

ANEXO 5 – INSTALAÇÃO

A instalação do cabo do Sistema SOL ao longo das águas portuguesas na Plataforma Continental Estendida (PCE) e na subdivisão dos Açores (incluindo o ramal de ligação do cabo SOL à ilha de São Miguel) (S1.0, S1.1 e S2.0) cumprirá as boas práticas internacionais de engenharia de cabos submarinos, designadamente, o estabelecido pelo ICPC – *International Cable Protection Committee*, ITU-T G.977), entre outras.

5.1. Engenharia de Rota do Cabo

A rota do cabo do Sistema SOL ao longo da PCE e da subdivisão dos Açores (incluindo o ramal de ligação do cabo SOL à ilha de São Miguel) (S1.0, S1.1 e S2.0) foi concebida para evitar perigos potenciais, outros utilizadores dos fundos marinhos, perturbações dos recursos e das operações marítimas e para assegurar a proteção a longo prazo do cabo. A sua rota e a conceção do projeto foram desenvolvidas e refinadas através de duas etapas principais:

- Estudo documental (Desktop Study (DTS)) e
- Levantamento da rota do cabo (Cable Route Survey (CRS)).

Nestas etapas foi efetuada uma análise detalhada de todos os fatores que afetem a rota do cabo e respetivo ramal, incluindo aspetos físicos, ambientais, socioeconómicos e regulamentares. Esta análise constitui a base para as atividades de levantamento da rota, com o mapeamento detalhado no fundo do mar da rota final.

Relativamente à *Cable Route Survey* (CRS) nas águas nacionais na área da Plataforma Continental Estendida (PCE) e dos Açores, esta foi previamente autorizada pela Direção-Geral da Autoridade Marítima (DGAM) e pela Direção Regional da Ciência e Tecnologia (DRCT) da Região Autónoma dos Açores (RAA), através da Nota Verbal n.º 9922/2025 da Embaixada dos Estados Unidos, de 2/01/2025.

O levantamento da componente em águas portuguesas decorreu entre 18 de março 2025 e 8 de abril 2025, para águas profundas, e entre 22 e 24 de fevereiro de 2024 para águas pouco profundas. O objetivo específico deste levantamento foi o de estabelecer uma rota segura e económica para o cabo proposto, determinando a profundidade da água, os riscos do fundo marinho, a geomorfologia e outros dados oceanográficos e antropogénicos. Além disso, foi dada especial atenção ao registo e à cartografia dos corais e de quaisquer outros substratos de fundo duro, bem como de todas as áreas de algas marinhas e outros organismos sensíveis.

Assim, a CRS incluiu os fundos marinhos rasos e profundos da rota. Nestas ações, foram recolhidos e analisados os dados batimétricos e outros para determinar a rota ideal para a instalação. Foram recolhidas amostras do fundo marinho, conforme apropriado, de modo a apoiar a classificação dos sedimentos.

Durante a fase de planeamento da rota do cabo e respetivo ramal, a seleção de rotas possíveis e os exercícios de levantamento marítimo foram otimizados para garantir o estabelecimento uma rota que, na medida do possível, minimize o impacto no fundo marinho durante a fase de instalação, bem como assegure o assentamento no fundo marinho minimizando os riscos sobre o próprio cabo.

Tendo em consideração à tecnologia a utilizar para realizar o assentamento e aterragem do cabo, é importante que o traçado do cabo possa seguir as áreas do fundo marinho onde haja mais sedimentos. Estes, por seu lado, devem idealmente ser de natureza adequada, para fornecer proteção ao cabo instalado contra os efeitos naturais externos.

Normalmente, tal significa evitar áreas de topografia acidentada (ex. recife rochoso que provoque abrasão à armadura do cabo) e batimetria ondulante (ex. ondas de areia e outras marcas), se possível. Ao selecionar manchas de fundo marinho

que ofereçam boas condições para a operação de assentamento e sem enterramento, o impacte provocado no fundo marinho é reduzido ao mínimo.

Durante a CRS, foram sendo efetuadas diversas alterações necessárias no contexto do acima exposto, com vista a estabelecer a rota ideal.

Na sequência da CRS, o cabo e respetivo ramal foi tecnicamente projetado para se adequar à rota selecionada. Isto significa que o tipo de cabo, a instalar, será constituído por diversas seções cujas características variam com a profundidade, o tipo de fundo marinho, e os locais onde o cabo será assente.

5.2. Materiais Constituintes do Sistema de Telecomunicação

O cabo do Sistema SOL ao longo da PCE e da subdivisão dos Açores (incluindo o ramal de ligação do cabo SOL à ilha de São Miguel) (S1.0, S1.1 e S2.0) utilizará um cabo submarino de fibra ótica, projetado e construído pela SubCom, que incorporará materiais para minimizar o respetivo impacte ambiental.

5.2.1 Tipos de cabo

Para a instalação estão propostos quatro tipos de cabo para instalação na ZEE e no Mar Territorial das águas portuguesas na área da PCE e dos Açores. As variações compreendem diferentes níveis de armadura do cabo e incluem: “Cabo leve” (Lightweight – LW), “Cabo com armadura para aplicações especiais” (Special Application Armor – SPA), “Cabo com armadura de arame leve” (Light Wire Armoured – LWA) e “Cabo com armadura dupla” (Double Armoured – DA).

Foi selecionada a melhor solução de blindagem ao longo da rota, com base nos métodos de engenharia e instalação do cabo. Será utilizada uma blindagem de cabo mais pesada nas seções mais próximas da praia e ambiente costeiro, onde as atividades recreativas de turismo e marítimas possam potencialmente danificar o cabo. Entretanto, será instalado cabo não blindado em águas profundas, onde se considera também não ser necessário efetuar o enterramento (apenas *surface lay*) e onde o potencial de danos causados ao cabo por forças externas é considerado mínimo. A tabela seguinte apresenta as características das variações do cabo da SubCom para o cabo do Sistema SOL ao longo da PCE e da subdivisão dos Açores (incluindo o ramal de ligação do cabo SOL à ilha de São Miguel) (S1.0, S1.1 e S2.0).

Quadro 5.2.1 – Características de diferentes tipos de cabo para S1.0

Tipo de Cabo	Código	Comprimento (km)
Special Purpose Application Cable	SL17SPA	72,059
Special Purpose Application Cable	SL21SPA	4,635
Lightweight Cable	SL17LW	820,394
Total		897,088
NOTE: SL – surface-lay		

A extensão de cabo a colocar no segmento 1.0 é de 897,088km.

Quadro 5.2.2 – Características de diferentes tipos de cabo para S1.1 (ramal de ligação BU1 a São Miguel) e comprimento

Tipo de Cabo	Código	Comprimento (km)
Double Armour Cable	SL17DA, SL	20,465
Light Wire Armour Cable	SL7LWA, SL	31,774
Special Purpose Application Cable	SL17SPA, SL	210,832
Lightweight Cable	SL17LW, SL	49,448
Total		312,519

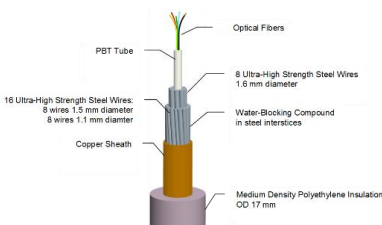
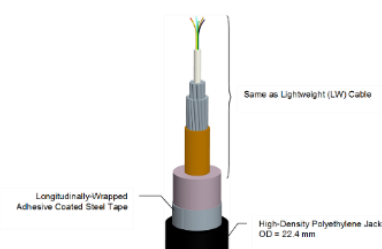
A extensão de cabo a colocar em águas portuguesas no segmento 1.1 é de 312,519km.

Quadro 5.2.3 – Características de diferentes tipos de cabo para S2.0

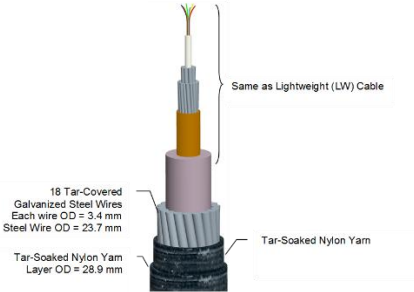
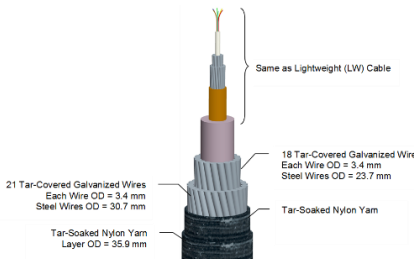
Tipo de Cabo	Código	Comprimento (km)
Special Purpose Application Cable	SL17SPA	542,283
Lightweight Cable	SL17LW	700,505
Total		1.242,788

A extensão de cabo a colocar no segmento 2.0 é de 1.242,788km.

Quadro 5.2.4 – Características das variações do cabo SL17 da SubCom (Fonte: SubCom, 2024)¹

Tipo de Cabo	Orientações e Propriedades para a Seleção	Exemplo
Cabo leve (LW)	É utilizado na maioria dos ambientes oceânicos profundos benignos. O diâmetro nominal do cabo LW é de 17 mm e o seu peso na água de 3,5 kN/km. A implantação máxima é normalmente de 8.000 metros; geralmente será enterrado.	
Cabo com armadura para aplicações especiais (SPA)	É utilizado em áreas de fundo marinho mais agitado e/ou áreas com aumento moderado de abrasão. Normalmente é implantado em águas profundas até 6.500 metros. O diâmetro nominal do cabo SPA é de 23 mm e o seu peso na água de 4,0 kN/km.	

¹ SubCom. (2024). *Características das variações do cabo SL17*.

Tipo de Cabo	Orientações e Propriedades para a Seleção	Exemplo
Cabo com armadura de arame leve (LWA)	A armadura de arame leve é geralmente utilizada em áreas da plataforma continental e encostas onde os riscos de agressão externa estão presentes e a instalação nas profundidades desejadas pode não ser alcançada. A implantação máxima é normalmente de 2.000 metros. É utilizado nas seguintes áreas: • Onde o cabo for colocado superficialmente em condições marginais de fundo sem risco de agressão externa; • Onde a instalação de cabos até à profundidade alvo é questionável e estão identificados riscos de agressão externa; além da profundidade de implantação do cabo DA. A sua instalação é efetuada em condutas em terra para reduzir o atrito durante a instalação e reduzir custos. O diâmetro nominal do cabo LWA é 28,9 mm e o seu peso na água de 14,87 kN/km.	 Same as Lightweight (LW) Cable 18 Tar-Covered Galvanized Steel Wires Each Wire OD = 3.4 mm Steel Wire OD = 23.7 mm Tar-Soaked Nylon Yam Layer OD = 28.9 mm
Cabo com armadura dupla (DA)	O cabo DA é normalmente utilizado na zona do cabo que se encontra junto à costa, onde os riscos de ambientes de alta energia e agressões externas são maiores. A profundidade de implantação é, geralmente, de 600 metros. Normalmente, é utilizado nas seguintes áreas: • Ambientes de elevada energia (energia das ondas, correntes rápidas) e em áreas de megaondulações/ondas de areia (indicando mobilidade de sedimentos), onde cabos enterrados podem ficar expostos; • Afloramentos rochosos e com cobertura sedimentar inferior ao razoável, onde a abrasão é um risco; • Travessias de condutas; • Onde estão identificados riscos de agressão externa junto de cabos planeados para assentamento superficial. O diâmetro nominal do cabo DA é de 35,9 mm e o seu peso na água de 30,17 kN/km.	 Same as Lightweight (LW) Cable 21 Tar-Covered Galvanized Wires Each Wire OD = 3.4 mm Steel Wires OD = 30.7 mm Tar-Soaked Nylon Yam Layer OD = 35.9 mm

A informação constante do Anexo 3, apresenta a localização de cada uma das variações de cabo da SubCom a ser utilizada na instalação do cabo para os segmentos da rota em análise (S1.0, S1.1 e S2.0).

5.2.2 Proteção adicional do cabo

Se necessário, e em zonas de profundidades de água baixas na aproximação à praia, pode ser instalado um tubo articulado sobre os segmentos do cabo para proteção adicional. Depois de o cabo ter sido colocado, inspecionado e testado de forma satisfatória, é aplicado o grampo de armadura. O tubo articulado dividido é produzido em ferro dúctil ASTM A536 Gr 65-45-12. O tubo articulado, com a configuração típica indicada na figura seguinte, proporciona resistência à abrasão e excelente resistência ao impacto para cabos submarinos.



Figura 5.2.1 - Tubo articulado (Fonte: SubCom, 2024)

5.2.3 Repetidores

Os repetidores, ligados ao cabo, são instalados aproximadamente a cada 75 a 90 km (65 a 78 MN). Servem como amplificadores para reforçar o sinal ótico.

5.2.4 Unidades de Derivação

Uma unidade de derivação é um equipamento instalado em série no tronco principal do cabo que contém interruptores óticos utilizados para conectar um cabo de ramificação ao tronco principal, com a finalidade de estabelecer a interconexão de transferência de dados entre vários locais dentro do sistema.

- Será instalada uma unidade de derivação, codificada como BU1 (*Branch Unit 1*), nas águas dos Açores, para o futuro ramal destinado a ligar o sistema ao futuro local de aterragem na ilha de São Miguel.

5.3. Instalação em ambiente marinho

Neste capítulo são descritos os métodos de trabalho, ferramentas e recursos normalmente utilizados para a instalação de cabos submarinos.

A instalação poderá ser realizada de forma ligeiramente diferente devido à alteração de recursos de última hora, aos requisitos finais da licença, à alteração da sequência da colocação do cabo ou à necessidade de reparação do cabo durante a instalação.

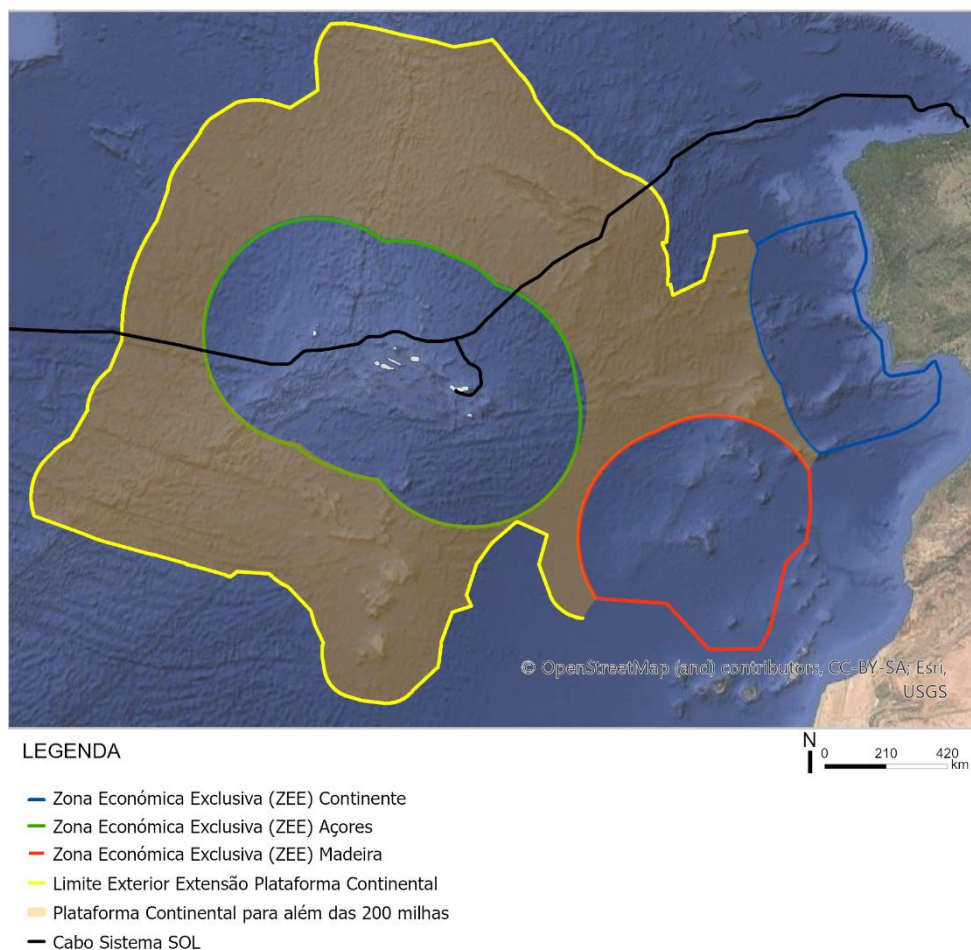
5.3.1 Assentamento do cabo

Foi efetuado o respetivo levantamento (CRS – Cable Route Survey ou Marine Survey). Este levantamento da rota do cabo submarino, esta foi previamente autorizada pela Direção-Geral da Autoridade Marítima (DGAM) e pela Direção Regional da Ciência e Tecnologia (DRCT) da Região Autónoma dos Açores (RAA), através da Nota Verbal n.º 9922/2025 da Embaixada dos Estados Unidos, de 29/01/2025

O levantamento (batimétrico e geofísico) offshore (realizado com o RV Ocean Invencible) decorreu entre 18/03/2025 e 08/04/2025, e o levantamento (batimétrico e geofísico) inshore/costeiro foi realizado (com a embarcação MV Scorpion) entre 24/02/2024 e 28/02/2024. O levantamento topográfico e do terreno foi realizado entre 25 e 29 de fevereiro de 2024 e o levantamento com mergulhadores foi realizado entre 1 e 2 de março de 2024. Apenas foi possível uma sobreposição de 485 m com o HOP (o alcance normal do trabalho é de 500 m) da embarcação offshore, devido ao rápido aumento da profundidade da água na área costeira e à capacidade do equipamento de levantamento costeiro. Não obstante, isso foi suficiente e adequado para efeitos do presente planeamento do sistema.

Tal como referido, o objetivo específico do levantamento em Águas Nacionais foi o de estabelecer uma rota segura e económica para o ramal de cabo proposto, determinando a profundidade do leito marinho e os riscos geomorfológicos, oceanográficos e antropogénicos associados. Além disso, foi dada especial atenção ao registo e à cartografia dos habitats de recife de coral e rochoso e de quaisquer outros substratos duros, bem como de todas as áreas de macroalgas e outros organismos marinhos sensíveis.

Projeto prevê o assentamento em águas portuguesas ao longo de uma rota numa extensão total de cerca de 881.764km ao longo da PCE, e de cerca de 1.191,459km que atravessam a ZEE dos Açores (e onde ocorre também o ramal de derivação para a ilha de São Miguel), bem como das componentes associadas para a ligação entre a BU1 e o BMH. Em suma, ao entrar no Espaço Marítimo Nacional (EMN), vindo do norte de Espanha, percorre cerca de 590,179km de extensão na zona da Plataforma Continental Estendida, entra na subárea da ZEE dos Açores, ao longo de aproximadamente 1.191,459km, e depois estende-se ao longo de cerca de 291,585km novamente na zona da Plataforma Continental Estendida, até sair do EMN.



Fonte: AECOM e GeoPortal do Mar Português – DGRM, 2025

Figura 5.3.1 - Rota do Cabo do Sistema SOL no mar português

Quadro 5.3.1 - Alinhamento do cabo SOL em águas portuguesas (Fonte: SubCom, 2025)

Secção do Cabo	Localização	Comprimento do cabo (km)
Cabo principal desde a entrada a nordeste na Plataforma Continental Estendida até entrada na ZEE dos Açores	Dentro da Plataforma Continental Estendida (1.º troço – sentido NE à SW)	608,227
Tronco do cabo desde a entrada até à saída da ZEE na subárea dos Açores (S2.0 – BU1 – S1.0)	ZEE Açores (Portugal) (sentido NE à SW)	1.231,065
Ramal de ligação à ilha de São Miguel (S1.1) (desde BU1 até O1 (BMH – Praia do Pópulo (dentro da ZEE na área dos Açores e MT)	ZEE Açores (Portugal)	312,519
Cabo principal desde a entrada a nordeste na PCE até à saída da PCE (S2.0)	Dentro da Plataforma Continental Estendida (2.º troço – sentido E à W)	300,583
TOTAL		2.452,395

ZEE – Zona Económica Exclusiva

O CRS incluiu uma análise geotécnica detalhada dos sedimentos para determinar os melhores métodos de instalação do cabo, sendo que concluiu-se que o melhor método de assentamento / instalação em toda a rota é a colocação do cabo sobre o fundo marinho (*surface lay*). É importante referir que a localização exata do cabo, o comprimento do cabo e metodologias de instalação poderão mudar ligeiramente durante as atividades de instalação. Os dados finais de localização do cabo e metodologia de instalação serão partilhados com as agências como *post-lay* data.

5.3.1.1 Colocação do Cabo à superfície do leito marinho (*Surface lay*)

A colocação do cabo será feita de acordo com o perfil do fundo do mar, o tipo de cabo e as características do fundo do mar. O principal objetivo durante a operação de colocação é instalar o cabo ao longo da rota planeada com folga adequada para que o cabo se adapte ao fundo do mar, evitando qualquer suspensão, conforme exemplificado na figura seguinte.

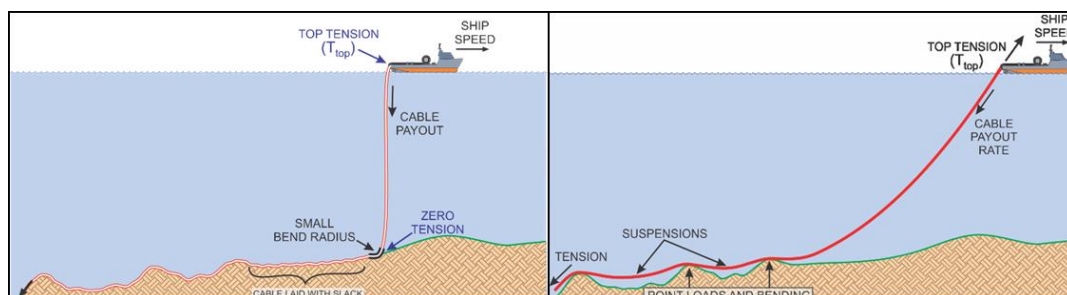
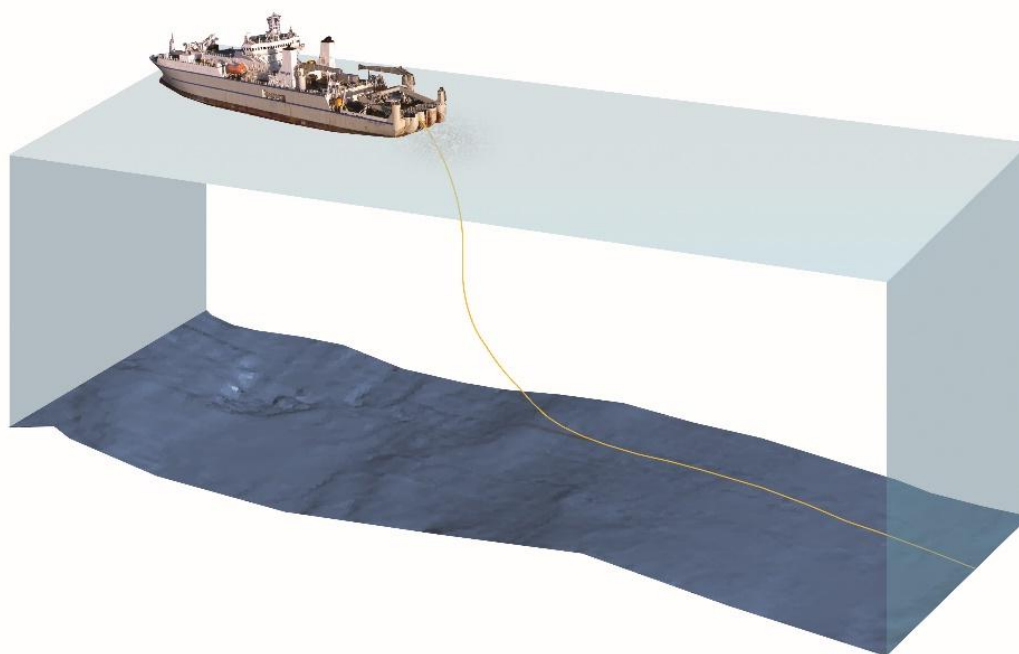


Figura 5.3.2 - Representação da operação de colocação do cabo sobre a superfície do leito/fundo marinho (Fonte: SubCom, 2025)

A velocidade de colocação do cabo é determinada considerando o tipo de cabo e a topografia do fundo do mar. Velocidades mais lentas são usadas para cabos blindados, enquanto cabos leves podem ser colocados a velocidades mais elevadas. O procedimento de colocação dos cabos submarinos deve assegurar o controlo do ângulo do cabo na água e a tensão de colocação, controlando também a velocidade do navio lança-cabos. As velocidades dos navios estão indicadas abaixo, ou são determinadas conforme indicado pelo comandante ou pelo gestor da missão:

Evento	Velocidade do navio
Instalação / colocação do repetidor	$\leq 1,5$ nós
Velocidade Máxima de colocação (V_s)	6 nós

Todas as atividades de colocação de cabos serão monitorizadas de perto, e os engenheiros a bordo utilizarão as mais recentes tecnologias e procedimentos da indústria de instalação de cabos submarinos para garantir que os cabos são colocados de

acordo com o projeto original. O equipamento de manuseamento de cabos inclui dois tambores de cabo de 30 toneladas e um motor linear de cabo (LCE) com 20 pares de rodas, permitindo o manuseamento rigoroso e o controlo de todos o processo de colocação do cabo.

Posteriormente, utilizando técnicas de gestão da folga do cabo durante as operações de colocação à superfície, os engenheiros a bordo garantirão que existe cabo suficiente para permitir a conformidade do sistema com as várias ondulações e características do fundo marinho, conforme identificado durante as operações de levantamento do fundo marinho e rota.

A execução dos trabalhos de instalação marinha do cabo, envolvendo a ligação à BU1 e a colocação do cabo à superfície do fundo marinho (*Surface Lay*) até à área costeira onde irá aterrar, envolve um plano e execução estruturado nas fases apresentadas nos pontos seguintes:

5.3.1.1.1 Fase 0 — Engenharia, licenças e pré-condições

Objetivo: fechar o design e preparar o corredor para o cabo.

- Engenharia de rota: validação de RPL/KP, análise de perigos geológicos (taludes, ravinas, fluxos de correntes de fundo), tráfego de pesca/ancoragens e cruzamentos (O&G, energia).
- Levantamentos finais: batimetria MBES de alta resolução, SSS, *sub-bottom* (se necessário), inspeção UXO; “*route conformance*”.
- Acordos de cruzamento e desenhos de cruzamento (colchões/berma rochosa/conduitas).
- Planos aprovados: Plano de Trabalhos e Instalação, Plano Ambiental e HSE, Monitorização, Sinalização e Avisos aos Navegantes e zonas de exclusão; contratação de navio guarda e ligação à pesca.
- Testes de sistema em terra: FAT/SIT de cabos, BU1, eventuais repetidores, OTDR de referência; validação de proteção mecânica (tubos articulados, URADUCT, etc.).

Go/No-Go: licenças válidas; janela meteo-oceanográfica dentro dos limites; meios e pessoal mobilizáveis.

5.3.1.1.2 Fase 1 — Mobilização e “load-out”

Objetivo: preparar o navio de lançador (MLV) e ferramentas.

- Carga de cabo em tanques (*trunk + branch*), repetidores, BU1 e outras, juntas e sobressalentes; verificação de metragens e marcações KP.
- Sistemas de posicionamento: DP, USBL/LBL, giroscópios; calibração.
- HAT (*Harbour Acceptance Test*): OTDR, comunicações, tensão/*lay control*, ROVs, guinchos e carrosséis.

5.3.1.1.3 Fase 2 — “Pick-up” do shore-end e transição para assentamento com MLV

Objetivo: acoplar o cabo vindo de terra e iniciar o assentamento *offshore*.

- Recolha da bóia de retenção (se usada), prova de tração e continuidade.
- Proteção de zona de rebentação já instalada (tubo articulado/URADUCT) e verificada.
- Início de *main lay* a velocidade controlada (tipicamente 0,5–1,0 nós), com *touch-down monitoring* (sonda, ROV ou *layback model*), gestão de *slack* e registo contínuo de tensão/ângulos.

5.3.1.1.4 Fase 3 — Assentamento feito com MLV do troço principal (*trunk*) de/até ao ponto da BU1

Objetivo: assentar o troço tronco desde as coordenadas da BU1 até à fronteira da PCE portuguesa, mantendo RPL.

- Rota e tolerâncias: aderência à RPL com desvios dentro dos limites; execução de cruzamentos conforme desenho.
- Registos: KP contínuo, tensão, *layback*, metrologia USBL; registos HSE e ambientais.

5.3.1.1.5 Fase 4 — Instalação e ligação da BU1 no leito marinho

Objetivo: posicionar, ligar e proteger a BU1, estabelecendo a derivação para o ramal de Ponta Delgada-Açores.

- Preparação no convés:
 - Verificação final da BU1 (pressão/estanqueidade, ligações internas, identificação de fibras), configuração de portas (*trunk-in, trunk-out, branch*).
 - OTDR pré-instalação nos segmentos a ligar e ensaio elétrico/isolamento da bainha.
 - Configuração do “splice room” para fusões (ambiente controlado).
- Posicionamento no fundo:
 - Aproximação ao site (zona plana, baixa declividade e livre de blocos, previamente certificada por ROV).
 - Touch-down da BU1 com orientação definida (*heading*), guiado por ROV; confirmação de posição por USBL/LBL.
- Ligações ao tronco e ao ramal:
 - Paragem controlada do assentamento; corte do cabo tronco e preparação das pontas.
 - Fusão de fibras e montagem de juntas para *trunk-in* e *trunk-out* (ou integração direta se BU1 fizer parte do “wet plant” contínuo).
 - Lançamento do *branch cable* a partir da BU1, iniciando o *branch lay* em direção ao destino (São Miguel), com testes OTDR após cada fusão.
- Proteção local da BU1:
 - Exclusão de enterramento numa zona de segurança em torno da BU1 (tipicamente raio 5–10 m).
 - Proteção com colchões, “grout bags”, estrutura/berma de rocha leve ou “skid frame”, conforme design.
 - Instalação de *transponder/marcador* para futura localização.
- Verificações: OTDR bidirecional *trunk* e *branch*, ORL, isolamento; inspeção ROV detalhada ao conjunto BU1 + *leads* de entrada/saída.

Critério de avanço: BU1 na posição e orientação de projeto; ligações aprovadas por testes; proteção instalada.

5.3.1.1.6 Fase 5 — Instalação do ramal a partir da BU1 até zona costeira

Objetivo: assentar (*surface lay*), com MLV, o cabo do ramal até à zona costeira de aterragem.

- Início do main lay a velocidade controlada (tipicamente 0,5–1,0 nós), com touch-down monitoring (sonda, ROV ou layback model), gestão de slack e registo contínuo de tensão/ângulos.
- Perfil de assentamento conforme Plano.
- Registo “as-laid” completo (KP, posição, tensão, layback).

5.3.1.1.7 Fase 6 — “Pick-up” do shore-end e transição desde “main lay”

Objetivo: acoplar o cabo vindo do mar à infraestrutura terrestre já instalada na praia (BMH e condutas) para terminar o assentamento e aterragem.

- Puxada de cabo desde o MLV até terra.
- Ligação à infraestrutura terrestre e fixação pela equipa *shore-end*.
- Proteção de zona de rebentação já instalada (tubo articulado)

5.3.1.1.8 Fase 7 — Pós-assentamento (PLIB) e proteção

Objetivo: atingir a profundidade de assentamento e proteção previstas.

- Zonas sensíveis: redução de energia junto a *habitats* protegidos; alternativas com colchões/bermas rochosas.
- Exclusão junto da BU1: reforçar proteção mecânica dos “leads” a montante/jusante.
- Inspeção ROV/MBES do corredor (*trunk* + *branch* + BU1), documentação fotográfica/vídeo, identificação de “free spans”.
- Testes de sistema: OTDR *final* bidirecional com traços de referência; se alimentado, testes PFE (insulation, hipot, corrente de linha, shunt check).
- SAT (*Sea Acceptance Test*): verificação de parâmetros óticos e elétricos vs. especificação; aceitação formal.

5.3.1.1.9 Fase 8 — Desmobilização e “as-built”

Objetivo: concluir obra e entregar documentação.

- Restituição da praia às condições de referência, ou melhores, prévias à execução das atividades de instalação.
- Retirada de meios.
- Relatório ambiental de conclusão
- Dossier *as-built*: rota (RPL vs. *as-laid*), KP, cruzamentos, localização/proteção da BU1, registos de tensão/*layback*, relatórios OTDR/elétricos, vídeos ROV, lista de juntas/sobressalentes, plano de O&M.

5.3.1.2 Limites operacionais típicos (para orientação)

- $H_s \leq 2,0-2,5$ m (assentamento); $\leq 1,5-2,0$ m (operações finas/BU1/ROV).
- Vento ≤ 25 nós (*main lay*), ≤ 20 nós (operações estacionárias/ROV).
- $H_s \leq 2,0-2,5$ m (assentamento); $\leq 1,5-2,0$ m (operações finas/BU1/ROV).
- Vento ≤ 25 nós (*main lay*), ≤ 20 nós (operações estacionárias/ROV).

5.3.1.3 Riscos principais e mitigação

- Condições meteo-oceanográficas adversas: janelas flexíveis; possibilidade de “*stand-by/abandon-and-recover*”.
- Acidentes geográficos/taludes: micro-ajustes de rota; controlo de tensão.
- Interação pesca: guard vessel e comunicação contínua.
- Integridade da BU1: exclusão de enterramento, proteção redundante e marcação; testes após cada fusão.
- Ambiental: monitorização contínua de turbidez/ruído; derrames, segurança e higiene no trabalho.

5.3.1.4 Entregáveis por fase

- Fase 0: RPL final, Plano de Assentamento, Dossier de Cruzamentos, Plano Ambiental/HSE.
- Instalação: registos de tensão/*layback*, KP, “*as-laid*”, relatórios ROV; testes OTDR por troço e após BU1.
- Fase 5, 7 e 8 : SAT, mapas DoB, relatório PLI, localização e proteção da BU1; manual O&M; Dossier *as-built*: rota (RPL vs. *as-laid*).

5.3.2 Aterragem do cabo na praia

Uma vez edificado o BMH e o Sistema de Ligação à Terra (*Ocean Ground Bed* – OGB) na Praia do Pópulo e as ligações terrestres a associar, estão estabelecidas as condições para a aterragem do cabo na praia. O OGB consiste numa série de eléctrodos enterrados que proporcionam o caminho de retorno para o circuito eléctrico que alimenta os repetidores no sistema de cabos submarinos. Este OGB será instalado na praia, num local próximo da caixa de visita (BMH) em áreas com boa condutividade do solo. As caixas de visita na praia (BMH) conectam os cabos submarinos aos cabos terrestres e consistem em câmaras em betão situadas abaixo do solo na zona costeira (processo fora do âmbito do presente TUPEM).

5.3.2.1 Operações de aterragem do cabo na praia

A execução dos trabalhos de aterragem do cabo na praia irá envolver um plano e execução estruturados nas fases que a seguir se descrevem.

5.3.2.1.1 Fase 0 — Licenciamento e pré-condições

Objetivo: processo de autorizações concluído e preparação do enquadramento operacional.

- Antes do início da instalação, o engenheiro responsável realizará uma reunião de coordenação. O objetivo da reunião é garantir que todas as partes compreendam o âmbito do trabalho, o cronograma e as precauções de segurança adequadas.
- Licenças/autorizações: trabalhos no domínio público marítimo, ocupação/condicionamento de praia, título de utilização do espaço marítimo, condicionantes ambientais e de património, coordenação com Capitania/Autoridade marítima, autarquia e entidade ambiental regional.
- Condições ambientais: janela meteo-oceanográfica alvo (vento, ondulação, marés, visibilidade); plano de mitigação ambiental (controlo de turvação, ruído, proteção de habitats, períodos de nidificação).
- Notificações públicas: Aviso aos navegantes, sinalização e perímetros de segurança em terra e no mar.
- Planos:
 - Plano de Operações e Instalação (metodologia *shore-end*: vala aberta, proteção e enterramento na praia)
 - Plano sinalização.
 - Plano de Segurança e Saúde (inclui plano de mergulho e procedimentos de emergência/evacuação médica).
 - Plano monitorização.
 - Plano de comunicação com autoridades e público.

Critério de avanço: licenças válidas, janela meteo-oceanográfica dentro dos limites de *go/no-go*, equipas e meios contratados.

5.3.2.1.2 Fase 1 — Mobilização

Objetivo: mobilizar o equipamento e estabelecer o perímetro de segurança para as atividades de “*pull-in*”.

- Preparação da zona de aterragem / praia: Previamente ao arranque dos trabalhos, uma equipa vai avaliar as condições do local e dependendo da situação no dia da aterragem (correntes, clima, segurança, licenças), a equipa de praia coordenará os planos de mitigação, conforme necessário.
- Para a operação de aterragem, os preparativos na praia consistirão em:
 - Mobilizar o equipamento necessário para o local e montagem em terra: delimitação da frente de trabalho; instalação de guincho dimensionado, roletes/sheaves, ponto de ancoragem, via de circulação para máquinas; proteção de areais; colocação de tapetes/chapas;
 - Localizar e identificar os cabos existentes;
 - Inspeção prévia do equipamento para aterragem/montagem do cabo - BMH e duto: inspeção do duto/PEAD; passagem e teste do mensageiro desde a cabeceira na praia até à BMH; ensaio de tração;
 - Verificação prévia da SWL da montagem e testes operacionais/funcionais;
 - Identificar e marcar quaisquer cruzamentos com outros cabos IS e OOS;
 - Escavação e exposição dos dutos de entrada na cabeceira;
 - Abertura de valas
 - Montagem e/ou instituição de medidas de controlo de tráfego e/ou segurança
 - Montagem de tubos divididos
 - Testes de carga em setores giratórios, blocos de segurança e/ou blocos de tração
 - Calibração e certificações de montagem
 - Instalação de adaptador de tubo dividido para parede frontal
- Coordenação com navio: definição de fundeio/DP, embarcações de apoio, linha de mensageiro para o mar, plano de aproximação.
- Organização da Segurança: briefing (“*toolbox talk*”), verificação de EPIs, kits anti-derrame, barreiras de exclusão ao público.

Critério de avanço: guincho testado, ducto limpo e com mensageiro, perímetros ativos.

5.3.2.1.3 Fase 2 - Equipamentos e materiais (*just-in-time*)

Objetivo: garantir meios e consumíveis adequados.

- Guincho, roletes, cabeças de tração/*pulling head*, flutuadores para cabo, pesos de fixação (*clump weights*), macacos/talhas.
- Tubagem/forros de proteção (ex.: *cast-iron articulated pipe*) para a zona de *surf*.
- Ferramentas de enterramento / meios de escavação ligeira caso sejam necessários para a zona de *surf/nearshore* (ex: *hand jeting*).
- Laboratório de fibra: OTDR, *power meter*, fonte estável, equipamento de fusão, *racks/patch panels* na BMH/POP.
- Energia e testes elétricos: PFE/DC *test set* (se aplicável), instrumentação para teste de isolamento/bainha.

5.3.2.1.4 Fase 3 – 3.1 — Operações do terminal em terra (Dia D)

Objetivo: executar o *shore pull-in* e entregar o cabo na BMH.

- 1) Abrir vala na zona intertidal com proteção de areias;
 - 2) Posicionar roletes e forros;
 - 3) *Pull-in* coordenado;
 - 4) Assentar cabo;
 - 5) Repor perfis de praia de volta ao perfil original pre-existente.
- Gestão de folga/*slack*: registo de metragens (KP), marcação do ponto de corte para junção na BMH.
 - Registo “*as-laid*” de praia: fotografia, GNSS, notas de campo.

Critério de avanço: cabo entregue na BMH em estado íntegro, sem dobras de raio crítico; área segura e estável.

5.3.2.1.5 Fase 3 – 3.2 – Operações do terminal em mar (Dia D)

Antes de qualquer atividade offshore/marítima, é necessário realizar uma inspeção marítima com embarcações de suporte.

Antes do desembarque do cabo, uma corda submersível será colocada por um barco de apoio ao longo da rota do cabo, começando no BMH até a posição de stand-off do MLV. A corda submersível terá etiquetas KP, conforme a tabela de Resumo dos Requisitos de Instalação. Um barco de apoio irá lançar a corda utilizando um GPS portátil, seguindo o RPL. Um mergulhador irá começar a nadar ao longo do percurso do cabo até à posição de espera do MLV, seguindo a corda e registando o percurso. O vídeo irá gravar as etiquetas ao longo da corda e fazer filmagens panorâmicas do percurso. No mesmo dia, o vídeo será revisto pelo EIC da SubCom.

No dia da operação de desembarque, os engenheiros da SubCom e os seus subcontratados diretos estarão preparados na praia para trazer o cabo submarino para terra. A embarcação será posicionada ao largo da costa usando posicionamento dinâmico. Os procedimentos são os seguintes:

I. Um comprimento de linha de tração será colocado através do setor de viragem (quadrante) e conectado à máquina de tração ou guincho (na praia). Uma célula de carga mínima de 10 toneladas será colocada neste ponto de conexão ou na linha.

II. Este comprimento de linha de tração na praia será conectado diretamente ao cabo SL ou a uma linha fornecida pela embarcação e presa ao cabo.

III. Um pequeno barco será usado para trazer o cabo SL da embarcação para a praia. Dependendo das condições do local e do comprimento do cabo, um pequeno barco poderá puxar o cabo SL ou uma linha de tração em direção à praia. Se o pequeno barco estiver a puxar o cabo SL, um comprimento (dependendo da profundidade da água e das condições da zona de rebentação) da linha de tração terá sido enrolado no pequeno barco. Esta linha será utilizada para prender à linha de tração localizada na praia, se necessário.

IV. À medida que o cabo SL (ou linha de tração) é puxado para a praia, flutuadores são fixados com espaçamento de 7 metros ao cabo SL (ou intervalos apropriados ao longo do comprimento).

V. Quando a pequena embarcação chega à praia ou a um ponto designado fora da zona de rebentação, um mergulhador remove a linha de reboque enrolada na pequena embarcação e liga-a à linha de reboque colocada através do setor de viragem com uma manilha ou um bloqueio de martelo.

VI. Assim que as linhas de tração estiverem conectadas, a máquina de tração ou guincho começa a puxar o cabo SL para terra. Se necessário, embarcações de trabalho podem ser utilizadas para auxiliar a embarcação de tração, puxando a «barriga» do cabo SL contra a corrente para reduzir a catenária do cabo, conforme necessário, para se adequar à rota projetada.



Figura 5.3.3 - Exemplo de aterragem com escavadora, em que a escavadora em primeiro plano segura um quadrante enquanto a escavadora em segundo plano puxa a linha mensageira.

VII. Durante a operação de tração, um membro da equipa será designado para monitorizar as tensões da célula de carga. Prevê-se que as tensões de carga não excedam 5 toneladas. O monitor da célula de carga estará em contacto constante com o chefe de praia e o navio cabeleiro através de rádios VHF de banda marítima. Se as cargas excederem 5 toneladas, podem ser necessários ajustes.

VIII. À medida que o cabo SL é puxado para terra, os flutuadores serão removidos na beira da água e devolvidos ao navio assim que a operação de desembarque estiver concluída.

IX. Assim que houver folga suficiente, o cabo SL será preso com um travão de Kevlar a uma âncora de homem morto.

X. À medida que o cabo é posicionado de acordo com o RPL, um mergulhador cortará os flutuadores do cabo SL, começando na praia e avançando em direção ao mar. À medida que o mergulhador corta os flutuadores, ele fará uma pausa para permitir que mais folga seja induzida ou para que a folga seja removida, a fim de minimizar as travessias de terrenos de fundo desfavoráveis.

XI. Pequenos barcos recuperarão os flutuadores e os devolverão ao navio de instalação do cabo.

XII. Quando todos os flutuadores forem removidos, um mergulhador nadará ao longo do cabo para verificar as condições do cabo no fundo. Serão feitos ajustes conforme necessário para reduzir e/ou eliminar suspensões e pontos de atrito.

XIII. Com o cabo posicionado no fundo do mar, os mergulhadores instalarão duas âncoras de retenção de 1,5 toneladas a aproximadamente 150 metros à ré do MLV, em preparação para o início da instalação na superfície.

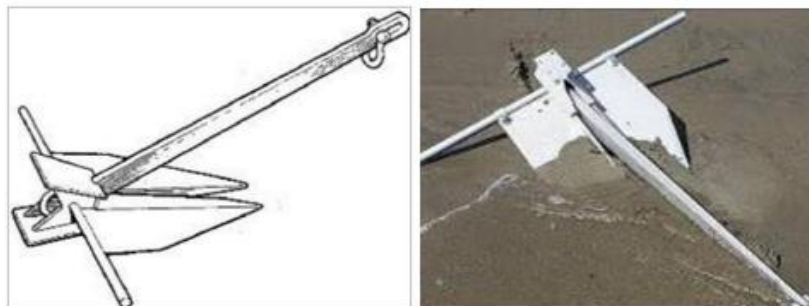


Figura 5.3.4 – Exemplo de âncoras de retenção (Fonte: SubCom, 2024)

XIV. Durante a operação de instalação inicial do cabo, as âncoras de retenção e a secção do cabo na costa serão monitorizadas por mergulhadores/ROV. Os mergulhadores estarão em comunicação constante com o barco de apoio.

XV. Assim que aproximadamente 5 km de cabo tiverem sido colocados na superfície pelo MLV, o bloqueador da costa poderá ser removido. Assim que o cabo for trazido para o BMH com folga suficiente, a equipa da extremidade da costa removerá os fios da armadura, aplicará a braçadeira da armadura e iniciará a operação de emenda tripla (a localização do BMH é apresentada no ANEXO 3 e o respetivo processo de licenciamento (bem como do OGB) será alvo de um processo autónomo).

XVI. Após a conclusão das operações de aterragem do cabo, será realizado um vídeo pós-instalação. Um mergulhador nadará ao longo do cabo para verificar o seu estado no fundo do mar. Serão feitos ajustes conforme necessário para reduzir e/ou eliminar o cabo que não se adapta ao leito marinho e pontos de atrito. Antes do vídeo pós-instalação, serão instaladas etiquetas de levantamento no cabo, de acordo com os requisitos de instalação.

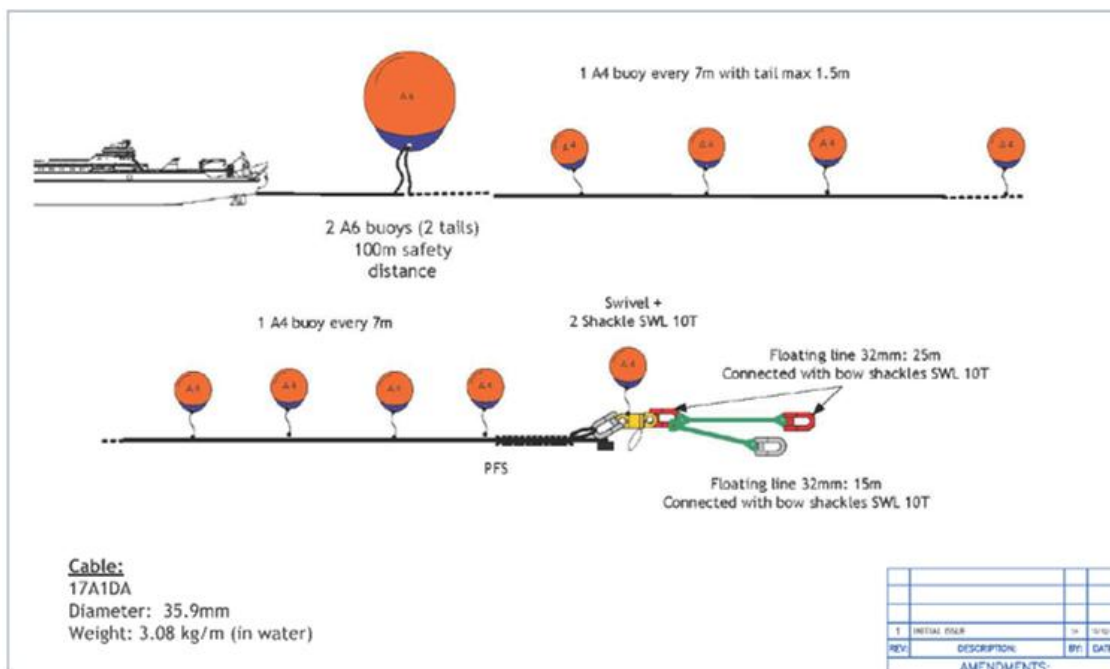


Figura 5.3.5 – Exemplo de configuração típica da montagem de boias acopladas ao cabo para flutuação até ao OGB (Fonte: SubCom, 2024)

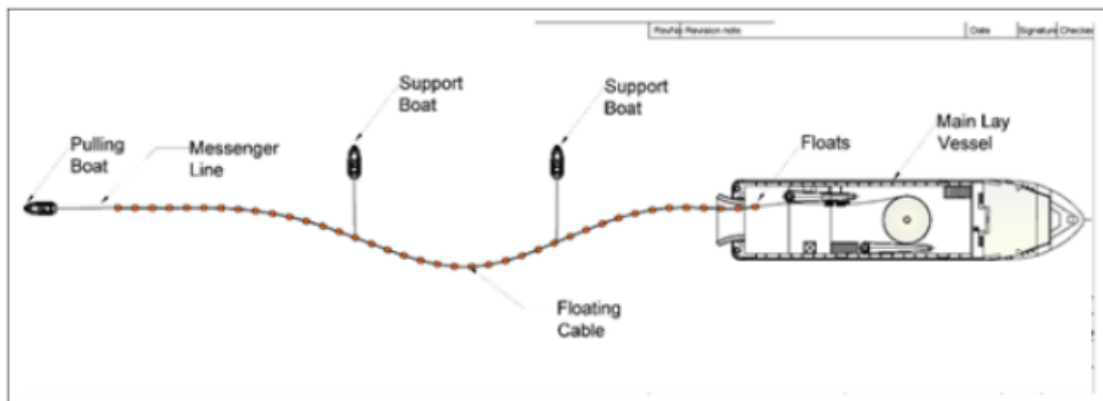


Figura 5.3.6 – Exemplo de operação típica de tração do cabo (Fonte: SubCom, 2024)

5.3.2.1.6 Fase 4 - Instalação de proteções e guia do cabo

Objetivo: guiar e proteger o cabo na zona de surf até profundidade segura.

- Guiamento do cabo: colocação e remoção faseada de flutuadores; alinhamento em rota; fixações temporárias.
- Aplicação da braçadeira blindada: A braçadeira blindada é montada na posição de entrada do cabo na parede interna do BMH e o cabo SL é fixado pela braçadeira blindada dentro do BMH.
- Proteção inicial: aplicação de tubo articulado/manga protetora na zona de maior energia. A flange da antepara do tubo articulado será montada na parede do BMH e o cabo será colocado ao longo do percurso planeado. O tubo articulado será então aplicado ao cabo SL com origem na posição do adaptador de flange instalado, prosseguindo em direção ao mar.
- Registo subaquático: vídeo/foto, “as-laid”, pontos GNSS/USB-LBL de referência, relatório de mergulho.

A equipa de mergulho que será responsável pela verificação e guia do cabo e verificação e instalação das proteções está sob o controlo de um supervisor de mergulho devidamente qualificado, que tem controlo e responsabilidade diretos pela segurança da operação de mergulho. Antes de iniciar as operações de mergulho, o supervisor de mergulho inspecionará o local de mergulho e realizará uma avaliação de riscos.

O supervisor de mergulho também informará detalhadamente a sua equipa e o chefe da praia sobre o plano de mergulho específico do local, diariamente. As operações de mergulho serão interrompidas por motivos operacionais ou de segurança se a autorização for retirada por uma dessas posições.

O supervisor de mergulho obterá sempre a permissão do chefe de praia e/ou do comandante da embarcação (conforme apropriado) antes dos mergulhadores entrarem na água.

As pesquisas em vídeo, a aplicação de tubos divididos e as operações de instalação de cabos serão todas realizadas utilizando mergulho com capacete rígido fornecido pela superfície, a menos que não seja prático e acordado com o representante da SubCom no local antes do início.

Critério de avanço: proteção instalada onde previsto; Limitações meteorológicas: Escala de Beaufort 3 ou superior.

Nota: Uma vez que as operações serão realizadas dentro da zona de rebentação, o limite meteorológico referido também será afetado pela profundidade da água e poderá estar sujeito a alterações. A adequação das condições meteorológicas ficará sempre a critério do comandante da embarcação/supervisor de mergulho.

5.3.2.1.7 Fase 5 — Testes e verificação

Objetivo: garantir a integridade ótica/elétrica e a qualidade da instalação.

- Antes da emenda: testes de continuidade, OTDR (bidirecional), inspeção de bainha/isolamento.
- Emenda/terminação na BMH: fusões e organização em bandejas; etiquetagem/OTDR pós-fusão; ensaios de potência.
- Se o sistema for alimentado: teste de *insulation resistance*/hipot, verificação de corrente de fuga e PFE.
- Testes ao OGB.
- Inspeções finais: varrimento batimétrico raso e, se necessário, ROV curto para confirmar alinhamento/proteções.
- Documentação “*as-built*”: perfis de praia, rota e KP, DoB medido de HSE. de modo a proceder à reposição das condições originais durante as operações de restauro da praia, lista de materiais, resultados OTDR e *check-lists*

Critério de aceitação (SAT): atenuação dentro de limites, ORL conforme, isolamento aprovado, proteções conformes projeto.

5.3.2.1.8 Fase 6 — Desmobilização e restituição

Objetivo: devolver a praia ao estado inicial e encerrar obrigações.

A área da praia será restaurada para ficar nas mesmas condições em que foi encontrada ou em condições melhores, conforme exigido pelas licenças e regulamentos locais. Qualquer pavimento ou passadiços, sinais ou infraestruturas danificadas devem ser restaurados. Todos os resíduos e ferramentas devem ser recolhidos e removidos do local. Os resíduos devem ser eliminados de acordo com as leis e regulamentos locais. Devem ser utilizados solos nativos e areia para preencher as valas, idealmente a mesma areia que foi retirada. A superfície deve ser alisada e nivelada para ficar nas condições em que se encontrava.

Esta fase sistematiza-se nas seguintes operações/tarefas:

- Remoção de perímetro de segurança, roletes e sinalização; limpeza total; reposição morfológica onde aplicável.
- Relatório ambiental de fecho (medidas implementadas e eventuais não conformidades/correções).
- Entrega de dossier final às autoridades (*as-built*, testes, licenças, registos HSE).

5.3.2.2 Critérios de Go/No-Go (orientativos)

- Ondulação significativa (Hs): $\leq 1,0\text{--}1,5$ m na janela de operação.
- Vento: $\leq 15\text{--}20$ kn (conforme equipamento).
- Visibilidade: adequada para mergulho e manobras de praia.
- Marés: operação centrada em maré baixa, conforme metodologia.

5.3.2.3 Riscos principais e mitigação

- Condições meteo-oceanográficas adversas: janelas alternativas, prontidão para “stand-by”.
- Interação com público/banhistas: perímetros, vigilância e comunicação pública.
- Danos no cabo durante o *pull-in*: raio mínimo garantido, supervisão de tensão, roletes corretos.
- Ambiental: restrições sazonais, *kits* anti-derrame.

5.3.2.4 Entregáveis por fase

- Fase 0: licenças, plano de operações/instalação, PSS, Avisos aos Navegantes.
- Fases 1/2: *check-lists* de mobilização, certificados de calibração e inspeção de meios.
- Fases 3/4: registos de tração, registos de mergulho, fotos/vídeos, “*as-laid*”.

- Fase 5: relatórios de OTDR/elétricos, relatório de inspeção final/ROV.
- Fase 6: Dossier *as-built* completo.

5.3.3 Especificações do equipamento de instalação em ambiente marinho

5.3.3.1 Navio de instalação de cabos (Main Lay Vessel – MLV)

5.3.3.1.1 Embarcação Principal

A embarcação principal utilizada no processo de instalação será um dos navios da frota “*Reliance Class*” de 150 m operados pela SubCom. Este navio utilizará sistemas de navegação de última geração e software de instalação de cabos (MakaiLay ou equivalente) que permitem o posicionamento preciso à superfície e a previsão da posição do cabo no fundo do mar. Este tipo de cabos, MakaiLay (ou equivalente), permite entradas de dados em tempo real para elementos finitos. Este software utiliza um modelo avançado de cabo 2D para prever a sua aterragem.

São integradas no software informações como a rota do cabo, a batimetria, a direção do navio, a posição e velocidade, as características do cabo e a velocidade de colocação, para otimizar a monitorização em tempo real da instalação do cabo.

A rota do navio será ajustada pela distância de deslocação prevista, calculada pelo modelo, para garantir que o local de assentamento do cabo seja posicionado ao longo da rota planeada.

Os dados vetoriais atuais também podem ser utilizados para melhorar a precisão do posicionamento do cabo, dentro de certas faixas de profundidade.

A precisão à superfície dependerá da precisão dos recetores GPS de dupla frequência, do movimento da embarcação e dos cálculos do software, com base no tipo de cabo.

Deste modo, os valores de precisão para a posição do cabo em relação à rota planeada devem ser fornecidos em relação à profundidade da água, exceto em áreas de águas rasas onde o posicionamento do navio à superfície é mais crítico.

Com base na experiência com a utilização do MakaiLay (ou equivalente) e a instalação de cabos anteriores, os valores de precisão de posicionamento esperados são os apresentados no Quadro 5.3.2.

Quadro 5.3.2 - Precisão esperada da posição do cabo com base na profundidade da água (Fonte: SubCom, 2025)

PROFUNDIDADE DA ÁGUA (m)	PRECISÃO
< 25	+/- 5 m em profundidade de água
25 – 100	+/- 10 m em profundidade de água
100 – 1000	+/- 30 m em profundidade de água
> 1000	+/- 100 m em profundidade de água

5.3.3.1.2 Velocidade e Operação da Embarcação Principal

Durante a maioria das atividades de instalação de cabos, a embarcação principal viaja entre 1 e 6 nós (11,12 km/h) em águas oceânicas abertas. Esta velocidade pode variar dependendo do clima, das características do fundo do mar e da localização.

O equipamento de comunicação do Terminal de Abertura Muito Reduzida (*Very Small Aperture Terminal - VSAT*) garante a disponibilidade da conectividade de banda larga para a tripulação enquanto a embarcação é posicionada. O arranjo exclusivo de tambores de cabos duplos e um mecanismo de cabos linear fornece redundância e flexibilidade para instalar e reparar o sistema de cabos existente.

As máquinas de manuseio de cabos incluem dois tambores de cabos de 30 toneladas e motores de cabos lineares de 20 pares de rodas, permitindo um manuseio e uma monitorização precisos de todos os aspetos da colocação do cabo.

A Figura 5.3.7 apresenta um diagrama tridimensional de uma embarcação principal típica.

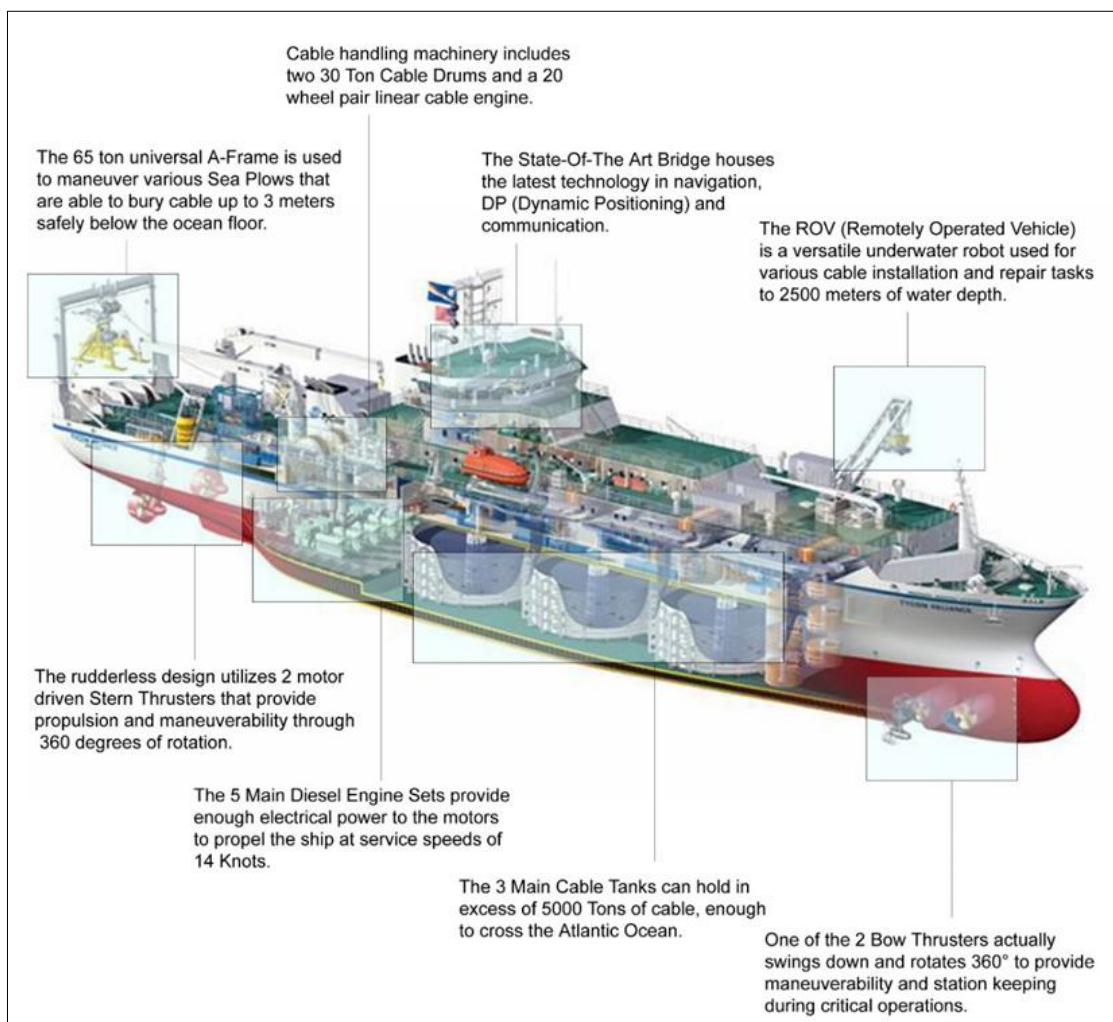


Figura 5.3.7 - Diagrama tridimensional de uma embarcação principal típica (Fonte: SubCom, 2025)

Para as operações de desembarque, a embarcação principal mantém a posição por posicionamento dinâmico. Este sistema de posicionamento dinâmico utiliza propulsores de embarcação controlados por computador para manter a posição. Dependendo da profundidade durante a operação, os propulsores estão normalmente localizados no casco, e posicionados lateralmente e para baixo.

Os propulsores localizados na proa e na popa impulsionam num plano horizontal, 50 m à ré e 25 m para cada lado.

Os propulsores fechados criam turbulência mínima na direção lateral e para baixo, devido ao seu design eficaz e eficiente. Esta turbulência em ambas a direção pode ser considerada até 2 m.

No que diz respeito à utilização da embarcação de instalação de cabos, refere-se o seguinte em relação ao meio ambiente:

- O consumo de combustível das embarcações de instalação de cabos principais pode variar com a atividade e as condições climáticas/marés/correntes, mas é provável que a média para cada embarcação seja 4 a 18 toneladas métricas/dia;
- Podem estar a bordo da embarcação para a instalação de cabos submarinos até 80 tripulantes. A tripulação é acomodada na embarcação;
- A equipa na praia para as operações em terra é formada por 10 a 15 pessoas;
- Serão tomadas medidas de prevenção para cumprir os regulamentos ambientais nacionais e internacionais relativos à descarga de resíduos de navios;
- Os resíduos serão armazenados a bordo e descarregados em instalações portuárias apropriadas, sendo-lhes dado o destino final adequado;
- As águas residuais domésticas das embarcações serão tratadas em estação de tratamento de águas residuais a bordo. Os navios também são equipados com separadores de hidrocarbonetos. Os óleos usados são recolhidos para envio para destino final adequado;
- A embarcação principal possui motores a diesel Rolls Royce Marine AS (propulsão principal/potência auxiliar) em conformidade com os padrões de emissão da regulamentação 13(3)(a) de acordo com o Código Técnico de NOx. As embarcações de instalação também possuem Certificado Internacional de Prevenção da Poluição do Ar válido;
- As estatísticas de som de embarcações referem-se a níveis medidos em acomodações e espaços utilizados pela tripulação e estão de acordo com a Resolução A.468(XII) da Organização Marítima Internacional (IMO). O ruído das atividades de instalação será temporário e de curto prazo;
- Uma vez instalado o cabo, não existirão atividades ou processos industriais relativos à operação do sistema na prestação do seu serviço de telecomunicações.
- Se ocorrer uma falha/rutura no cabo, será realizada uma operação de reparação por uma embarcação, que removerá a secção defeituosa do cabo para a embarcação, reparando-a a bordo e devolvendo-a ao fundo do mar aproximadamente no seu local original.

5.3.3.2 Veículo Operado Remotamente (ROV)

Cada embarcação é equipada com um veículo operado remotamente por um sistema de cabos (ROV). É apresentado na figura seguinte um exemplo de um ROV.



Figura 5.3.8 - Exemplo de um veículo operado remotamente (ROV) (Fonte: SubCom, 2024)

O equipamento de comunicação do Terminal de Abertura Muito Pequena (VSAT) garante a disponibilidade da conectividade de banda larga para a tripulação enquanto a embarcação é posicionada. O arranjo exclusivo de tambores de cabos duplos e um mecanismo de cabos linear fornece redundância e flexibilidade para instalar e reparar o sistema de cabos existente. As respetivas especificações técnicas são apresentadas na figura seguinte.

De referir que este tipo de equipamento é utilizado como instrumento de monitorização das operações de *surface-lay*.

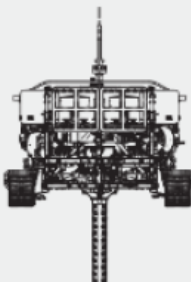
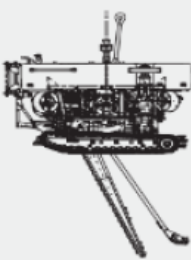
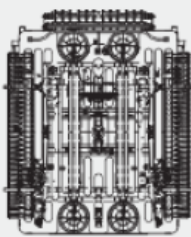
SMD QT500		ROV SPECIFICATIONS	
  	General Specifications		
	MANUFACTURER	SMD (SOIL MACHINE DYNAMICS LTD) UK	
	TYPE	Cable maintenance remotely operated vehicle	
	RATED WATER DEPTH	2,500m	
	POWER	375 kW / 500HP	
	CONFIGURATION	Free fly & tracked modes	
	BURIAL PERFORMANCE	Up to 3 m	
	THRUSTER CONFIGURATION	4 Horizontal 4 Vertical	
	DIMENSIONS FREE FLY		
	Width	3.2 m	
	Length	4.1 m	
	Height	2.8 m	
	VEHICLE WEIGHT IN AIR		
	Free Fly	11000 kg	
	Tracked	12000 kg	
	Jet burial Tools		
	WATER JETTING	2 x variable speed hydraulic drive, single stage pumps	
	Max Pressure	8 bar	
	Max Flow	1,700 m³ / hr	
	JETTER WIDTH	variable up to 400 mm	
	FORWARD JET TOOL	Twin jet device above the seabed rotated to stow under chassis.	
	MANIPULATOR MOUNTED JET TOOL	Jet Tool held in jaws of forward manipulator	
	Surveillance Equipment		
	CAMERAS	1 HD Color 5 Color	
	LIGHTS	10 x LED	
	PAN & TILTS	3 x pan & tilts 3 x rotators	
	SONAR	1 x Kongsberg MS1000 OA 1 x Tritech Gemini 720D Multi-Beam	
	Optional Upgrade	2 x Tritech Super Sea King Profilers	
	VEHICLE TRACKING	2 x Responder / Transponders	
	CABLE LOCATION SYSTEM	TSS 440/350 Dualtrack Cable Tracking System	
	Cable Tools Package		
	MANIPULATORS	2 x Schilling Orion Extended Reach 7 function rate controlled	
	CUTTERS	HCV100 cable cutter; RCO40LP Cutter	
	CLAMP	PSSL TA17 Cable Gripper and full set of jaws	
Data provided for comparison purposes only. Complete system specifications available on request.			

Figura 5.3.9 - Especificações técnicas do ROV (Fonte: SubCom, 2024)

5.3.4. Critérios Técnicos e Ambientais de Instalação

- **Profundidade de enterramento:** não está previsto enterramento em águas pouco profundas ou profundas.
- **Áreas sensíveis:** identificação de zonas de corais, pradarias marinhas e habitats bentónicos vulneráveis; definição de corredores alternativos ou técnicas de instalação de baixo impacto.
- **Interação com outras infraestruturas:** medidas para cruzamentos com outros cabos submarinos e oleodutos/gasodutos, incluindo proteção mecânica adicional se necessário (ex. colchões de betão ou tubos de aço).

5.4. Testes e Comissionamento

- **Testes elétricos e óticos:** medição de atenuação, OTDR (Optical Time Domain Reflectometer) para verificação da integridade da fibra.
- **Testes de integridade mecânica:** ensaios de tração e curvatura após assentamento.
- **Testes de continuidade de serviço:** simulação de tráfego de dados para garantir desempenho de acordo com especificações internacionais (ex. ITU-T, IEC).
- **Aceitação provisória e definitiva:** inspeção final, validação pelo cliente e entrega formal do sistema.

5.5. Operações de Manutenção e Proteção

- **Sistema de reporte e vigilância:** monitorização de potenciais riscos por tráfego marítimo e pesca (coordenação com autoridades marítimas e centros de controlo).
- **Medidas de proteção legal e operacional:** inclusão do cabo em cartas náuticas oficiais, avisos à navegação (Notices to Mariners), e definição de zonas de proteção.

5.6. Descomissionamento do Cabo

O cabo do Sistema SOL ao longo da PCE e da subdivisão dos Açores (incluindo o ramal de ligação do cabo SOL à ilha de São Miguel) (MARVEL S1.0, S1.1 e S2.0) tem uma vida útil projetada de 25 anos. No entanto, o sistema pode continuar a operar muito para além desse período. A sua desativação é efetuada através do corte de fornecimento da energia elétrica ao sistema, e a consequente desativação de sistemas eletrónicos de controlo e fornecimento de serviços de telecomunicações. Em alguns casos, os cabos submarinos poderão ter condições para prolongar o tempo de vida para além do que foi previsto no projeto, podendo ser de novo concessionados e utilizados para fins de investigação científica e educação, sendo, nessas circunstâncias, transferida a responsabilidade para outro proprietário, ou gestor.

Por isso, não existe uma posição definitiva relativamente à desativação de cabos submarinos de telecomunicações e, por analogia de razão, para o cabo do Sistema SOL ao longo da PCE e da subdivisão dos Açores (incluindo o ramal de ligação do cabo SOL à ilha de São Miguel) (MARVEL S1.0, S1.1 e S2.0).

Entretanto, o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (*Carter et al., 2009*) refere que a desativação de cabos submarinos de telecomunicações deve ser avaliada caso-a-caso. Isto porque os procedimentos de remoção do cabo e algumas condições locais (tipologia do leito marinho, cruzamento com outros cabos, etc.) podem muitas vezes ter um impacto ambiental maior do que a permanência do cabo no fundo marinho, caso o cabo se torne um *habitat* para espécies sésseis.

Por esse motivo, findo o período operacional do cabo do Sistema SOL ao longo da PCE e da subdivisão dos Açores (incluindo o ramal de ligação do cabo SOL à ilha de São Miguel) (MARVEL S1.0, S1.1 e S2.0) as opções para abandonar ou remover

o cabo, no todo ou em parte, deverão ser objeto de revisão, tendo em consideração os requisitos regulamentares em vigor em Portugal e a tecnologia do momento.