

**INSPEÇÕES E TRABALHOS SUBAQUÁTICOS ATRAVÉS DE ROV,
APRESENTAÇÃO DE CASOS DE SUCESSO**

Fabio IANNOTTA
Diretor – Hibbard Inshore Brasil.

David MALAK
Vice President – Hibbard Inshore.

Judson KENNEDY
Diretor – Willowstick.

RESUMO

A Hibbard Inshore, empresa de plurianual experiência em operações subaquáticas INSHORE com ROV, foi contratada a fim de executar inspeções e trabalhos subaquáticos nas UHE de Yauco I e Yauco II (PREPA Puerto Rico Electric Power Authority)

Os trabalhos em Yauco I pode ser resumido em: mapeamento, dimensionamento e remoção de sedimento em Rock-trap, remoção das grades encontradas quebradas e deslocadas no conduto forçado e a instalação de novas grades. A profundidade das operações era de cerca 100 metros.

Em Yauco II foi instalado um tampão provisório (bulkhead) a fim de executar manutenção na válvula da turbina. Todas as operações em Yauco I e Yauco II foram executadas somente com o ROV e sem auxílio de Mergulhadores.

Em outra UHE situada na América Latina da qual não podemos declarar o nome causa acordo de não divulgação, foi executada uma inspeção com um equipamento especial a fim de detectar infiltrações e vazamentos de água dentro de um túnel. Após detecção dos pontos de infiltração, foram mapeados os caminhos da água.

ABSTRACT

Hibbard Inshore, an underwater ROV operations company, was contracted to perform underwater inspections and works at the Yauco I and Yauco II Hydroelectric Plants (PREPA Puerto Rico Electric Power Authority)

The work in Yauco I can be summarized in: mapping, sizing and removal of sediment in Rock-trap, removal of trash rack found broken and displaced in the adduction tunnel and the installation of new trash rack. The depth of operations was about 100 meters.

In Yauco II a Bulkhead was installed to perform a valve maintenance. All the operations in Yauco I and Yauco II were executed only with the ROV and without the assistance of divers.

In another Hydroelectric Plant located in Latin America (which we cannot make the name causes a non-disclosure agreement), an inspection with special equipment was carried out, to detect water infiltrations and leak inside a tunnel. After detection of the infiltration point, the paths were mapped.

1. YAUCO I & YAUCO II

A Autoridade de Energia Elétrica de Porto Rico (PREPA), proprietária das usinas de 25 MW Yauco I e 9-MW Yauco II, estava procurando realizar manutenção no sistema de túneis para garantir as operações.

Em Yauco I, a PREPA observou detritos nas turbinas. Isto levou-os a suspeitar que havia um problema com as grades da tomada d'água(trashrack) a jusante do rock-trap.

Em Yauco II, as turbinas necessitavam de manutenção, mas a válvula de fechamento tinha um problema e não conseguia fechar completamente o fluxo:isso não permitia trabalhar em segurança.

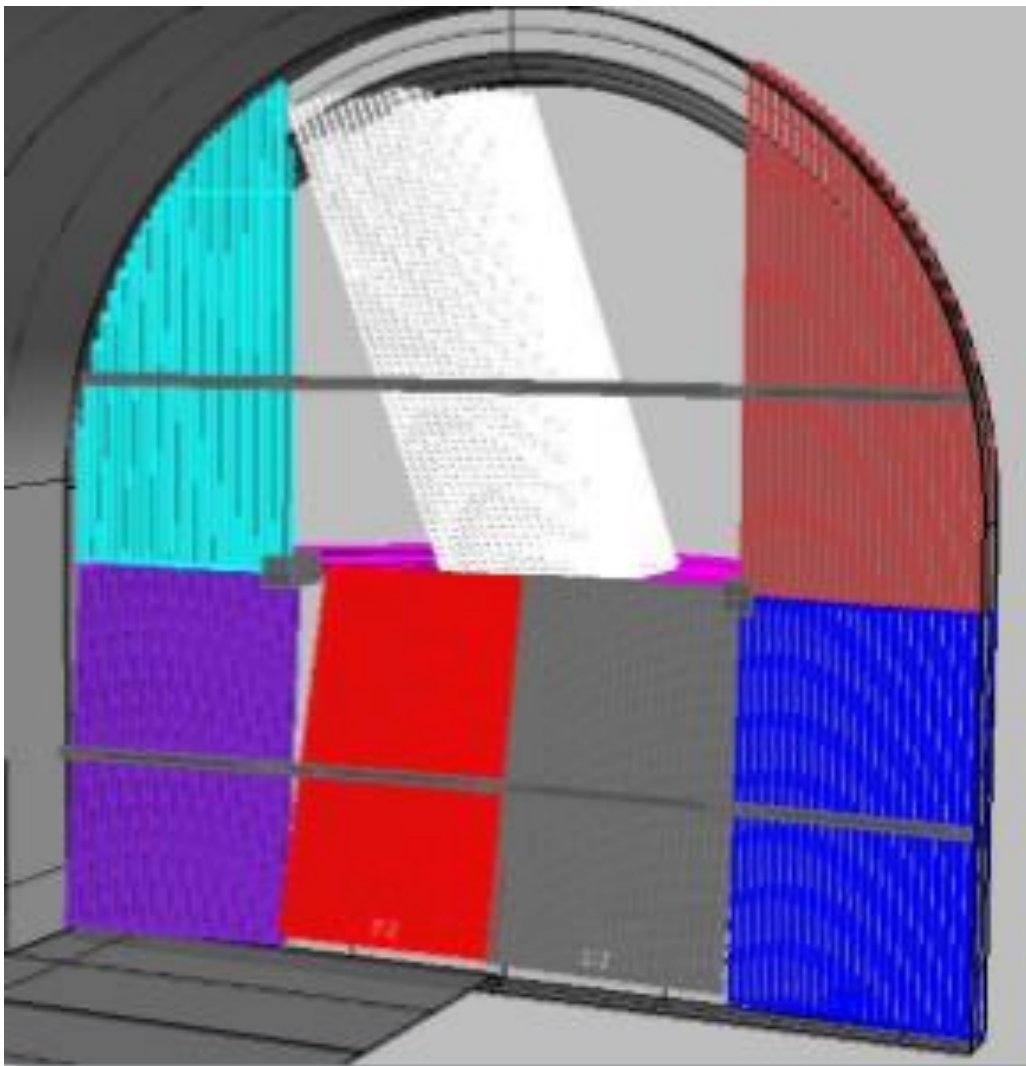


Figure 1: Reconstrução CAD das grades

A fim de resolver estes problemas, a PREPA contratou a empresa de engenharia ARG Precision para projetar métodos de manutenção de baixo risco que poderiam ser realizados enquanto a água permaneceria no túnel e no conduto forçado.

Isso foi importante porque A PREPA reconheceu que os esgotamentos da água poderia potencialmente levar a colapso o túnel. O conduto forçado de Yauco II tinha uma adutora para o abastecimento de água potável e, uma mínima vazão precisava ser mantida para permitir a o abastecimento das comunidades vizinhas.

Além disso, desejava-se que os planos de remediação fossem projetados para permitir que os túneis retomassem a geração em curto prazo para atender às necessidades da demanda.



Figure 2: Imagens das grades

A ARG Precision contratou a Hibbard Inshore como empreiteira para as operações subaquáticas, optando por uma solução robótica de reparo em vez de usar mergulhadores porque as áreas de trabalho estavam confinadas dentro de túnel e condutos forçados o espaço de acesso era limitado e a profundidade era significativa.

Inicialmente, a Hibbard Inshore foi encarregada de realizar a inspeção subaquática dentro do túnel de Yauco I a fim de quantificar os níveis de sedimentos no rock-trap e avaliar os condutos forçados de Yauco II.

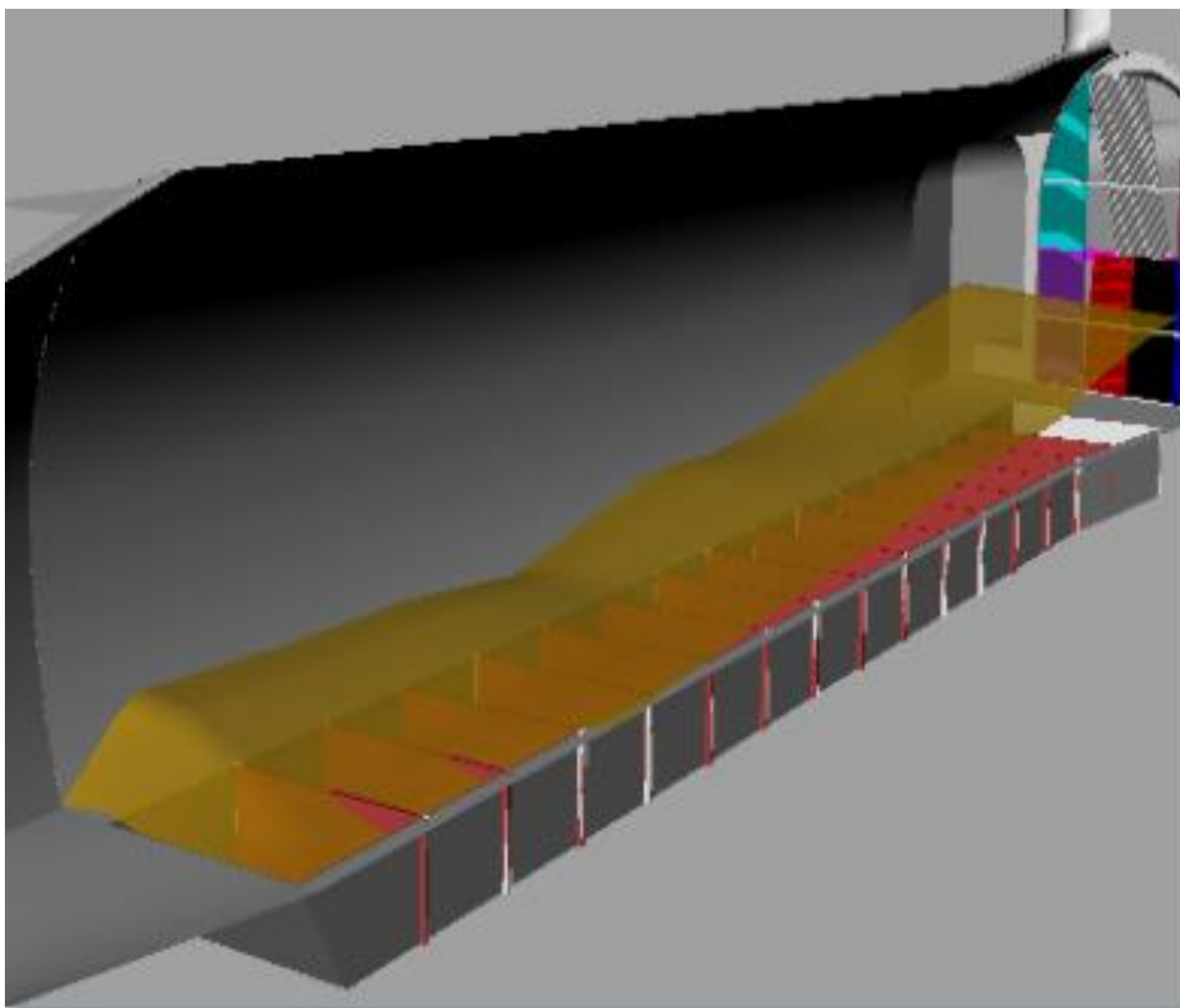


Figure 3: Reconstrução CAD do Rock-trap e dos Sedimento mapeado

Em Yauco I, as grades eram localizadas em cerca de 120 metros de profundidade. Uma seção das grades do peso de 1100 kg tinha sido separada e movida para baixo do conduto forçado a aproximadamente 250 metros a jusante.

O rock-trap de 30 metros de comprimento estava transbordando de sedimentos e rochas, havia cerca de 277 metros cúbicos de detritos identificados, mais que o dobro da capacidade que era de 133 metros cúbicos.



Figure 4: ROV pronto para remoção de sedimentos

Após a inspeção, a ARG Precision e a Hibbard Inshore foram encarregadas de fornecer soluções robóticas para a remoção dos componentes danificados das grades, dragagem dos sedimentos no rock-trap e da reparação das grades na usina de Yauco I enquanto projetando e fabricando um tampão provisório para Yauco II.

A primeira fase em Yauco I foi integrar ferramentas para que o ROV realizasse as operações de corte e remoção das grades: dois braços manipuladores de cinco funções que poderiam ser usados para operar ferramental e para retirar as estruturas. Foram adicionadas câmeras de vídeos aos braços do manipulador para que o piloto pudesse monitorizar independentemente a vista de cada braço.

Foi através desses braços e das ferramentas instaladas, tais como serra rotativas, tórquímetros entre outros que o ROV fez a remoção das grades. A equipe da Hibbard Inshore usou o ROV para instalar air-bags pneumáticos a fim de recuperar as seções das grades através da chamine de equilíbrio.



Figure 5: ROV com braços manipuladores para a remoção e instalação das grades

Após a remoção das grades, os braços do ROV foram usados para manobrar a mangueira de sucção da bomba em todas as áreas do rock-trap de 30 metros de comprimento para remover o sedimento e os detritos. O ROV (e bomba) removeram 254 metros cúbicos de sedimento.

O processo de reconstrução começou com a instalação de um novo feixe de suporte para as grades. As restantes secções das grades foram trazidas de volta ao alinhamento e aparafusadas no novo feixe de suporte. A Hibbard Inshore redesenhou

as seções das grades para que eles teriam maior resistência e poderiam ser instaladas por um ROV.

Após a conclusão dos reparos em Yauco I, o Time mudou-se para Yauco II.

Foram coletados dados precisos para permitir a fabricação de um tampão temporário que poderia ser inserido no túnel através da chaminé e levado para o local pelo ROV.



Figure 6: Retirada das grades

Após a fabricação do tampão temporário e vários testes em piscinas, o ROV colocou o tampão que tinha vedações redundantes, bem como monitoramento de pressão para determinar se algum dos selos não estavam acoplados corretamente ou não estavam segurando.

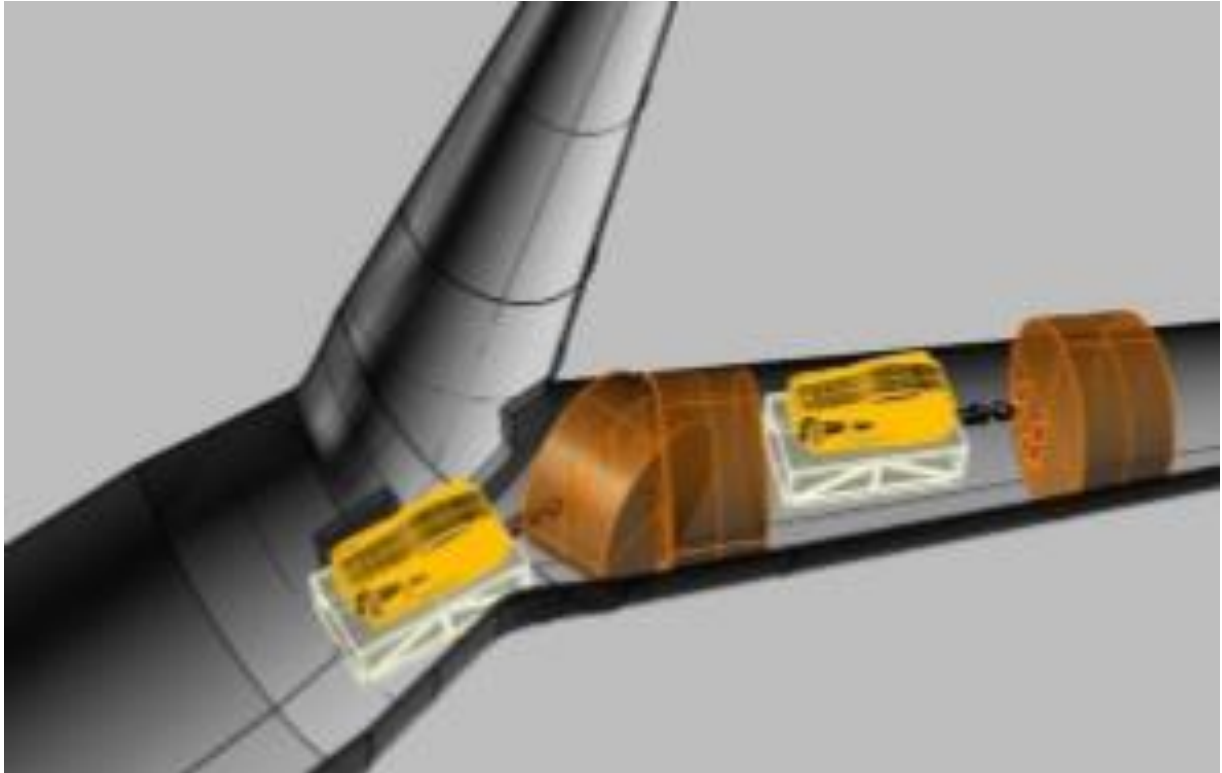


Figure 7: Bifurcação do penstock e reconstrução CAD do ROV instalando o tampão

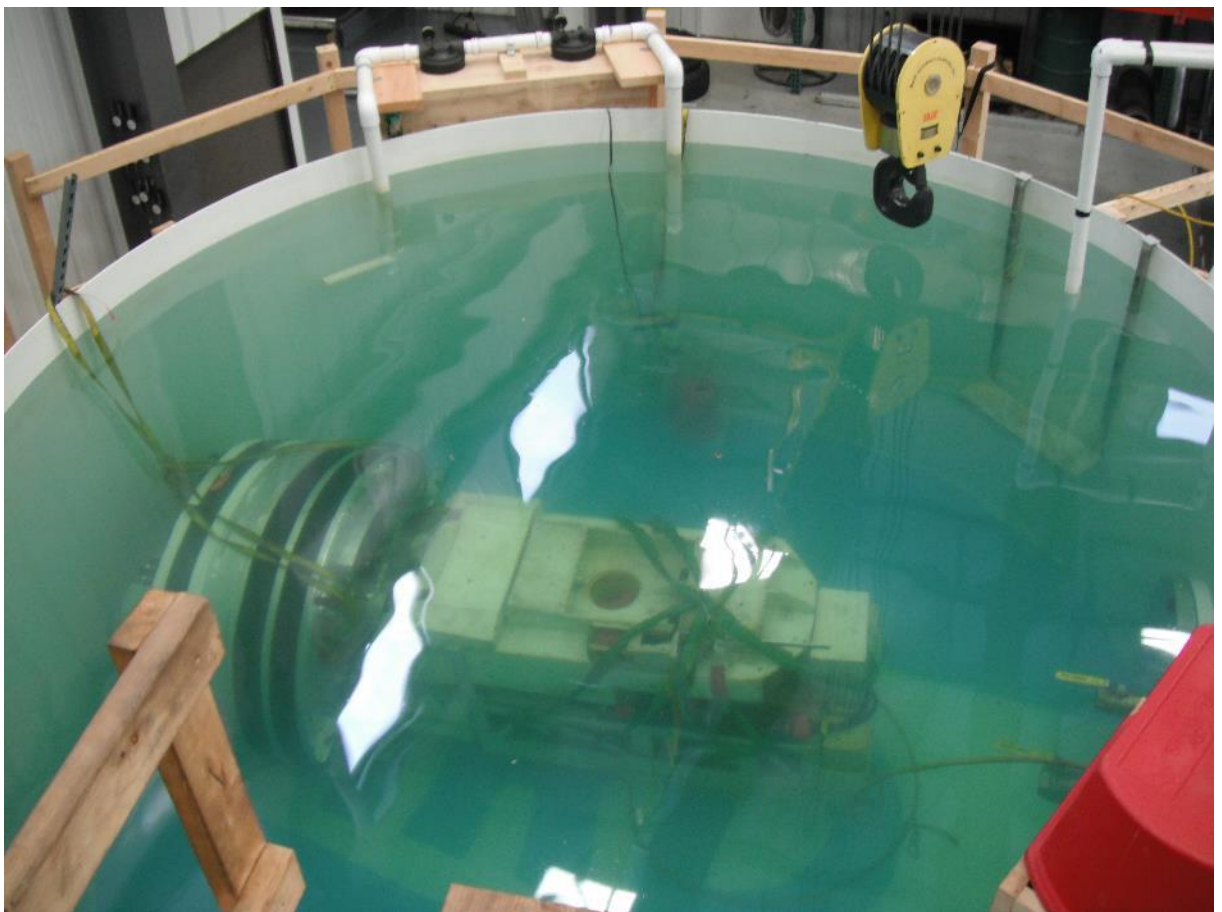


Figure 8: Test de instalação do tampão

Após a instalação a PREPA trabalhou para a remoção da válvula e depois que as manutenções foram executadas , o Time da Hibbard Inshore removeu o tampão provisório do conduto forçado.



Figure 9: Tampão instalado

2. Inspeção e detecção de infiltrações e vazamentos de água em túnel

Em uma Hidrelétrica na América Latina a Hibbard Inshore executou uma inspeção a fim de encontrar infiltrações com vazamentos de água em um túnel de adução.

Devido a um acordo de não divulgação, não é possível declarar nome da planta e mostrar imagens das infiltrações levantadas. Esse trabalho explica a metodologia e a tecnologia aplicada a fim de detectar as infiltrações, os vazamentos e mapear os caminhos da água.



Figure 10: Retirada das grades

A fim de encontrar os lugares certos de infiltrações e vazamentos de água, foram utilizadas três diferentes tecnologias:

- Medição de campo eletromagnéticos
- Mapeamento e medição de fluxos (correntezas da água por secção transversal)
- Injeção de corantes

2.1. Medição de campo eletromagnéticos

O ROV equipado com a tecnologia WILD (Willowstick Instrument for Leak Detection) da nossa parceira Willowstick, entrou no túnel com o sistema WILD instalado e puxando-o lentamente através do túnel enquanto coletando as informações para detectar a infiltração e o vazamento.



Figure 11:ROV entrando pela tomada d' água

2.2. Mapeamento e medição de vazão

Essa parte foi executada através de um Doppler que produz perfis das correntezas. O ADCP foi instalado ao ROV e para cada ponto notável foram executadas uma serie de secções transversais do túnel mapeando e medindo as vazões laterais da água. Todas as medidas foram executadas com o ROV em Hovering, ou seja, parado e tensionado pelo cordão umbilical,prestando muita atenção a não criar movimentos de água com os propulsores. Eventuais movimentos acidentais do ROV foram controlados pelo sistema inercial integrado a eletrônica de controle do ROV.

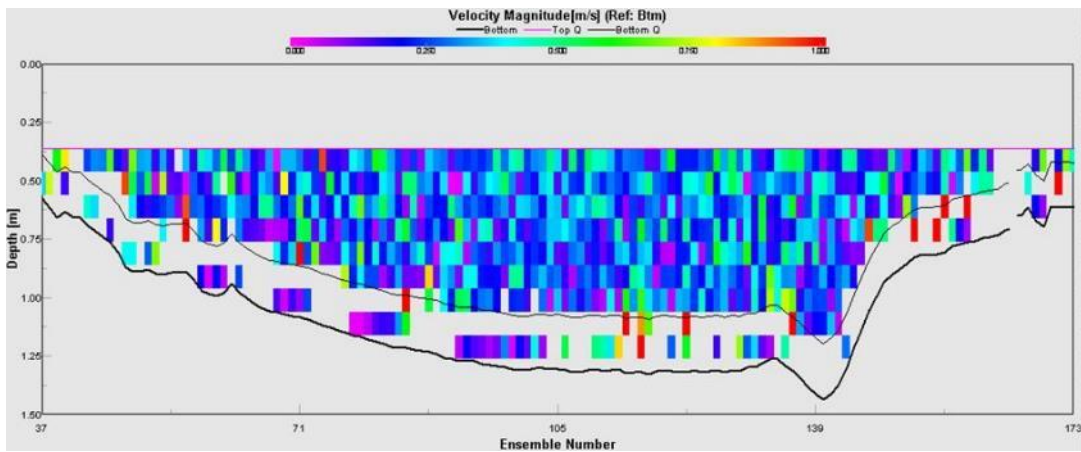


Figure 12: Exemplo de secção transversal de ADCP

2.3. Injeção de corante

Em todos os pontos encontrados, a fim de evitar falsos positivos, a infiltração foi confirmada através de injeção de corante. Injetando um corante de alto contraste na água e observando o movimento através de câmeras de vídeo (o ROV tem duas câmeras de vídeo instaladas, uma HD colorida e outra preto e branco para baixa luminosidade) e luzes, é possível determinar e confirmar se os pontos encontrados são efetivamente infiltrações com vazamento ou se o ponto é um falso positivo.



Figure 13: Injeção de corante

2.4. Mapeamento dos caminhos da água

A conclusão do projeto envolveu mais uma vez os parceiros da Willowstick para o mapeamento dos caminhos da água. Para essa fase usamos a metodologia tradicional de Willowstick que consiste em instalar um eletrodo dentro do túnel em posição estratégica e usar o outro eletrodo emparelhado e posicionado em vários lugares fora do túnel para medir os campos magnéticos gerados pela confluência da corrente elétrica através dos eletrodos. Através de especiais instrumentos da Willowstick, foi possível mapear os caminhos da água.

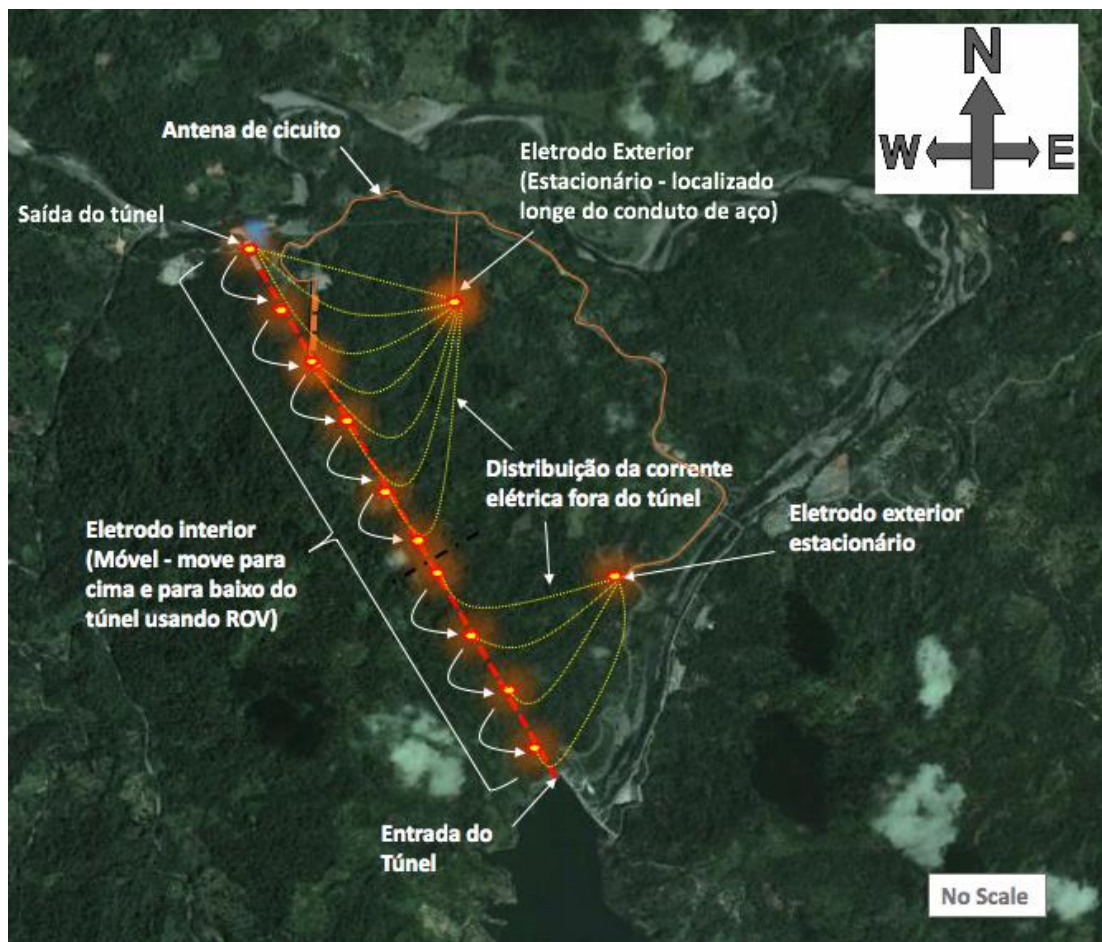


Figure 14: Mapeamento dos caminhos da água

3. PALAVRAS-CHAVE

ROV, INSPEÇÕES SUBAQUATICAS, TRABALHO SUBAQUATICOS, CONSTRUÇÕES SUBAQUATICAS, INFILTRAÇÕES, VAZAMENTOS.