

Misure di Compensazione per la Minimizzazione degli Impatti sulle Fanerogame Marine

Doc n°: IAL00-ERM-643-Y-TAE-1036

Rev. 00

Luglio 2015

TAP

Misure di Compensazione per la Minimizzazione degli Impatti sulle Fanerogame Marine

Luglio 2015

Preparato da: ERM

Lorenzo Bertolo



ERM sede di Milano

Via San Gregorio, 38
I-20124 Milano
T: +39 0267440.1
F: +39 0267078382

www.erm.com/italy



INDICE

| | | |
|-----|---|----|
| 1 | <i>INTRODUZIONE</i> | 1 |
| 1.1 | <i>SCOPO DEL DOCUMENTO</i> | 1 |
| 1.2 | <i>DATI E DOCUMENTI UTILIZZATI</i> | 1 |
| 1.3 | <i>STRUTTURA DEL DOCUMENTO</i> | 2 |
| 2 | <i>LE FANEROGAME MARINE: GENERALITÀ E IMPATTI ANTROPICI</i> | 3 |
| 2.1 | <i>LE FANEROGAME MARINE NEL MEDITERRANEO</i> | 3 |
| 2.2 | <i>PRINCIPALI IMPATTI ANTROPICI SULLE FANEROGAME MARINE</i> | 4 |
| 2.3 | <i>LE FANEROGAME MARINE NELL'AREA DI STUDIO</i> | 6 |
| 3 | <i>INQUADRAMENTO PROGETTUALE: TRATTO OFFSHORE</i> | 9 |
| 3.1 | <i>DESCRIZIONE DEL PROGETTO OFFSHORE</i> | 9 |
| 4 | <i>IMPATTI DEL PROGETTO SULLE FANEROGAME MARINE</i> | 12 |
| 4.1 | <i>IMPATTI DIRETTI</i> | 12 |
| 4.2 | <i>IMPATTI INDIRETTI</i> | 13 |
| 4.3 | <i>QUANTIFICAZIONE DEGLI IMPATTI SULLE FANEROGAME</i> | 15 |
| 5 | <i>MISURE DI MITIGAZIONE</i> | 16 |
| 6 | <i>MISURE DI COMPENSAZIONE</i> | 17 |
| 6.1 | <i>CENNI GENERALI SUL RIPRISTINO DI HABITAT A FANEROGAME MARINE</i> | 17 |
| 6.2 | <i>INTERVENTI DI COMPENSAZIONE</i> | 19 |
| 7 | <i>CONCLUSIONI</i> | 26 |
| 8 | <i>BIBLIOGRAFIA</i> | 28 |
| | <i>ALLEGATO 1</i> | 32 |

ACRONIMI

| | |
|--------|---|
| CRISMA | Consorzio per la Ricerca Applicata e l'Innovazione Tecnologica nelle Scienze del Mare |
| FOC | Cavo a fibra ottica |
| ISPRA | Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale |
| OSPAR | Convenzione di Oslo/Pargi per la Protezione dell'ambiente marino nel NE Atlantico |
| ROV | Veicolo subacqueo comandato a distanza |
| SIAS | Studio di Impatto Ambientale e Sociale |
| VIA | Valutazione di Impatto Ambientale |

1 INTRODUZIONE

1.1 SCOPO DEL DOCUMENTO

Il presente documento riassume i potenziali impatti della costruzione del gasdotto TAP (Trans Adriatic Pipeline) sulle formazioni di fanerogame marine (in particolare *Cymodocea nodosa* e *Posidonia oceanica*) nell'area di scavo della trincea in mare all'uscita del microtunnel e delle relative misure di mitigazione, e fornisce una proposta di ulteriori misure di compensazione per la minimizzazione di tali potenziali impatti, che saranno verificati tramite l'esecuzione dei monitoraggi previsti nella fase ante e post operam (prima e al termine delle attività di costruzione del gasdotto).

1.2 DATI E DOCUMENTI UTILIZZATI

L'analisi riportata nei seguenti Capitoli si basa su indagini svolte nel corso della procedura di VIA dalla società TAP AG e riportate nei seguenti documenti:

| <i>Società responsabile</i> | <i>Titolo</i> | <i>Codice</i> | <i>Rev.</i> | <i>Data di Trasmissione</i> |
|-----------------------------------|--|--------------------------|-------------|-----------------------------|
| ERM Italia S.p.A. | ESIA Italia Capitolo 6 - Quadro di riferimento ambientale e sociale | IAL00-ERM-643-Y-TAE-1006 | 00 | Settembre 2013 |
| ERM Italia S.p.A. | ESIA Italia Capitolo 8 - Valutazione degli impatti e misure di mitigazione | IAL00-ERM-643-Y-TAE-1008 | 00 | Settembre 2013 |
| DHI Italia per ERM Italia S.p.A. | ESIA Italia Allegato 10 Valutazione della Dispersione dei Sedimenti | 22800520-01-00201 | - | Settembre 2013 |
| Saipem S.p.A. - ERM Italia S.p.A. | Integrazioni allo Studio di Impatto Ambientale | IAL00-ERM-643-Y-TAE-1020 | 00 | Aprile 2014 |
| ERM Italia S.p.A. | Indagine <i>Posidonia</i> | IAL00-ERM-643-Y-TAE-1000 | 00 | Aprile 2014 |

Il presente documento è composto da questo Capitolo introduttivo e dai seguenti Capitoli:

Capitolo 2: Descrizione delle varietà di fanerogame marine presenti nel Mediterraneo, i loro principali tratti biologici, e le potenziali sorgenti di disturbo antropico che possono influenzarne lo stato di salute, sulla base delle evidenze riportate nella letteratura scientifica in materia. Questo capitolo descrive inoltre, in sintesi, la distribuzione delle fanerogame marine nell'area di studio, con particolare riferimento a *C. nodosa* e *P. oceanica*.

Capitolo 3: Inquadramento generale del progetto di costruzione dell'opera nel tratto offshore e attività che interferiscono o che possono potenzialmente interferire con le formazioni di fanerogame.

Capitolo 4: Descrizione dei potenziali impatti dell'opera sulle formazioni di fanerogame.

Capitolo 5: Sintesi delle misure di mitigazione degli impatti sulle fanerogame marine previste durante le attività di costruzione del progetto.

Capitolo 6: Quadro generale delle possibili misure di compensazione (trapianto, semina, ripristino naturale) di fanerogame marine per il ripristino delle formazioni di fanerogame disturbate e proposta di interventi compensativi per il progetto TAP.

Capitolo 7: Conclusioni.

2.1

LE FANEROGAME MARINE NEL MEDITERRANEO

Le fanerogame marine sono piante (con radici, fusti e foglie, in grado di produrre fiori, frutti e semi) adattate all'ambiente marino, che generalmente si trovano in acque superficiali, dove sono in grado di formare estese praterie.

Esse rappresentano uno dei più importanti habitat dei fondali sabbiosi delle aree costiere in tutto il mondo. Le praterie di fanerogame possono raggiungere anche profondità di 40 m o più, se le condizioni ambientali sono tali da consentire la fotosintesi. Nel Mar Mediterraneo si possono riscontrare 5 specie di fanerogame (Ruíz et al., 2009): *Cymodocea nodosa*, *Halophila stipulacea*, *Posidonia oceanica*, *Zoostera noltii*, *Zoostera marina* (Tabella 2.1).

L'importanza ecologica delle fanerogame per gli ecosistemi costieri è ampiamente riconosciuta (Den Hartog, 1977; Larkum et al., 1989; Pergent et al., 2012). Le praterie di fanerogame ben strutturate sono caratterizzate da un'elevata produzione ed esportazione di biomassa e, aumentando l'eterogeneità dei fondali marini, forniscono una serie di microhabitat e risorse alla flora e fauna ad esse associate (Lewis, 1984) con un conseguente aumento nella ricchezza in specie (Edgar et al., 1994; Böstrom & Bonsdorff, 1997). Ad esempio, esse rappresentano aree di *nursery* per la fauna ittica, dal momento che sono in grado di fornire protezione e rifugio dai predatori (Connolly, 1994). Inoltre, specialmente nel caso della *P. oceanica*, le praterie costituiscono un'efficace barriera per la difesa della costa dall'erosione, poiché in grado di attenuare significativamente l'idrodinamismo e aumentare la stabilizzazione della frazione più sottile di sedimento (Sánchez-González et al., 2011; Infantes et al., 2012).

Tabella 2.1

Caratteristiche delle fanerogame presenti nel Mediterraneo.

| Specie | Struttura delle praterie | Limite massimo di profondità | Ecologia |
|-----------------------------|--|---|---|
| <i>Cymodocea nodosa</i> | Praterie rade, alte 30-40 cm, foglie sottili, larghe 2-4 mm. | Sino a 30 m | Molto comune su fondali sabbiosi/fangosi; si comporta da specie pioniera su substrati poco arenati. |
| <i>Halophila stipulacea</i> | Praterie basse, alte 2-3 cm, foglie ovali, larghe 3-6 mm. | Sino a 30 m o più se presente abbastanza luce | Specie Lessepsiana; generalmente colonizza fondali sabbiosi in prossimità della superficie. |

| Specie | Struttura delle praterie | Limite massimo di profondità | Ecologia |
|---------------------------|---|---|--|
| <i>Posidonia oceanica</i> | Praterie che raggiungono i 40-60 cm d'altezza, ma anche superiori al metro, foglie nastriformi larghe 5-12 mm. | Sino a 40 m o più se presente abbastanza luce | Specie endemica del Mediterraneo; la fanerogama più importante del bacino per ampiezza di distribuzione e abbondanza; in grado di colonizzare fondali sia rocciosi che sabbiosi; in grado di creare substrato secondario denominato 'matte'. |
| <i>Zoostera noltii</i> | Praterie rade, alte 20-25 cm, foglie sottili, larghe 1-2 mm. | Sino a 10 m | Simile a <i>C. nodosa</i> questa specie è distribuita soprattutto in aree riparate e poco profonde ed anche negli ambienti lagunari. |
| <i>Zoostera marina</i> | Praterie che raggiungono i 30-60 cm d'altezza, ma anche superiori al metro, con foglie nastriformi larghe 10-12 mm. | Sino a 10 m | Sempre più rara nel Mediterraneo, è generalmente presente su fondi sabbiosi in acque poco profonde. |

Tra le specie presenti nel Mediterraneo, le praterie di *P. oceanica* sono quelle a maggiore protezione, poiché considerate "habitat prioritario" dalla Direttiva 92/43/CEE sulla conservazione degli habitat naturali e la fauna e flora selvatica (Direttiva Habitat). Per quanto concerne le altre fanerogame non ci sono specifiche normative o tutele di salvaguardia nazionali ed internazionali, ad eccezione di *C. nodosa* che è soggetta a regime di tutela secondo la Convenzione di Berna (Bern, 19/09/1979, legge n. 503 del 05/08/1981).

Tuttavia, le fanerogame marine in genere, e *P. oceanica* e *C. nodosa* in particolare, sono ritenute specie ad alta valenza ecologica (Relini, 2002).

2.2

PRINCIPALI IMPATTI ANTROPICI SULLE FANEROGAME MARINE

Le principali sorgenti di disturbo che minacciano gli habitat a fanerogame (Tabella 2.2) sono principalmente di origine antropica e possono essere suddivise in attività che causano un impatto diretto sulle praterie e attività, altrettanto dannose, che agiscono indirettamente. Le prime possono avvenire in aree dove le fanerogame sono presenti e portano ad un immediato degrado, mentre le seconde riguardano attività che non avvengono direttamente sulle praterie, ma che possono influenzare l'ambiente circostante, alterando significativamente la qualità delle acque (incremento della torbidità, alterazioni della composizione chimica, ecc.) ed il conseguente funzionamento, persistenza e sviluppo degli habitat a fanerogame (Bellan-Santini & Picard, 1984; Boudouresque et al., 2009; Coles et al., 2013).

In alcuni casi, se limitate nel tempo e nello spazio, per esempio nell'installazione di condotte e cavi sottomarini, a queste attività segue un ripristino naturale una volta che l'attività è terminata (Badalamenti et al., 2011). In altri casi, come ad esempio alterazioni della morfologia costiera dovuta all'antropizzazione (urbanizzazione, costruzione di porti, ecc.) la compromissione delle praterie a fanerogame interessa aree molto estese con un'alterazione permanente delle condizioni fisico-chimiche necessarie allo sviluppo delle fanerogame, escludendo qualsiasi possibilità di recupero. Nella seguente Tabella si riportano le principali sorgenti di disturbo antropico delle fanerogame marine.

Tabella 2.2

Principali sorgenti di disturbo antropico sugli habitat a fanerogame

| <i>Sorgenti di disturbo diretto</i> | <i>Sorgenti di disturbo indiretto</i> |
|---|--|
| Pesca a strascico | Sversamento di idrocarburi o di inquinanti in genere |
| Altre attività di pesca | Agricoltura |
| Ancoraggio | Attività industriali |
| Mobilizzazioni di sabbie | Modificazioni della costa (urbanizzazione, infrastruttura portuali) |
| Condotte e cavi sottomarini | Sovrasfruttamento della pesca |
| Estrazioni petrolifere | Scarico da impianti di desalinazione |
| Estrazioni minerarie | Gas serra |
| Ripascimenti | Inidoneo trattamento dei reflui urbani per alte densità di popolazione |
| Costruzione di strutture costiere (porti, frangiflutti, ecc.) | |
| Scarichi diretti e dilavamento | |
| Turismo stagionale di massa sulle coste | |
| Impianti di acquacoltura | |

Nella *Tavola 2* dell'Allegato 7 delle Integrazioni all'ESIA consegnate nell'aprile 2014 (e riportata in Allegato 1 al presente documento), è riportata la mappatura delle formazioni di fanerogame nell'area di studio, così come individuata dalle diverse campagne di monitoraggio condotte dal 2011 al 2014 e precisamente:

- Monitoraggio dell'Area di Approdo alla costa del tracciato mediante rilevamento video del 2011;
- Indagine diretta tramite survey subacqueo in corrispondenza del punto di uscita del microtunnel nel mese di Luglio 2013;
- Campagna di monitoraggio mediante telecamera trainata e ROV condotta tra il Dicembre 2013 il Febbraio 2014.

Il tracciato della condotta sottomarina e il relativo micro tunnel sotto costa non interessano direttamente alcuna prateria di *Posidonia oceanica*. La prateria di *Posidonia* più prossima all'intervento di escavo della trincea di transizione è quella inclusa nel SIC Le Cesine (IT9150032) ubicata a circa 2,5 km in direzione NW (la perimetrazione della Prateria di *Posidonia* deriva dallo studio della Regione Puglia "Inventario e Cartografia delle Praterie di *Posidonia* nei Compartimenti Marittimi di Manfredonia, Molfetta, Bari, Brindisi, Gallipoli e Taranto").

Nella *Tavola 2* dell'Allegato 7 sono evidenziati i punti in cui sono state effettuate le verifiche dirette con videocamera (dropped camera) durante le indagini propedeutiche alla redazione dell'ESIA. Si può notare (per le aree sotto costa in cui l'immagine aerea mostra le aree più scure) come le osservazioni di *Posidonia* siano in corrispondenza di piccole patches che sono state poi essere verificate come aree di roccia. Al contrario *Cymodocea* è presente su aree chiare (aree sabbiose) che poi sono state effettivamente verificate in sito con ROV e immersioni subacquee (all'uscita del micro tunnel).

Anche nell'area a Sud del tracciato non sono presenti praterie di *Posidonia*. Grazie alla foto area è stato possibile verificare come le formazioni di *Posidonia* siano localizzate in alcune aree rocciose (tali aree rocciose sono state verificate anche grazie alle indagini geofisiche).

Con riferimento alle zone più profonde, le indagini condotte nel 2011 mediante telecamera trainata hanno permesso di individuare due punti in cui sono stati rilevati ciuffi residuali di *Posidonia* a circa 300 m di distanza dal tracciato del gasdotto in direzione Nord e a circa 180 m in direzione Sud (indicativamente alla profondità di circa 20-22 m).

Con riferimento all'area dello scavo di transizione all'uscita del microtunnel, le indagini mediante telecamera trainata e ROV condotte nel Dicembre 2013-Gennaio 2014 hanno premesso di escludere la presenza di Praterie di *Posidonia* confermando quanto già rilevato nel mese di Luglio 2013 (ERM/Pelagosphera) ed incluso nello Studio di Impatto Ambientale e Sociale. Durante il mese di Marzo 2014 sono stati condotti ulteriori rilevamenti ROV presso l'area di uscita del micro tunnel. Le immagini ROV hanno evidenziato la presenza di 2 piccole aree (pochi metri) di matte morte. In questa zona sono presenti due chiazze (circa 1 m) residuali di *Posidonia* a circa 10 m dall'area di scavo della trincea di transizione. Si riportano di seguito 2 immagini riprese con il ROV durante il survey.

Figura 2-1

Ciuffi Residuali di Posidonia



Queste osservazioni confermano peraltro la presenza di alcune aree residuali di *Posidonia* presenti alla batimetria di circa 20-22 m come osservato nel 2011 (circa 180 m in direzione Sud e circa 300 m in direzione Nord).

Le indagini geofisiche (Multi Beam Echo Sounder-MBES e Side Scan Sonar-SSS) unitamente alle indagini visive con telecamera e ROV hanno permesso di escludere la presenza di praterie di *P. oceanica* anche nelle aree limitrofe allo scavo.

Le indagini ROV e con telecamera trainata (Gennaio-Febbraio 2014) hanno inoltre coperto un'area buffer intorno alla zona di previsto scavo e l'asse del tracciato in corrispondenza del microtunnel. Le osservazioni hanno permesso di verificare l'assenza di altri ciuffi sparsi di *Posidonia* nell'area e tantomeno di praterie di *Posidonia*.

Per quanto riguarda le altre fanerogame marine, come già rilevato durante le indagini di Luglio 2013 (ERM/Pelagosphe) l'area interessata dallo scavo di transizione e di recupero della TBM (circa 120 m compresi tra le batimetriche dei 18-27 m) interesserà in parte una formazione di *C. nodosa*, poiché lo scavo è situato a ridosso del suo limite inferiore (rilevato a circa 21 m di profondità). Questa formazione a *C. nodosa* presenta un limite sfumato con densità via via maggiore avvicinandosi verso costa (aree meno profonde). La densità dei fasci di *C. nodosa* varia da pochi fasci per m² nel suo limite inferiore a 170-250 fasci/m² nelle aree più vicino alla costa interferite dallo scavo.

In sintesi, quindi, sulla base dei risultati delle indagini svolte nel corso della procedura VIA (riassunti sopra) il tracciato della condotta sottomarina, il microtunnel e le aree interessate dalla loro costruzione non interessano direttamente alcuna prateria di *P. oceanica*. *P. oceanica* è presente in ciuffi residuali in alcune aree esterne a quelle direttamente interessate dal progetto.

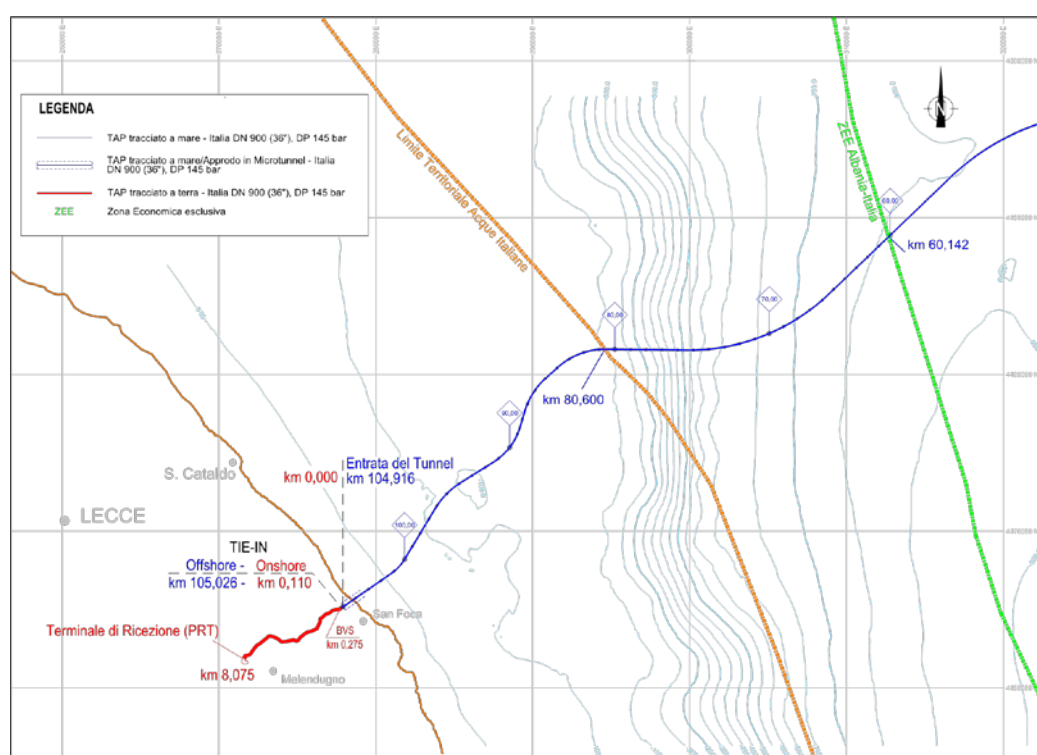
Le aree di costruzione del gasdotto interessano invece *C. nodosa* in due tipologie di formazioni, costituite rispettivamente da "letti" (porzioni non continue di substrato colonizzato dalla fanerogama) più densi, compresi tra 5 e 20 m di profondità, e letti radi, a partire dai 20-21 m di profondità, che si rarefanno progressivamente fino a scomparire del tutto oltre i 25 m di profondità. La densità dei fasci di *C. nodosa* nelle aree direttamente interferite è quindi estremamente variabile, passando da 170-250 fasci/m² nella aree a formazione densa, fino a pochi fasci per m² nelle aree a formazione rada.

A completamento delle informazioni qui riportate, si sottolinea che come richiesto dalla prescrizione A.5 e) del D.M. 223 del 11/09/2014 e riportato nel Progetto di Monitoraggio Ambientale (Doc. n. IAL00-ERM-643-Y-TAE-1028) predisposto da TAP nel giugno 2015, prima dell'inizio delle attività di costruzione saranno effettuate ulteriori indagini per dettagliare maggiormente la mappatura delle formazioni di fanerogame nell'area interessata dalle attività di costruzione. Questa mappatura costituirà la base per il monitoraggio e la valutazione dei reali impatti sulle fanerogame prodotti dalle attività di progetto.

3.1 DESCRIZIONE DEL PROGETTO OFFSHORE

Il tratto offshore (circa 45 km dalla linea mediana del Mare Adriatico fino all'approdo) attraverserà il Mare Adriatico collegando la costa albanese all'approdo in Italia; il gasdotto entra nelle acque di giurisdizione italiana a metà dello Stretto di Otranto e corre lungo la parte più profonda del Mare Adriatico fino ad una profondità di circa 820 metri (Figura 3.1).

Figura 3.1 Tracciato Offshore TAP



Fonte: Saipem (2014)

Il tratto finale del tracciato, lungo circa 3.600 m, si sviluppa in maniera rettilinea su un lieve dislivello e raggiunge una piccola spiaggia di calcarenite situata a nord del paese di San Foca (comune di Melendugno). Il tratto rettilineo in prossimità della costa permette l'inserimento mediante pull-in del gasdotto all'interno del microtunnel.

L'approdo sarà realizzato mediante la tecnologia di *microtunneling* al fine di ridurre al minimo le interferenze con la fascia litoranea. Il procedimento di *microtunneling* prevede l'utilizzo di una testa fresante o talpa a controllo remoto, nota con l'acronimo TBM (dall'inglese Tunnel Boring Machine), associata all'infissione con martinetto idraulico (tecnica "spingitubo") per l'installazione diretta delle tubazioni in cemento (conci) necessarie per garantire la stabilità del microtunnel e all'interno delle quali verrà inserito il tubo in acciaio del gasdotto. Tale condotta in cemento continua fino a che il tunnel non raggiunge la superficie del fondale marino, come mostrato nella *Figura 3.2*.

Figura 3.2

Microtunnel Sottomarino



Fonte: ERM (luglio 2013)

Il microtunnel avrà una lunghezza di circa 1.485 m e una sezione circolare con diametro esterno pari a 3 m.

Nel Paragrafo successivo si riportano gli interventi di progetto che comporteranno una interferenza diretta con il fondale marino.

3.1.1 *Interventi di Progetto sul Fondale Marino*

La seguente tabella riporta gli interventi che saranno realizzati sul fondale marino nella zona limitrofa al microtunnel (nearshore). Secondo il programma temporale di progetto, tali interventi sono previsti nei mesi invernali.

Tabella 3.1 *Interventi di Progetto sul Fondale Marino (Nearshore)*

-
- Realizzazione di una trincea allo scopo di permettere il recupero della TBM, durante il completamento dello scavo del tunnel, e generare un piano di accesso regolare al tunnel e ad esso allineato. Una volta completata l'installazione della condotta e del cavo, questi verranno coperti con ghiaia di pezzatura adeguata in modo da prevenire la liquefazione. Quindi si ripristinerà il fondo naturale utilizzando il materiale di scavo, temporaneamente accantonato.
 - Realizzazione di un terrapieno in pietrame avente lo scopo di facilitare le operazioni di tiro a terra (pull-in) e generare una superficie di transizione regolare tra la trincea e il fondo naturale.
 - Interramento della FOC per prevenire danneggiamenti per attività di terze parti (pesca, ancoraggi).
-

Le sorgenti di disturbo del progetto sulle formazioni di fanerogame marine riguardano la fase di costruzione e sono di tipo **diretto** (scavo del fondale per la realizzazione del microtunnel e della trincea) e potenzialmente di tipo **indiretto** (alterazione temporanea dei regimi sedimentari dovuto alla movimentazione del fondale).

In particolare, la costruzione del microtunnel si articolerà in diverse fasi in cui avverrà la movimentazione del fondale. Lo scavo del microtunnel comincerà presso il cantiere a terra e terminerà all'uscita del microtunnel (a 867 m dalla linea di costa, ad una profondità di circa 18 m), dove la talpa scavatrice raggiungerà il fondale marino in corrispondenza di una trincea precedentemente scavata sul fondale. La trincea, che servirà a facilitare il raccordo del gasdotto con il microtunnel, sarà lunga 120 m a partire dal punto di uscita del microtunnel, e verrà scavata tramite dragaggio del fondale. Il volume complessivo dello scavo sarà indicativamente nel range 9.000-12.000 m³ e verrà definito nel progetto esecutivo delle opere di approdo richiesto dalla prescrizione A.5 del DM 223/2014. Il gasdotto sarà in seguito ricoperto utilizzando i sedimenti derivanti dal dragaggio, temporaneamente depositati su bettoline.

4.1

IMPATTI DIRETTI

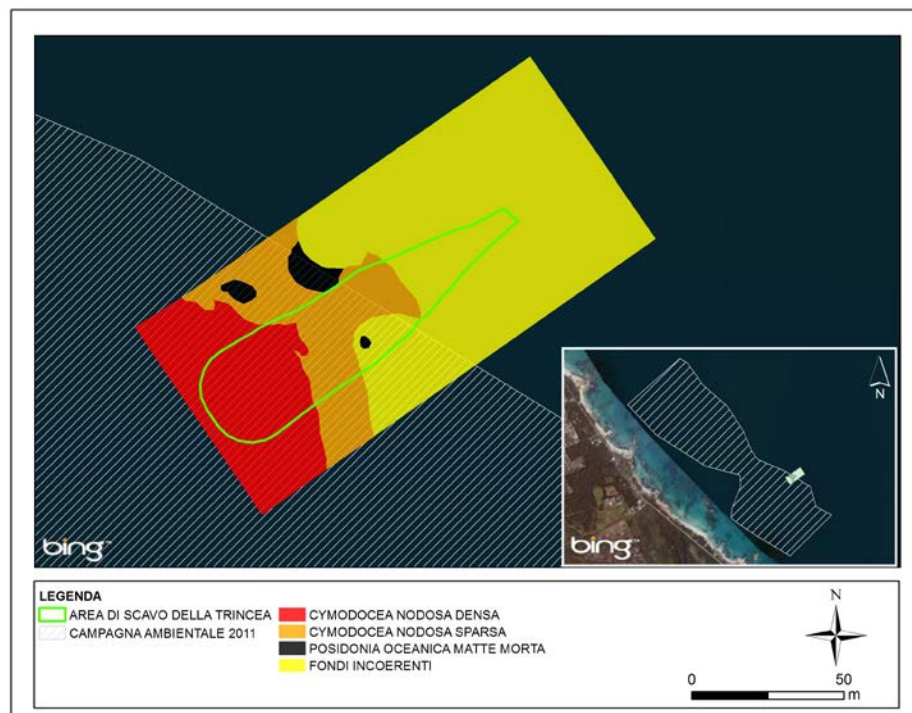
Le operazioni di scavo della trincea produrranno un **impatto diretto** sulle formazioni di fanerogame presenti nelle aree di scavo dovuto alla asportazione dei sedimenti, del materiale di fondo e delle stesse fanerogame ivi presenti.

Lo scavo della trincea interesserà il substrato per una lunghezza di 120 m e sarà profondo circa 7 m, determinando un'interferenza con un'area di fondale di circa 2.750 m². Tuttavia, come discusso nel precedente paragrafo 2.3 considerando che le operazioni di scavo sono localizzate prettamente in corrispondenza del limite massimo di distribuzione della *C. nodosa*, solo 1.930 m² circa di formazione di *C. nodosa* saranno interferiti direttamente dalle attività di costruzione. In particolare, l'opera intercetta due differenti morfotipi di prateria a *C. nodosa*. Il primo, caratterizzato da *C. nodosa* rada, è interessato da circa il 30% dell'area di scavo (circa 880 m²), mentre il secondo, costituito da praterie dense di *C. nodosa*, da meno del 40% dell'area di scavo (circa 1.050 m²).

In quest'area non sono presenti formazioni di *P. oceanica*, per la quale quindi non sono previste interferenze dirette.

La seguente Figura riporta la sovrapposizione delle aree di scavo con le aree coperte da *C. nodosa* stimate sulla base dei sopralluoghi eseguiti nel corso della procedura di VIA e descritti nel precedente paragrafo 2.3. Sulla base di questa sovrapposizione sono state stimate le aree coperte da fanerogame direttamente impattate. Tale stima sarà verificata e aggiornata con le integrazioni della mappatura delle fanerogame che saranno eseguite prima dell'inizio delle attività di costruzione.

Figura 4.1 *Elaborazione overlay biocenotica*



4.2 *IMPATTI INDIRETTI*

Le attività di costruzione del gasdotto, inoltre, determineranno una risospensione e dispersione dei sedimenti, con conseguente aumento della torbidità che potrebbe avere un **impatto indiretto** sullo stato di salute delle formazioni di fanerogame nelle adiacenti alle zone di scavo.

La valutazione delle aree potenzialmente interferite e l'entità dell'interferenza (già valutata nella procedura di VIA) sarà aggiornata sulla base del progetto esecutivo delle opere di approdo del gasdotto, come richiesto dalla prescrizione A.5 del D.M. 223/2014.

Si anticipa tuttavia, come già trattato nella documentazione di ESIA, che non sono previsti impatti significativi sulle formazioni di fanerogame adiacenti alle zone di scavo. Tali formazioni, inoltre, comprendono prevalentemente *C. nodosa*, mentre *P. oceanica* è presente soltanto in ciuffi residuali localizzati in particolare a circa 300 m di distanza in direzione Nord e a circa 180 m di distanza in direzione Sud dalle aree di scavo.

Come ampiamente evidenziato nella letteratura scientifica, sorgenti di disturbo localizzate e limitate nel tempo, come ad esempio la deposizione di cavi, gasdotti, o ripascimenti del litorale sabbioso, possono determinare una perdita locale di habitat a fanerogame ma non sono in grado di modificare le condizioni ambientali in modo tale da causare effetti a lungo termine (Guidetti & Fabiano, 2000; Erftemeijer & Lewis, 2006). Pertanto, in condizioni ambientali idonee, una volta che il disturbo cessa di agire, le fanerogame possono facilmente recuperare il loro stato ante operam (Badalamenti et al., 2011).

Le fanerogame, infatti, hanno una buona resistenza ai disturbi legati all'alterazione del regime sedimentario, come l'aumento di torbidità conseguente all'aumento dei sedimenti in sospensione, o all'interramento dovuto all'aumento del carico sedimentario, soprattutto se temporanei (Erftemeijer & Lewis, 2006; Badalamenti et al., 2011). Per quanto riguarda l'aumento di torbidità, le soglie minime critiche registrate in Mediterraneo per *P. oceanica* e *C. nodosa* si attestano rispettivamente al 8-16% e 7-11% dell'irradianza superficiale (Drew, 1978; Duarte, 1991; Ruiz & Romero, 2003). Questo implica che l'aumento di torbidità, per determinare degli effetti negativi sulle fanerogame, dovrebbe determinare un'attenuazione della luce irradiata alla superficie superiore all'80%. Inoltre, in generale, tali condizioni devono persistere per giorni, o settimane, prima di determinare degli effetti significativi sulla mortalità delle fanerogame (Erftemeijer & Lewis, 2006). Come specificato nel capitolo successivo, l'instaurarsi di condizioni tali da indurre potenziali effetti negativi sulle fanerogame sarà evitato mantenendo i picchi di torbidità entro i picchi naturali presenti nell'area.

Nel caso di interrimento delle fanerogame a causa di un'eccessiva sedimentazione, un'indicazione dei periodi di resistenza ad alti tassi di sedimentazione prima dell'instaurarsi di fenomeni degradativi è fornita da dati sperimentali sul seppellimento artificiale in Mediterraneo. Nel caso di *P. oceanica*, un tasso di mortalità del 100% si è registrato dopo l'interramento con 15 cm di sedimento per 200-300 giorni (Manzanera et al., 1995).

L'interramento di *C. nodosa* con 5 cm di sedimento, invece, ha determinato il 90% di mortalità dopo 35 giorni (Marba and Duarte, 1994). In generale, sia per *P. oceanica* che per *C. nodosa*, una deposizione di sedimenti <4 cm, soprattutto se per un periodo inferiore a 30 giorni, porterebbe a un effetto negativo non rilevante sulle fanerogame (Cabaco et al., 2008). Tali valori di deposizione in seguito alle attività di scavo, sebbene potenzialmente raggiungibili nelle immediate vicinanze dell'area di scavo, e quindi in grado di interferire con una porzione molto limitata di formazioni a fanerogame (soprattutto *C. nodosa*), sono verosimilmente da escludersi su ampie superfici nelle aree limitrofe.

Come già indicato nel precedente Paragrafo 2.3, in ottemperanza alla prescrizione A.5 e) del D.M. 223 del 11/09/2014 e come riportato nel Progetto di Monitoraggio Ambientale (Doc. n. IAL00-ERM-643-Y-TAE-1028) predisposto da TAP nel giugno 2015, prima dell'inizio delle attività di costruzione saranno effettuate ulteriori indagini per dettagliare maggiormente la mappatura delle formazioni di fanerogame nell'area interessata dalle attività di costruzione. Questa mappatura costituirà la base per il monitoraggio e la valutazione dei reali impatti sulle fanerogame prodotti dalle attività di progetto, che saranno compensati come descritto nel successivo Capitolo 6.

La quantificazione degli impatti sarà effettuata anche confrontando l'eventuale variazione nel tempo dello stato di salute delle formazioni di fanerogame poste in aree limitrofe a quelle di progetto (ma non potenzialmente interferite dalle attività di progetto) per valutare l'eventuale occorrenza di fattori esterni di impatto, indipendenti dalle azioni poste in essere da TAP.

La costruzione del microtunnel per il passaggio del gasdotto nell'area costiera costituisce di per sé un intervento di mitigazione degli impatti potenziali sulle formazioni di fanerogame marine, in quanto consentirà di annullare il danno fisico al fondale nelle aree a bassa profondità dove le fanerogame risultano maggiormente presenti. Il danno diretto sarà quindi dovuto allo scavo della trincea e sarà circoscritto a una porzione limitata di fondali caratterizzati dalla presenza di *C. nodosa*.

Il potenziale impatto indiretto delle attività di costruzione, dovuto alla movimentazione dei sedimenti nell'area delle operazioni sarà mitigato tramite l'adozione di misure per la minimizzazione dell'aumento della torbidità durante le attività di scavo e dragaggio della trincea per il raccordo con il microtunnel. Queste misure comprendono attività di controllo in fase di costruzione (tali attività sono descritte nel Piano di Monitoraggio Ambientale, predisposto in ottemperanza alla prescrizione A.31 del D.M. 223/2014), atte a monitorare l'andamento dei tassi di sedimentazione e i livelli di torbidità, che potrebbero avere effetti nocivi sulle fanerogame marine presenti nell'area (inclusa *P. oceanica*).

In particolare, durante la fase ante operam sarà effettuato un monitoraggio in continuo della torbidità delle acque nell'area di progetto durante il periodo invernale/primaverile (periodo di esecuzione dei lavori) mediante il posizionamento di una boa equipaggiata per la misurazione e i valori riscontrati saranno utilizzati come riferimento (valori di fondo naturale) per la fase di costruzione.

Le attività di costruzione che producono risospensione sedimenti saranno monitorate su base giornaliera, e i lavori verranno effettuati sempre in condizioni di torbidità registrata in un punto di monitoraggio situato a circa 50 m dalle aree di scavo inferiori ai valori massimi di torbidità dovuta al fondo naturale. In caso di superamento di tali valori di torbidità, i lavori verranno sospesi fino al ripristino di condizioni inferiori ai valori di picco del fondo naturale.

Tale misura di mitigazione permetterà quindi di minimizzare gli impatti indiretti delle attività di costruzione sulle formazioni di fanerogame situate nelle aree adiacenti, garantendo picchi di torbidità di entità non superiore a quelli prodotti dai fenomeni naturali nell'area di progetto.

6.1

CENNI GENERALI SUL RIPRISTINO DI HABITAT A FANEROGAME MARINE

Le crescenti preoccupazioni sulla situazione di diffuso degrado delle praterie di fanerogame in tutto il mondo, soprattutto legata agli effetti delle attività umane hanno portato allo sviluppo di diversi approcci volti a minimizzare l'impatto dell'uomo su questi habitat. In particolare, insieme al generale stimolo ad incrementare le misure di conservazione, soprattutto sulla base dei benefici derivanti dalla creazione di Aree Marine Protette (Worm et al., 2006), molti sforzi sono stati recentemente portati avanti con il fine di sviluppare tecniche utili per il ripristino degli habitat costituiti dalle praterie di fanerogame (Fonseca et al., 1998; Ganassin & Gibbs, 2008).

Sebbene lo studio del recupero di habitat a fanerogame danneggiati a causa del disturbo antropico risalga alla metà del 1900, vi sono stati relativamente pochi esempi di successo (Fonseca, 2011; Statton et al., 2012). Un requisito essenziale perché il recupero abbia successo riguarda la cessazione, o la drastica riduzione, delle cause che hanno determinato la scomparsa delle fanerogame (ISPRA, 2014). In seguito al verificarsi di questa condizione necessaria, i propaguli (rizomi, talee, semi, ecc.) devono raggiungere, naturalmente o artificialmente, le aree disturbate, attecchire ed espandersi. Il trapianto di parti vegetative da piante mature è stato frequentemente usato per lo scopo (Meinesz et al., 1992, Meehan & West, 2002; Bastyan & Cambridge, 2008), anche se questo ha spesso determinato un danneggiamento delle praterie donatrici (Glasby et al., 2014). La semina è stata studiata come metodo alternativo al trapianto (Kirkman, 1999; Statton et al., 2013), dando risultati contrastanti (Orth et al., 2012; Irving et al., 2010), e sollevando perplessità circa le potenziali ripercussioni negative sulle dinamiche di persistenza delle praterie donatrici (Fonseca, 2011).

Di seguito è riportata una sintesi delle principali tecniche sviluppate per il ripristino delle fanerogame unitamente ai relativi vantaggi/svantaggi ed eventualmente ai rischi associati (Tabella 6.1)

Tabella 6.1

Sintesi delle principali tecniche volte al ripristino di habitat a fanerogame

| | Trapianto di adulti | Semina | Recupero naturale |
|--------------------|--|---|--|
| Descrizione | Tradizionalmente, questo è il metodo più diffuso, probabilmente perché l'habitat viene ricreato immediatamente. Questa tecnica si concentra sulla raccolta di talee, o piante adulte, da letti sani, piante mature con rizomi e substrato adeso, o germogli senza substrato adeso, per il successivo trapianto in aree degradate. Le talee sono inserite direttamente nel substrato o piantate | Una volta che i semi sono stati raccolti direttamente sulla prateria, possono essere piantati nella zona da ripristinare o mantenuti e trattati in laboratorio per promuovere o indurre la germinazione (per mezzo di variazioni di temperatura e salinità) prima di essere portati in mare. In alcuni casi, grosse | Nei casi in cui il danneggiamento delle praterie è di limitata estensione, il recupero spontaneo permette di escludere interventi di ripristino artificiali. In queste situazioni, il monitoraggio dell'andamento della ricolonizzazione delle aree disturbate permette di accertare se la compensazione naturale della perdita di habitat è sufficiente |

| | Trapianto di adulti | Semina | Recupero naturale |
|------------------|--|--|--|
| | mediante un supporto biodegradabile. I germogli possono essere intrecciati a griglie o telai, o fissati direttamente al substrato. | quantità di semi possono raggiungere la spiaggia, dove possono essere raccolti. | o definire la necessità di interventi integrativi basati su altre tecniche artificiali di recupero. |
| Vantaggi | Alta disponibilità. Spesso, dopo le tempeste, elevate quantità di germogli possono essere raccolti direttamente sulla spiaggia. | I processi di raccolta, manutenzione, trasporto e interrimento sono più facili e più convenienti. | Le fanerogame marine sono caratterizzate da un buon potenziale intrinseco di recupero nelle aree dove hanno subito perturbazioni o dove sono avvenute opere di scavo, soprattutto se di estensione limitata (Badalamenti et al., 2011). Riduzione delle difficoltà e rischi che caratterizzano le tecniche di ripristino artificiale. Non prevedendo il prelievo di semi o rizomi da praterie donatrici, non ha controindicazioni legate a potenziali danneggiamenti delle praterie donatrici. |
| Svantaggi | Questo tipo di trapianto è caratterizzato da elevati tassi di mortalità delle piante trapiantate, registrati in quasi tutti gli esperimenti effettuati finora. Inoltre, si possono seriamente danneggiare o degradare i letti donatori. Ad oggi, nessun progetto di trapianto si è dimostrato completamente efficace. | Difficile reperimento dei semi, che molto spesso possono essere reperiti dopo eventi di spiaggiamento naturale che, tuttavia sono imprevedibili. Bassa sopravvivenza dopo la germinazione. Basso tasso di recupero. Potenziali effetti negativi sulle popolazioni donatrici. | Processo potenzialmente più lento rispetto al ripristino artificiale, soprattutto per specie a lenta crescita. |
| Rischi | Durante la fase di raccolta, il letto donatore potrebbe subire danni e alterazioni della configurazione di germogli e rizomi. Quando si estraggono le talee o germogli, del gas potrebbe fuoriuscire dalle foglie e radici circostanti, compromettendo la resistenza del letto sano. Questo problema non si verifica quando le talee vengono raccolte durante il dislocamento naturale o direttamente sulla spiaggia. Il processo di trapianto delle piante adulte richiede molto tempo e le operazioni di | Se i rizomi del letto donatore sono inerti, la raccolta dei semi dalle piante può compromettere l'ancoraggio del letto donatore al substrato. Questo problema non sussiste se i semi vengono raccolti sulla spiaggia. Il processo di semina può prevedere il mantenimento dei semi in laboratorio. Tale fase è molto delicata poiché diversi fattori (ossigenazione dell'acqua, luce, temperatura, salinità) | Il rischio maggiore può essere legato ad un recupero eccessivamente lento o incompleto, tale da richiedere un intervento integrativo di ripristino artificiale. |

| | Trapianto di adulti | Semina | Recupero naturale |
|--|--|---|-------------------|
| | raccolta in mare, il trasporto in aree prescelte, e l'eventuale stabulazione delle piante in appositi contenitori volti a mantenere le condizioni ottimali sono molto complesse. | devono essere considerati per garantire la vitalità dei semi. | |

In definitiva, come illustrato nella tabella precedente, non esiste al momento una procedura standard e consolidata per il ripristino delle formazioni degradate di fanerogame e nessun metodo può essere considerato il più efficace in termini di recupero dello stato originale dell'ecosistema alterato. Tuttavia è possibile affermare che la semina ad oggi risulta la tecnica meno praticabile a causa del difficile reperimento dei semi e della loro bassa sopravvivenza dopo la germinazione, e le potenziali ripercussioni sulle praterie donatrici. Pertanto come dettagliato nel paragrafo successivo, per le compensazioni relative al progetto TAP, ci si è focalizzati sugli interventi di trapianto e sul recupero naturale delle formazioni interferite.

6.2

INTERVENTI DI COMPENSAZIONE

Come analizzato nei precedenti Capitoli, le attività di progetto avranno una interferenza diretta con circa 1.050 m² di formazione di *C. nodosa* densa e 880 m² di formazione rada di *C. Nodosa* nelle aree di scavo dovuta alla asportazione dei sedimenti, del materiale di fondo e delle fanerogame ivi presenti.

Oltre a questa interferenza, sarà presente una potenziale interferenza indiretta con le aree circostanti dovuta alla risospensione dei sedimenti. Quest'ultima, tuttavia, sarà simile agli effetti dei fenomeni naturali che avvengono nell'area di studio.

Come descritto nel paragrafo precedente, inoltre, le fanerogame marine sono caratterizzate da un buon potenziale intrinseco di recupero nelle aree dove ha subito perturbazioni o dove sono avvenute opere di scavo, soprattutto se di estensione limitata (Badalamenti et al., 2011). In particolar modo questo avviene, come nel caso di studio, dove il materiale scavato (contenente rizomi di *C. nodosa*, radici e semi) viene posizionato nello stesso luogo di origine.

La proposta di TAP, quindi, considerando le attività di mitigazione già descritte e lo stato dell'arte delle operazioni di compensazione relative alle fanerogame marine, è la seguente:

- Espianto di *C. nodosa* e reimpianto in aree limitrofe: espianto prima dei lavori di parte della *C. nodosa* dall'area di scavo della trincea per la ricostituzione di un'area di pari superficie in zone limitrofe alle aree di scavo;
- Ripristino naturale delle aree coperte da Fanerogame Marine, direttamente o indirettamente interferite: monitoraggio del recupero spontaneo delle formazioni di fanerogame interferite.

Al termine di un periodo di monitoraggio di 5 anni successivo al completamento dei lavori, sarà valutata l'efficacia delle compensazioni proposte. Se le aree ricostituite a fanerogame avranno complessivamente almeno la stessa superficie di quelle interferite (distrutte per le operazioni di scavo ed eventualmente danneggiate da impatti indiretti), le opere compensative saranno ritenute concluse. In caso contrario, si procederà ad un ulteriore intervento compensativo con interventi di trapianto di rizomi da praterie limitrofe per raggiungere il ripristino delle condizioni pregresse.

6.2.1 *Espianto di C. nodosa e reimpianto in Aree Limitrofe*

Questo intervento di compensazione consiste nell'espianto di parte di *C. nodosa* dalle aree interessate dalle operazioni di scavo e dragaggio, per il suo reimpianto in aree limitrofe.

La procedura di trapianto avrà lo scopo di ricostituire una formazione di *C. nodosa* di uguale ampiezza (circa 1.930 m²) di quella interferita dallo scavo. La proposta di compensazione risulta simile a quella già utilizzata in passato per altri progetti relativi a gasdotti in Italia (ad esempio il *Gasdotto di Procida (NA) – tratto di mare tra il lago Fusaro (Bacoli) e la Punta di San Pietro nel Comune di Ischia (NA)*). La metodologia di trapianto è di seguito indicata:

- il prelievo di talee di *C. nodosa* sarà effettuato nell'area di scavo, dove quindi le formazioni di fanerogama sono destinate ad essere distrutte;
- il prelievo sarà selettivo ed effettuato manualmente al fine di garantire il massimo di integrità delle talee;
- il reimpianto avverrà nel più breve tempo possibile e in siti localizzati in aree limitrofe alle aree interessate dal progetto;
- il rapporto tra superficie del manto vegetale distrutto e quello reimpiantato sarà pari a 1:1;
- la densità di reimpianto (in termini di numero di fasci/m²) sarà pari a 1:10 della formazione che verrà direttamente interferita (la densità della formazione di *Cymodocea* esistente direttamente interferita è 10 volte più densa di quella che sarà ricostituita).

L'area di trapianto sarà individuata in accordo con le autorità competenti a valle della mappatura degli habitat di *P. oceanica* e *C. nodosa* prevista nel Piano di Monitoraggio Ambientale in ottemperanza della prescrizione A.5 e) del D.M.223/2014.

Si sottolinea in particolare che la collocazione in aree diverse da quelle direttamente interferite dallo scavo garantirà l'ottimizzazione della compensazione proposta (si veda anche quanto segue relativamente al ripristino naturale delle aree direttamente interferite).

La tecnica di trapianto proposta, in quanto ritenuta la più affidabile secondo diversi studi scientifici, consiste nell'espianto della *C. nodosa* insieme ad una porzione di substrato, ottenendo quindi una zolla di sedimento colonizzato

dalla fanerogama (Curiel et al., 2005; Ruiz de la Rosa et al., 2006). Le zolle saranno prelevate in immersione subacquea. Il prelievo avverrà tramite l'uso di un carotatore metallico di 25 cm di diametro, per una profondità di penetrazione di circa 30 cm. Dopo il prelievo, le zolle saranno inserite in vasi di plastica (PVC) e coperte con panni umidi e trasportate quanto prima (massimo entro 2-3 ore) sul sito di trapianto. In caso di condizioni avverse, tali da impedire il pronto trapianto delle zolle, queste saranno conservate in vasche con acqua di mare ad una temperatura di 5°C.

L'impianto delle zolle sarà effettuato utilizzando il carotatore al fine di ottenere cavità di uguale dimensione nel substrato ricevente. Una volta effettuato lo scavo, le zolle saranno inserite nelle cavità, riempiendo con i sedimenti gli eventuali spazi rimasti vuoti e compattando il substrato. Il numero di zolle trapiantate per metro quadro sarà quello necessario per raggiungere il rapporto tra i fasci del letto ricevente e quello donatore pari a 1:10 di cui sopra.

Si sottolinea che la metodologia di reimpianto qui proposta è stata ritenuta la più idonea per la *C.nodosa*, viste le buone caratteristiche di attecchimento delle sue talee e i buoni risultati ottenuti secondo la letteratura con il trapianto delle zolle. In via preliminare, è stata anche considerata la possibilità di utilizzare cornici di cemento come substrato per il reimpianto, in analogia a quanto eseguito ad Ischia (per la *P.oceanica*), nel progetto sopra menzionato. Tuttavia questa metodologia è stata scartata, in quanto ritenuta non idonea nel caso di TAP. *C.nodosa* risulta infatti una fanerogama di più semplice reimpianto rispetto a *P.oceanica* e l'utilizzo della metodologia proposta da TAP (trapianto di zolle) garantisce una interferenza minore con il fondale marino (evitando la copertura dell'area di reimpianto con cornici di cemento).

Il monitoraggio dell'attecchimento dei rizomi e l'eventuale necessità di integrazione del trapianto sarà effettuata nel corso dei successivi 5 anni. Dettagli sulle metodologie di monitoraggio sono riportate nel successivo paragrafo 6.2.3.

6.2.2

Ripristino Naturale delle Fanerogame Marine

Questa tecnica di compensazione sfrutta il potenziale di recupero intrinseco delle fanerogame, integrandolo, solo e se strettamente necessario, con un intervento di trapianto da letti donatori selezionati tra quelli a maggiore densità presenti in prossimità dell'area disturbata dalle operazioni di costruzione del gasdotto.

C. nodosa è una specie con caratteristiche pionieristiche, adattabile a varie condizioni ambientali, e con tassi di crescita relativamente veloci (ISPRA, 2014; Zarranz et al., 2010; Balestri & Lardicci, 2012; 2014). In questa fanerogama marina, la crescita orizzontale dei rizomi può raggiungere i 2 m all'anno (Borum et al., 2004), e la colonizzazione di aree libere tramite accrescimento laterale può estendersi fino a 300 m² in 7 anni (Borum et al., 2004). D'altro canto, anche *P. oceanica*, che subirà verosimilmente

un'interferenza molto limitata, è caratterizzata da una discreta capacità di recupero (Badalamenti et al., 2011) e da una buona resistenza a condizioni di temporanea alterazione dei tassi di sedimentazione (Erftemeijer & Lewis, 2006).

La capacità di ricolonizzazione, inoltre, sarà facilitata dal riposizionamento del materiale scavato (contenente rizomi di *C. nodosa*, radici e semi) nello stesso luogo di origine.

Tali caratteristiche, unite ai tassi di successo di trapianto relativamente alti, suggeriscono che il monitoraggio del recupero naturale delle aree impattate, unito ad un successivo intervento di trapianto se necessario, costituisce la strategia di compensazione più idonea, soprattutto in situazioni di danno limitato causato da interrimento di cavi e condotte (Badalamenti et al., 2011), come nel caso in esame.

Questo tipo di compensazione, inoltre, potrebbe rendere non necessario il disturbo delle formazioni limitrofe dovuto al prelievo degli innesti, che sarebbe effettuato solo se indispensabile. Infatti, la limitata estensione dell'area del ripristino lascerebbe ragionevolmente supporre un recupero spontaneo completo senza la necessità di un intervento di trapianto.

Le attività di monitoraggio del recupero delle formazioni di fanerogame interferite nell'area disturbata, e delle eventuali operazioni integrative di trapianto al termine del monitoraggio quinquennale, sono riportate nei seguenti paragrafi (rispettivamente paragrafi 6.2.3 e 6.2.4).

6.2.3 *Monitoraggio dell'Efficacia del Trapianto (6.2.1) e del Ripristino Naturale delle Fanerogame (6.2.2)*

Ad integrazione di quanto già previsto nel PMA dell'opera (prescrizione A.31 del D.M. 223/2014) si propone il seguente monitoraggio qualitativo e quantitativo delle principali variabili di risposta legate al recupero della fanerogama nelle aree interferite e all'efficacia del trapianto descritto nel precedente paragrafo 6.2.1.

Il monitoraggio interesserà tutte le aree che al termine dei lavori saranno state valutate, tramite ricognizione video-fotografica, realmente impattate dalle attività di costruzione del gasdotto (paragrafo 6.2.2) oltre alle aree di trapianto della *C. nodosa* (paragrafo 6.2.1).

Il monitoraggio sarà effettuato nei successivi 5 anni al termine dei lavori e sarà, in generale, di tipo video-fotografico.

Tuttavia per l'area direttamente interferita dalle attività di costruzione del gasdotto con presenza di formazioni dense di *C. nodosa* si prevede un monitoraggio di dettaglio, come di seguito descritto, che valuti nel tempo il recupero delle fanerogame in termini di ricolonizzazione orizzontale delle aree disturbate e densità dei fasci fogliari.

Il monitoraggio nell'area direttamente interferita e caratterizzata dalla presenza di *C. nodosa* prevede il collocamento di piccoli blocchi di cemento chiamati *balise* (Buia et al., 2004) lungo i margini dell'area disturbata, con lo scopo di delimitarla. I *balise* saranno collocati in 3 punti (due agli estremi dell'area e uno in posizione centrale), su entrambi i margini dell'area disturbata, definendo un sistema di 3 stazioni di monitoraggio (linee orizzontali riportate nella seguente Figura). In ogni stazione, sarà misurata la distanza tra i *balise* e il margine del letto in neoformazione. Dati di letteratura suggeriscono che tassi di espansione compresi tra 10-200 cm all'anno sono compatibili con un tasso normale di recupero (Borum et al., 2004). Il riscontro di valori interni a tale range sarà considerato, quindi, la prova della sussistenza di un normale recupero spontaneo.

In ciascuna stazione, inoltre, saranno effettuate delle stime di copertura e di densità di fasci fogliari con metodo fotografico. In ciascuna stazione, le stime saranno ripetute in 5 siti collocati a distanza crescente dal centro della trincea, lungo l'asse teorico congiungente i due *balise* posizionati ai margini dell'area disturbata. Per ciascun lato, il campionamento sarà effettuato in due siti a distanza crescente dai dai *balise*. Un sito aggiuntivo sarà campionato in posizione centrale della congiungente dei *balise* (Figura 6.1). In ciascun sito la copertura sarà stimata in almeno 3 quadrati di 1 m di lato, selezionati randomicamente sul substrato. Il disegno di campionamento descritto sarà applicato anche alla stima delle densità di fasci fogliari. In questo caso, le densità saranno stimate in quadrati di 50 × 50 cm, e le densità rapportate ad 1 m².

In ciascuna stazione, saranno effettuate delle stime di densità e copertura di *C. nodosa* in letti limitrofi non disturbati. Il campionamento sarà effettuato su entrambi i lati dell'area disturbata. Il confronto statistico tra i valori di riferimento, ottenuti campionando i letti adiacenti non disturbati, e quelli presenti nell'area disturbata forniranno le informazioni sulle traiettorie di recupero e sul ripristino dello stato antecedente al disturbo. Il monitoraggio dovrà avere una durata di almeno 5 anni, con una campagna di campionamento all'anno, che potrà essere eventualmente estesa sulla base dei risultati ottenuti.

La procedura consisterà nell'espianto di fanerogame da aree limitrofe ad alta densità e nel trapianto in aree riceventi interne all'area disturbata. Le aree donatrici saranno identificate sulla base delle cartografie di dettaglio e sui dati di densità ottenuti dal monitoraggio dei letti fanerogame, secondo quanto programmato per la fase di costruzione e di esercizio dell'opera. La tecnica di trapianto sarà quella descritta nel precedente paragrafo 6.2.1.

Come richiesto dalla prescrizione A.5 e) del D.M. 223 del 11/09/2014 e riportato nel Progetto di Monitoraggio Ambientale (Doc. n. IAL00-ERM-643-Y-TAE-1028) predisposto da TAP nel giugno 2015, prima dell'inizio delle attività di costruzione saranno effettuate ulteriori indagini per dettagliare maggiormente la mappatura delle formazioni di fanerogame nell'area interessata dalle attività di costruzione. Questa mappatura costituirà la base per il monitoraggio e la valutazione dei reali impatti sulle fanerogame prodotti dalle attività di progetto, che sarà effettuata al termine delle attività di costruzione mediante indagini video-fotografiche.

Gli impatti del progetto saranno essenzialmente di tipo diretto sulle formazioni di *C.nodosa* presenti nelle aree di scavo. Non si prevedono invece impatti indiretti di tipo significativo, in quanto le attività di movimentazione dei sedimenti saranno effettuate nel periodo invernale, mantenendo la torbidità dell'area (a 50 m dalle aree di scavo) entro la variabilità naturale dell'area.

Considerando lo stato dell'arte delle operazioni di compensazione relative alle fanerogame marine, descritto nel precedente Capitolo 6, e considerando il buon potenziale intrinseco di recupero delle fanerogame marine nelle aree dove ha subito perturbazioni o dove sono avvenute opere di scavo, TAP propone le seguenti misure compensative:

- Espianto di *C. nodosa* e reimpianto in aree limitrofe: espianto prima dei lavori di parte della *C. nodosa* dall'area di scavo della trincea per la ricostituzione di un'area di pari superficie in zone limitrofe alle aree di scavo;
- Ripristino naturale delle aree coperte da Fanerogame Marine, direttamente o indirettamente interferite: monitoraggio del recupero spontaneo delle formazioni di fanerogame interferite;

Al termine di un periodo di monitoraggio di 5 anni successivo al completamento dei lavori, sarà valutata l'efficacia delle compensazioni proposte. Se le aree ricostituite a fanerogame avranno complessivamente almeno la stessa superficie di quelle interferite (distrutte per le operazioni di scavo ed eventualmente danneggiate da impatti indiretti), le opere compensative saranno ritenute concluse. In caso contrario si procederà ad un ulteriore intervento compensativo con interventi di trapianto di rizomi da praterie limitrofe per integrare il ripristino delle condizioni pregresse.

Queste misure di compensazione sfruttano il potenziale di recupero intrinseco delle fanerogame e la disponibilità di rizomi dalle aree direttamente interferite dagli scavi.

Esse saranno integrate al termine del monitoraggio quinquennale al termine dei lavori solo se strettamente necessario, con un intervento di trapianto da letti donatori selezionati tra quelli a maggiore densità presenti in prossimità dell'area disturbata dalle operazioni di scavo e dragaggio.

C. nodosa, infatti, è una specie con caratteristiche pionieristiche, adattabile a varie condizioni ambientali, e con tassi di crescita relativamente veloci. Anche *P. oceanica*, che subirà verosimilmente un'interferenza molto limitata, è caratterizzata da una discreta capacità di recupero e da una buona resistenza a condizioni di temporanea alterazione dei tassi di sedimentazione. La capacità di ricolonizzazione, inoltre, sarà facilitata dal riposizionamento del materiale scavato (contenente rizomi di *C. nodosa*, radici e semi) nello stesso luogo di origine. Questa procedura potrebbe rendere non necessario il disturbo delle formazioni limitrofe dovuto al prelievo degli innesti, che sarebbe effettuato solo se indispensabile. Infatti, la limitata estensione dell'area del ripristino lascia ragionevolmente supporre un recupero spontaneo completo senza la necessità di un intervento di trapianto.

- Badalamenti F, Alagna A, D'anna G, Terlizzi A, Di Carlo G (2011) The impact of dredge-fill on *Posidonia oceanica* seagrass meadows: Regression and patterns of recovery. *Mar Poll Bull*, 62: 483-489.
- Balestri E, Lardicci C (2012) Nursery-propagated plants from seed: a novel tool to improve the effectiveness and sustainability of seagrass restoration. *J App Ecol*, 49: 1426-1435.
- Balestri E, Lardicci C (2014) Effects of sediment fertilization and burial on *Cymodocea nodosa* transplants; Implications for seagrass restoration under a changing climate. *Restor Ecol*, 2: 240-247.
- Bastyan GR, Cambridge ML (2008) Transplantation as a method for restoring theseagrass *Posidonia australis*. *Estuar Coast Shelf Sci*, 79: 289-299.
- Bellan-Santini D, Picard J (1984) Consequences de la regression des herbiers de Posidonies pour le benthos animal des milieux mediterraneens. In: Boudouresque CF, Jeudy de Grissac A, Olivier J, editors. International Workshop on *Posidonia oceanica* beds. Marseilles: GIS Posidonie publ. pp. 423-429.
- Borum J, Duarte CM, Krause-Jensen D, Greve TM (2004) European seagrasses: an introduction to monitoring and management. EU project Monitoring and Managing of European Seagrasses, pp. 88.
- Boström C, Bonsdorff E (1997) Community structure and spatial variation of benthic invertebrates associated with *Zostera marina* (L) beds in the Baltic Sea. *J Sea Res*, 37: 153-166.
- Boudouresque CF, Bernard G, Pergent G, Shili A, Verlaque M (2009) Regression of Mediterranean seagrasses caused by natural processes and anthropogenic disturbances and stress: a critical review. *Botanica Marina*, 52: 395-418.
- Buia MC, Gambi MC, Dappiano M (2004) I sistemi a fanerogame marine. In: Gambi MC, Dappiano M (eds), Manuale di metodologie di campionamento e studio del benthos marino mediterraneo. *Biol Mar Mediterr*, 10 (Suppl. 1): 145-198.
- Cabaço S, Santos R, Duarte CM (2008) The impact of sediment burial and erosion on seagrasses: A review. *Est Coast Shelf Sci*, 79: 354-366.
- Campbell ML (2002). Getting the foundation right: A scientifically based management framework to aid in the planning and implementation of seagrass transplant efforts. *Bull Mar Sci*, 71: 1405-1414.
- Coles R, Grech A, McKenzie L (2013) Seagrass under pressure. *Seagrass-Watch*, 47: 2-6.
- Connolly RM (1994) Removal of seagrass canopy: effects on small fish and their prey. *J Exp Mar Biol Ecol*, 184: 99-110.

- CRISMA (2006) Inventario e cartografia delle praterie di *Posidonia oceanica* nei compartimenti marittimi di Manfredonia, Molfetta, Bari, Brindisi, Gallipoli e Taranto. Crisma - Consorzio per la Ricerca Applicativa e l'Innovazione Tecnologica nelle Scienze del Mare, pp. 204.
- Curiel D, Scarton F, Rismondo A, Marzocchi M (2005) Pilot transplanting project of *Cymodocea nodosa* and *Zostera marina* in the lagoon of Venice: Results and perspectives. *Boll Mus civ St nat Venezia* 56: 25-40.
- Den Hartog C (1997) Structure, function and classification in sea-grass communities. In CP Mc Roy and C Helfferich (eds.) *Seagrass Ecosystems. A scientific Perspective*, pp. 89-121. Marcel Dekker, New York, Basel.
- Duarte CM, Sand-Jensen K (1990) Seagrass colonization: biomass development and shoot demography in *Cymodocea nodosa* patches. *Mar Ecol Prog Ser*, 67: 97-103.
- Duarte CM (1991) Seagrass depth limits. *Aquatic Bot*, 40: 363-373.
- Edgar GJ, Shaw C, Watson GF, Hammond LS (1994) Comparison of species richness, size structure and production of benthos in vegetated and unvegetated habitats in Western Port, Victoria. *J Exp Mar Biol ecol*, 176: 201-226.
- Drew EA (1978) Factors affecting photosynthesis and its seasonal variation in the seagrasses *Cymodocea nodosa* (Ucria) Aschers, and *Posidonia oceanica* (L.) Delile in the Mediterranean. *J Exp Mar Biol Ecol*, 31: 173-194.
- Erfteimeijer PLA, Lewis RRR (2006) Environmental impacts of dredging on seagrasses: a review. *Mar Pollut Bull*, 52: 1553-1572.
- Fonseca MF, Kenworthy WJ, Thayer GW (1998) Guidelines for the Conservation and Restoration of Seagrasses in the United States and Adjacent Waters. NOAA Coastal Ocean Program Decision Analysis Series No. 12. NOAA Coastal Ocean Office, Silver Spring, MD. 222 pp.
- Fonseca MS (2011) Addy revisited: what has changed with seagrass restoration in 64 years? *Ecol Restor*, 29: 73-81.
- Ganassin C, Gibbs PJ (2008) A review of seagrass planting as a means of habitat compensation following loss of seagrass meadow. NSW Department of Primary Industries - Fisheries Final Report Series No. 96. 41pp. ISSN 1449-9967.
- Glasby TM, Taylor SL, Housefield GP (2014) Factors influencing the growth of seagrass seedlings: A case study of *Posidonia australis*. *Aquat Bot*, 120: 251-259.
- Guidetti P, Fabiano M (2000) The use of lepidochronology to assess the impact of terrigenous discharges on the primary leaf production of the Mediterranean seagrass *Posidonia oceanica*. *Mar Pollut Bull*, 40: 449-453.
- Infantes E, Orfila A, Simarro G, Terrados J, Luhar M, et al. (2012) Effect of a seagrass (*Posidonia oceanica*) meadow on wave propagation. *Mar Ecol Prog Ser*, 456: 63-72.
- Irving AD, Tanner JE, Seddon S, Miller D, Collings GJ, Wear RJ, Hoare SL, Theil MJ (2010) Testing alternate ecological approaches to seagrass rehabilitation: links to life-history traits. *J Appl Ecol*, 47: 1119-1127.

- ISPRA (2014) Conservazione e gestione della naturalità negli ecosistemi marino-costieri. Il trapianto delle praterie di *Posidonia oceanica*. Manuali e linee guida, 106/2014, pp. 97.
- Kirkman H (1999) Pilot experiments on planting seedlings and small seagrass propagules in Western Australia. *Mar Pollut Bull*, 37: 460–467.
- Larkum AWD, McComb AJ, Shepard SA (1989) Biology of seagrasses: a treatise on the biology of seagrasses with special reference to the Australian region. Elsevier Sci. Publ. Co. Nc., Amsterdam.
- Lewis FG (1984) Distribution of macrobenthic crustaceans associated with *Thalassia*, *Halodule* and bare sand substrata. *Mar Ecol Prog Ser*, 19: 101-113.
- Manzanera M, Perez M, Romero J (1995) Seagrass mortality due to oversedimentation: an experimental approach. In: Proceedings of the Second International Conference on the Mediterranean Coastal Environment, MEDCOAST 95, October 24–27 1995, Taragona, Spain.
- Marba N, Duarte CM (1994) Growth response of the seagrass *Cymodocea nodosa* to experimental burial and erosion. *Mar Ecol Progr Ser*, 107: 307–311.
- Meehan AJ, West RJ (2000) Recovery times for a damaged *Posidonia australis* bed in south eastern Australia. *Aquat Bot*, 67: 161–167.
- Meehan AJ, West RJ (2002) Experimental transplanting of *Posidonia australis* seagrass in Port Hacking, Australia, to assess the feasibility of restoration. *Mar Pollut Bull*, 44: 25–31.
- Meinesz A, Molenaar H, Bellone E, Loques F (1992) Vegetative reproduction in *Posidonia oceanica*. *Mar Ecol*, 13: 163–174.
- Orth RJ, Moore KA, Marion SR, Wilcox DJ, Parrish DB (2012) Seed addition facilitates eelgrass recovery in a coastal bay system. *Mar Ecol Prog Ser*, 448: 177–195.
- OSPAR (2010) Background Document for *Cymodocea* meadows. Convention for the Protection of the Marine Environment of the North-East Atlantic, 487/2010, pp. 30.
- Pergent G, Bazairi H, Bianchi CN, Boudouresque CF, Buia MC, et al. (2012) Mediterranean seagrass meadows: resilience and contribution to climate change mitigation. A short summary. Gland, Málaga: IUCN. 40 p.
- Rasheed MA (1999) Recovery of experimentally created gaps within a tropical *Zostera capricorni* (Aschers.) seagrass meadow, Queensland Australia. *J Exp Mar Biol Ecol*, 235:183–200.
- Relini G (2002) Aree marine protette e conservazione della biodiversità nei mari italiani. Atti conferenza nazionale sulle Aree Naturali Protette. Torino, Sessione: Il sistema delle Aree Marine Protette.
- Ruíz JM, Boudouresque CF, Enríquez S (2009) Mediterranean seagrasses. *Botanica Marina*, 52: 369-382.
- Ruiz JM, Pérez M, Romero J (2001) Effects of fish farm loadings on seagrass (*Posidonia oceanica*) distribution, growth and photosynthesis. *Mar Pollut Bull*, 42: 749–760.

- Ruiz de la Rosa M, García N, Zarranz M, Manent P, Domínguez R, Gritón M, Louzara G, González N (2006) Preliminary results of experimental evaluation about different methods of transplanting *Cymocodea nodosa* in the Canary Islands. *Biol Mar Medit*, 13: 267-271.
- Sánchez-González JF, Sánchez-Rojas V, Memos CD (2011) Wave attenuation due to *Posidonia oceanica* meadows. *J Hydraul Res*, 49: 503-514.
- Statton J, Dixon KW, Hovey RK, Kendrick GA (2012) A comparative assessment of approaches and outcomes for seagrass revegetation in Shark Bay and Florida Bay. *Mar Freshw Res*, 63: 984-993.
- Statton J, Cambridge ML, Dixon KW, Kendrick GA (2013) Aquaculture of *Posidonia australis* seedlings for seagrass restoration programs: effect of sediment type and organic enrichment on growth. *Restor Ecol*, 21: 250-259.
- Treat SF, Lewis RR (Eds.) (2006) Seagrass Restoration: Success, Failure and the Cost of Both. Proceedings of the Conference. Mote Marine Laboratory, March, 2003. Lewis Environmental Services, Inc., Tampa, Florida. 175 p.
- Worm B, Barbier EB, Beaumont N, Duffy JE, Folke C, et al. (2006) Impacts of biodiversity loss on ocean ecosystem services. *Science*, 314: 787-790.
- Zarranz ME, Gonzalez-Henríquez N, García-Jimenez P, Robaina RR (2010) Restoration of *Cymodocea nodosa* (Uchria) Ascherson seagrass meadows through seed propagation. Germination in vitro, seedlings culture and field transplants. *Bot Mar*, 53: 173-181.

Allegato 1

Mappatura Praterie di Fanerogame (Posidonia e Cymodocea)

(Tavola 2 dell'Allegato 7 delle Integrazioni all'ESIA consegnate
nell'aprile 2014)

LEGEND

PROJECT COMPONENTS

- BASE CASE ROUTE
- FIBRE OPTIC CABLE
- MICROTUNNEL

SURVEY 2011

- ★ POSIDONIA OCEANICA
- ▲ CYMODOCEA

SURVEY 2013

- DENSE CYMODOCEA
- SPARSE CYMODOCEA
- POSIDONIA OCEANICA DEAD MATTE
- COASTAL DEBRIS
- WELL GRADED FINE SAND
- SURVEYED AREA 2013

SURVEY 2014

- POSIDONIA OCEANICA ISOLATED CLUMPS
- SURVEYED AREA 2014

BATHYMETRY

- BATHYMETRY



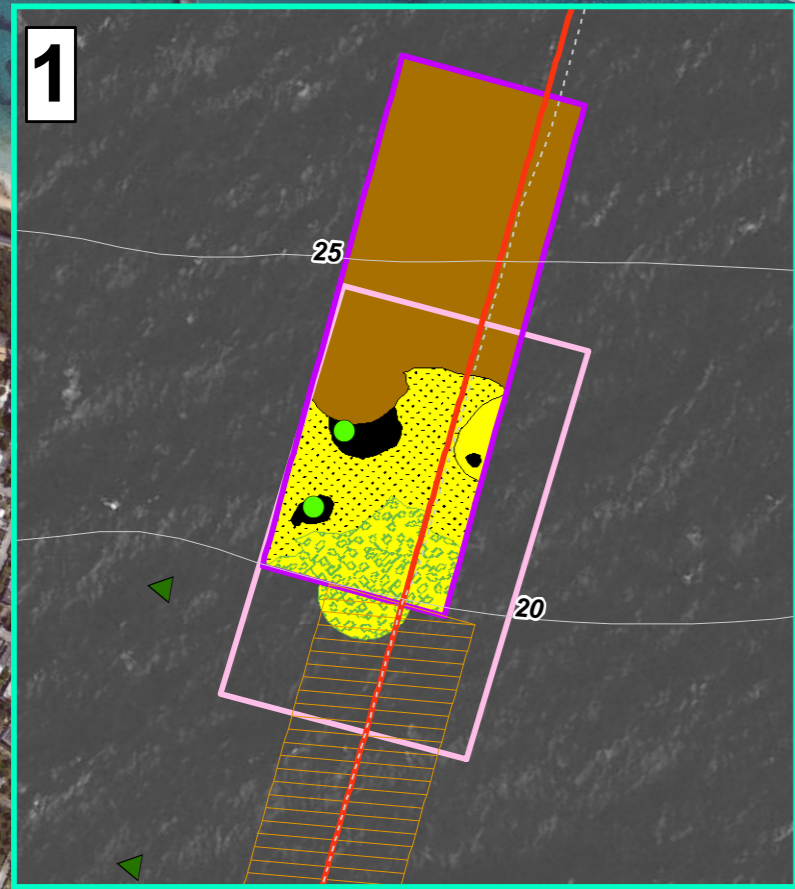
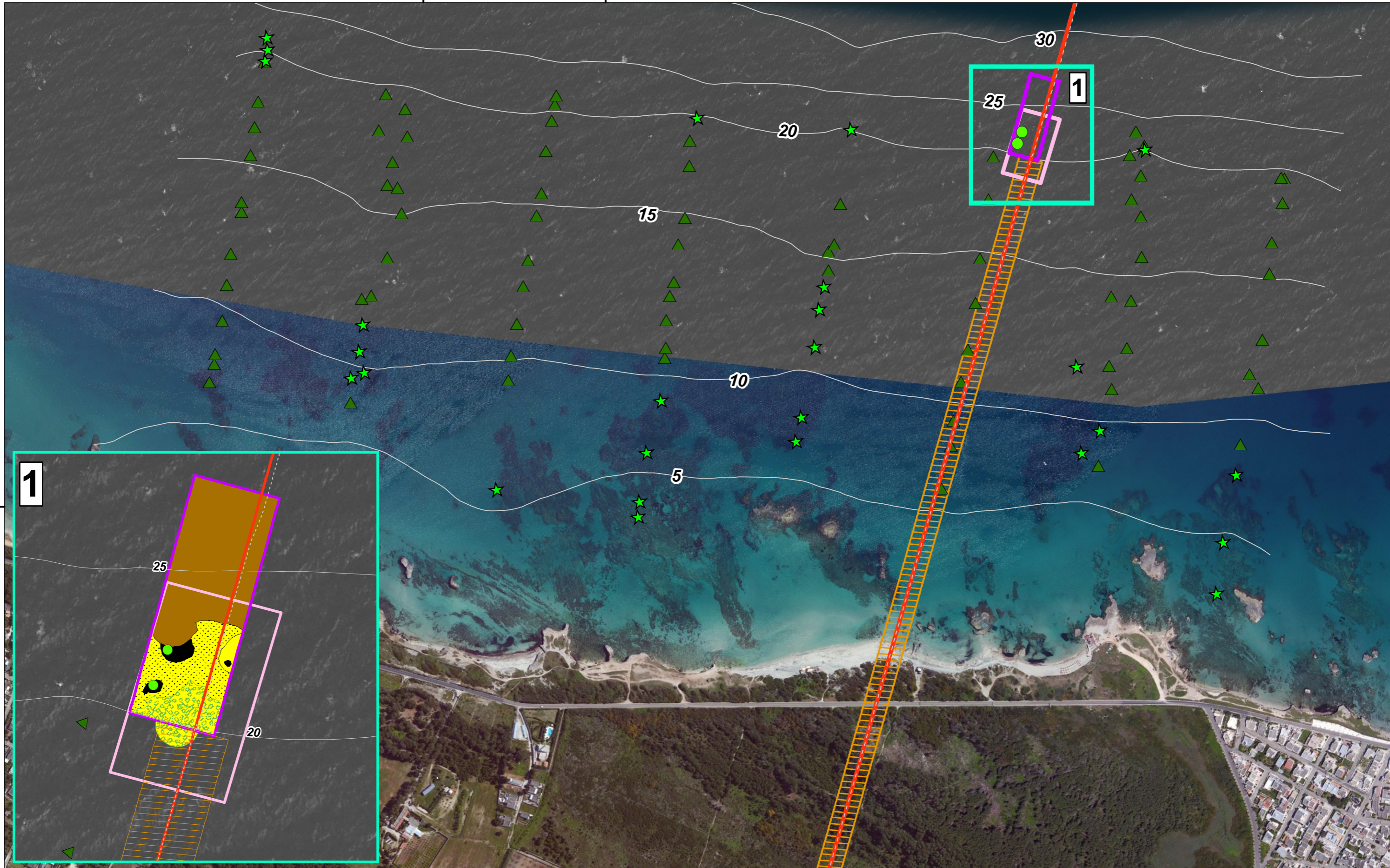
- BASE CASE ROUTE
- POSIDONIA SURVEY AREA
- MUNICIPALITY BOUNDARY



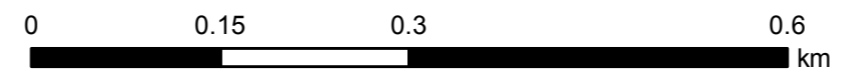
Lorenzo Bertolo

ORIGINAL FORMAT A3

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|--|--|--|--|--|---|--|------------------------|--|-------------------------|--|---------------------|--|---|--|---|--|--------------------|--|-----------------|--|----------|--|
| ORDERING COMPANY | | | | | | TRANS ADRIATIC PIPELINE | | | | DOCUMENT TITLE | | | | Marine Fanerogams Meadows (Posidonia oceanica and Cymodocea) | | | | | | | | | |
| PROJECT | | | | | | TRANS ADRIATIC PIPELINE | | Company Representative | | Turid Thormodsen | | Scale | | 1:7.000 | | Foglio | | 0 of 1 | | | | | |
| OWNER | | | | | | ENVIRONMENTAL RESOURCES MANAGEMENT | | Company Reference | | C201 | | Document Number: | | | | Rev. | | | | | | | |
| NO. | | | | | | 8-4-2014 | | ISSUED FOR INFORMATION | | ERM | | ENT | | ENT | | IAL00 - ERM - 643 - Y - TAE - 1020 | | | | 00 | | | |
| PREP. | | | | | | CONTR. | | APPR. | | Location | | Originating Company | | System Code | | Tipo Documento | | Numero Sequenziale | | Numero Allegato | | Revision | |
| Trans Adriatic Pipeline | | | | | | | | | | Engineer Representative | | Elisabeth Schmidt | | GIS - FILE NO. | | MappaturaPosidonia_IT_Leg.mxd | | Formato | | A3 | | | |



The Legend is on a separate sheet



Coordinate System: WGS 1984 UTM Zone 34N

Source Reference Map: © ESRI Basemaps + Microsoft Bing Maps



| | |
|------------------|---------------------------------------|
| ORDERING COMPANY | TAP Trans Adriatic Pipeline |
| PROJECT TITLE | TRANS ADRIATIC PIPELINE |
| OWNER | Environmental Resources Management |

| | | | |
|---|---------------------|---|----------------------------|
| DOCUMENT TITLE | | Marine Fanerogams Meadows (Posidonia oceanica and Cymodocea) | |
| Scale: 1:6,000 | | Sheet | 2 of 2 |
| Document-No. | | Rev. | |
| IAL00 - ERM - 643 - Y - TAE - 1020 | | 00 | |
| Location | Originating Company | System-code | Discipline Type |
| | | | Document Sequential Number |
| GIS - FILE NO. MappaturaPosidonia_IT.mxd | | | |

446681

DIMENSIONE ORIGINALE A3

446681

Trans Adriatic Pipeline AG Italia - Sede Secondaria
Via IV Novembre, 149 - 00187 Roma, Italia
Tel.: +39 06 69 76 501
Fax: +39 06 69 76 50 32
tapitalia@tap-ag.com
www.tap-ag.it

Tutti i diritti di proprietà intellettuale relativi al presente documento sono riservati. La riproduzione, la diffusione o la messa a disposizione di terzi dei contenuti del presente documento sono vietate, se non sono preventivamente autorizzate da TAP AG.
La versione aggiornata del documento è disponibile nel database del Progetto TAP.