica de elastômeros
- A abrangência maior no escopo de fornecimento leva à uma política diferenciada na área de "supply chain", onde fornecedores estratégicos, parcerias e definições estratégicas de "make-buy" abrem espaços para o mercado fornecedor (local e mundial), caminhando na direção de contratos mais abrangentes.
- Este espaço inclui, entre outros pontos, fornecimento de forjados de aço baixa liga desbastados, componentes usinados, componentes estruturais soldados e usinados, componentes hidráulicos submarinos, sistemas de monitoração PT, sistema de potência elétrica, interfaces ROV, tubulares, linhas de fluxo, válvulas gaveta e atuadores hidráulicos, etc