



Ministero dell' Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare

Commissione Tecnica di Verifica dell'Impatto Ambientale – VIA e VAS

* * *

Parere n. 2494 del 08/09/2017

Progetto	Verifica di Ottemperanza Prescrizione n. 7 relativa alla Verifica di esclusione VIA provvedimento DVA/2010/25280 del 20/10/10 – del Terminale di rigassificazione GNL localizzato al largo della costa toscana (Livorno) VO 683-1833 ID-VIP 3337
Proponente	OLT Offshore LNG Toscana Srl

[Handwritten signatures and notes]

La Commissione Tecnica di Verifica per l'Impatto Ambientale – VIA e VAS

1. PREMESSA

VISTI

- il Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 recante “*Norme in materia ambientale*” e s.m.i.;
- il Decreto del Presidente della Repubblica del 14 maggio 2007, n. 90 concernente “*Regolamento per il riordino degli organismi operanti presso il Ministero dell’Ambiente della Tutela del Territorio e del Mare, a norma dell’art. 29 del D.L. 4 luglio 2006, n. 223, convertito, con modificazioni, dalla L. 4 agosto 2006, n. 248*” ed in particolare l’art. 9 che prevede l’istituzione della Commissione tecnica di verifica dell’impatto ambientale VIA e VAS;
- il Decreto Legge 23 maggio 2008, n. 90, convertito in legge il 14 luglio 2008, L. 123/2008 “*Conversione in legge, con modificazioni, del Decreto legge 23 maggio 2008, n. 90 recante misure straordinarie per fronteggiare l'emergenza nel settore dello smaltimento dei rifiuti nella regione Campania e ulteriori disposizioni di protezione civile*” ed in particolare l’art. 7 che modifica l’art. 9 del DPR del 14 maggio 2007, n. 90;
- il Decreto del Ministro dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare prot. n. GAB/DEC/150/07 del 18 settembre 2007 di definizione dell’organizzazione e del funzionamento della Commissione tecnica di verifica dell’impatto ambientale - VIA e VAS e le modifiche ad esso apportate attraverso i decreti GAB/DEC/193/2008 del 23 giugno 2008 e GAB/DEC/205/2008 del 02 luglio 2008;
- il Decreto legislativo del 3 aprile 2006, n.152 recante “*Norme in materia ambientale*” e s.m.i. ed in particolare l’art. 8 inerente il funzionamento della Commissione Tecnica di Verifica dell’Impatto Ambientale - VIA e VAS;
- il Decreto Legge 6 luglio 2011, n. 98, convertito in legge il 15 luglio 2011, L. n. 111/2011 “*Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 6 luglio 2011, n. 98 recante disposizioni urgenti per la stabilizzazione finanziaria*” ed in particolare l’art. 5 comma 2-bis;
- il Decreto del Ministro dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare di nomina dei componenti della Commissione Tecnica per la Verifica dell’Impatto Ambientale - VIA e VAS prot. GAB/DEC/112/2011 del 19/07/2011 e s.m.i.;
- il Decreto Legge 24 giugno 2014 n.91 convertito in legge 11 agosto 2014, L. 116/2014 “*Conversione in legge, con modificazioni, del decreto legge 24 giugno 2014, n. 91 disposizioni urgenti per il settore agricolo, la tutela ambientale e l'efficientamento energetico dell'edilizia scolastica e universitaria, il rilancio e lo sviluppo delle imprese, il contenimento dei costi gravanti sulle tariffe elettriche, nonché per la definizione immediata di adempimenti derivanti dalla normativa europea*” ed in particolare l’art.12, comma 2, con il quale si dispone la proroga le funzioni dei Componenti della CTVA in carica alla data dell’entrata in vigore del detto D.L. fino al momento della nomina della nuova Commissione;
- il Decreto Ministeriale n. 308 del 24/12/2015 recante gli “*Indirizzi metodologici per la predisposizione dei quadri prescrittivi nei provvedimenti di valutazione ambientale di competenza statale*”.

2. INTRODUZIONE

VISTA la nota prot. n. CTVA-2016-1813 del 17/05/2016 di assegnazione al Gruppo Istruttore.

VISTA la nota prot. n. DVA-12258 del 05/05/2016, acquisita agli atti con prot. CTVA-1677 del 06/05/2016, con cui la Direzione Generale per le Valutazioni Ambientali (di seguito DVA) ha chiesto alla Commissione tecnica di verifica dell’impatto ambientale VIA-VAS (di seguito Commissione) di valutare la verifica di ottemperanza alla prescrizione n. 7 del Provvedimento DVA-2010-25280 del 20/10/2010 relativo al progetto “*Terminale di rigassificazione di GNL localizzato al largo della costa toscana (LI)*” per il secondo anno di attività;

CONSIDERATO che con provvedimento DVA-2010-25280 del 20 ottobre 2010 è stato espresso giudizio positivo all'esclusione dalla procedura di valutazione dell'impatto ambientale del progetto presentato dalla Società OLT Offshore LNG Toscana S.p.A., inerente aggiornamenti progettuali apportati in fase di ingegneria esecutiva al terminale di rigassificazione GNL localizzato al largo della costa Toscana (LI), a condizione che si ottemperino specifiche prescrizioni indicate nel provvedimento medesimo, tra le quali la prescrizione n. 7 che prevede:

"In accordo con ISPRA, e con costi a carico del proponente, dovranno essere definiti ed attuati, prima dell'arrivo della nave-terminale (per definire l'ante-operam,) e durante tutto il periodo di funzionamento del terminale, i seguenti monitoraggi in mare con cadenza almeno trimestrale:

- a) *misura delle componenti chimico-fisiche-biotiche su 4 punti a distanza di 100 m dal terminale, ad intervalli regolari su tutta la colonna di acqua;*
- b) *verifica delle biocenosi esistenti sul fondo del mare lungo due transetti ortogonali fino ad una distanza di almeno 200 m dal terminale e monitoraggio della loro evoluzione nel tempo;*
- c) *misura del rumore in acqua su due profili perpendicolari dalla distanza di 100 m fino a distanza di 5 km dal terminale sia durante il funzionamento normale che durante i periodi di massima rumorosità al fine di verificare quanto affermato nello studio ambientale preliminare;*
- d) *verifica visiva della presenza/passaggio di cetacei fino ad una distanza di almeno 1 miglio dal terminale; verifica della presenza di cetacei tramite idrofoni posti su due transetti ortogonali a 5 e 10 km dal terminale;*
- e) *verifica dell'eventuale risospensione dei sedimenti di fondo nei periodi considerati critici a causa del getto di acqua di riscaldamento emesso dalla nave;*

Qualora si verificassero situazioni di rischio per la flora e la fauna marina il proponente dovrà adottare in accordo con ISPRA ed il MATTM tutte le misure tecnicamente possibili, incluso la riduzione del processo di rigassificazione, atte al ripristino delle condizioni di rischio ante-operam. Il monitoraggio dovrà estendersi nel tempo fino ad un anno dopo la dismissione del terminale".

PRESO ATTO che la prescrizione 7 deve *"essere verificata da ISPRA di concerto con il MATTM".*

PRESO ATTO che con provvedimento DVA-2013-30107 del 23/12/2013 è stata determinata l'ottemperanza alla prescrizione di cui trattasi per la parte relativa al monitoraggio ante operam ("fase di bianco") stabilendo che i monitoraggi: *"dovranno continuare per tutta la fase di esercizio dell'impianto e continuare fino ad un anno dopo la dismissione del terminale. Inoltre, fermo restando l'effettuazione con cadenza trimestrale degli stessi, i relativi complessivi esiti saranno forniti alla scrivente, per le necessarie verifiche di ottemperanza, con cadenza annuale".*

PRESO ATTO che con provvedimento DVA-2017-100 del 04/04/2017 è stata determinata l'ottemperanza alla prescrizione di cui trattasi per la parte relativa al primo anno di monitoraggio in fase di esercizio ("Primo anno di attività") stabilendo che per i futuri monitoraggi si dovrà:

1. *"mantenere un record accurato di tutte le attività del terminale durante i monitoraggi;*
2. *ripresentare i dati delle campagne di monitoraggio pregresse di "bianco" e del "primo anno" all'interno del piano di monitoraggio del secondo anno e successivi per ogni stazione di misura in modo da poter meglio valutare eventuali variazioni misurate;*
3. *rappresentare i dati in modo tale che siano chiaramente individuabili le stazioni di campionamento, e che i relativi dati graficati siano rappresentati in modo chiaro e leggibile, evitando aggregazioni che pongono problemi interpretativi;*
4. *relativamente alle misurazioni con CTD, fornire indicazioni riguardanti le attività di calibrazione dei sensori;*
5. *restituire i risultati relativi al macrozoobenthos secondo una matrice di abbondanza degli organismi ritrovati in una tabella stazione/specie, così come già fatto per il meiobenthos;*

6. *accompagnare i report del piano di campionamento da una scheda di bordo che riporti le condizioni meteo-marine e altre indicazioni correlabili con le caratteristiche chimico-fisiche delle acque (soleggiamento ecc.);*
7. *per quanto riguarda i dati correntometrici, auspicabilmente dotare il terminale, oltre che dei già installati correntometri orizzontali, anche di un correntometro doppler (ADCP) che rilevi le caratteristiche idrodinamiche verticali dell'intera colonna d'acqua;*
8. 3
9. *fornire l'intera documentazione con i dati grezzi per tutti i parametri monitorati con il rispettivo tempo di misura, relativi alle singole stazioni di campionamento e ai singoli campionamenti, in modo da consentire eventuali elaborazioni e valutazioni generali;*
10. *argomentare le anomalie di dati o variazioni particolarmente significative, specialmente per quanto riguarda ad esempio pH e sua variabilità, torbidità, temperatura, clorofilla, ecc;*
11. *completare il modello di diffusione delle acque di scarico per tutta l'estensione della colonna d'acqua, analizzando diverse condizioni di densità dell'acqua e velocità della corrente (che includa anche la condizione zero-corrente);*
12. *fornire le caratteristiche del sistema di scarico delle acque di raffreddamento dei vaporizzatori anche con immagini;*
13. *argomentare la possibile relazione esistente tra risospensione dei sedimenti ed il sistema di ancoraggio e riser; in particolare si richiede di fornire uno schema del sistema di ancoraggio in cui risultino le dislocazioni delle catene delle ancore, la loro lunghezza ed eventualmente una stima dell'area di sedimentazione interessata dal loro movimento;*
14. *per le analisi del biota, esprimere le concentrazioni dei metalli e degli altri inquinanti su peso umido anziché su peso secco, come riportato nel D.M. 260/2010 e nel D.Lgs 172/2015."*

VALUTATE nuovamente e **RICONFERMATE** tutte le valutazioni a suo tempo esplicitate nei citati provvedimenti DVA-2013-30107 del 23/12/2013 e DVA-2017-100 del 04/04/2017.

VISTA la documentazione trasmessa dal Proponente, assunta agli atti con prot. n. DVA-10855 del 21/04/2016, relativi ai monitoraggi del secondo anno di monitoraggio con il terminale in attività.

VISTA la documentazione integrativa trasmessa dal Proponente, assunta agli atti con prot. n. DVA-17014 del 18/07/2017, relativa al primo anno di monitoraggio con il terminale in attività. Tale documentazione integra per quanto materialmente possibile quanto indicato nel provvedimento DVA-2017-100 del 04/04/2017.

VISTA la documentazione integrativa trasmessa dal Proponente, assunta agli atti con prot. n. DVA-17367 del 21/07/2017, relativa al secondo anno di monitoraggio con il terminale in attività. Tale documentazione integra per quanto materialmente possibile quanto indicato nel provvedimento DVA-2017-100 del 04/04/2017.

PRESO ATTO delle riunioni convocate presso il MATTM in data 05/05/2016 (prot. n. CTVA-0001448 del 22/04/2016), 19/01/2017 (prot. n. CTVA-0000074 del 12-01-2017), 16/03/2017 (prot. n. CTVA-0000756 del 13-03-2017) e del 27/07/2017 (prot. n. CTVA-0002360 del 19-07-2017).

PRESO ATTO delle note di conferimento incarico ad ISPRA (DVA-0006772 del 10-03-2016 e prot. n. DVA-0010144 del 14-04-2016) e di successivo sollecito (prot. n. DVA-0002780 del 07/02/2017) ai fini dell'ottenimento del loro "accordo" in relazione alla verifica di merito dei monitoraggi eseguiti in ottemperanza alla prescrizione in oggetto.

PRESO ATTO della nota di Ispra, assunta agli atti con prot. n. CTVA-0003031 del 08/09/2016, in cui Ispra comunica che alla Verifica di Ottemperanza in oggetto parteciperà anche l'ARPA Toscana.

PRESO ATTO delle valutazioni di Ispra sulla Verifica di Ottemperanza in oggetto, assunte agli atti con prot. n. CTVA-856 del 21/03/2017, che includono a loro volta le valutazioni di ARPA Toscana sia per il primo che per il secondo anno di monitoraggio con il terminale in attività.

3. PER QUANTO RIGUARDA IL SECONDO RAPPORTO ANNUALE

PRESO ATTO che con nota prot. n. 2016/OUT/GENER?B?0054 del 19 Aprile 2016, acquisita con prot. DVA-10855 del 21/04/2016, la Società OLT Offshore LNG Toscana S.p.A. ha inviato:

- Cartella dati GIS;
- Cartella elaborati tecnici:
 - Sottocartella CIBM:
 - II report annuale Volume 1,
 - II report annuale Volume 2;
 - Sottocartella D'Appolonia Correntometria:
 - II rapporto n. 12-982-H4.

PRESO ATTO della nota della OLT Offshore LNG Toscana, prot. n. 2017/OUT/GENER/B/0298, assunta agli atti con prot. n. DVA-17367 del 21/07/2017 con la quale la Società OLT Offshore LNG Toscana S.p.A. ha inviato:

- Report Integrazione II anno di monitoraggio;
- Minuta della Riunione con Ispra del 25/05/2017;
- Profili Sonda Multiparametrica report II anno;
- Date di campionamento matrici ambientali;
- Calibrazione delle sonde;
- Matrice abbondanza.

VISTA la succitata documentazione.

3.1 Analisi eseguite

Come descritto nel piano, sono individuabili 3 scenari operativi (campagna completa, campagna intermedia, campagna minima) i cui contenuti tecnici sono riassunti nella Tabella 1.

Tabella 1 - Contenuti tecnici delle quattro campagne annuali relative alla fase di esercizio.			
	Campagna minima (Autunno, Primavera)	Campagna intermedia (Inverno)	Campagna completa (Estate)
COLONNA D'ACQUA			
Caratteristiche fisico-chimiche	*	*	*
Microbiologia, solidi sospesi, sostanza organica, particellata clorofilla a, idrocarburi totali, tensioattivi, cloro derivati, nutrienti, d. pigmentaria			
Profili idrologici	*	*	*
Temperatura, conducibilità, pH, fluorescenza della clorofilla a, trasparenza, ossigeno disciolto, potenziale di ossidoriduzione, irradianza, irradianza spettrale			
Fitoplancton	*	*	*
Oloplanton	*	*	*
Meroplancton	*	*	*
Ittioplancton	*	*	*
Saggi ecotossicologici		*	*
<i>Vibrio fischeri, Phaeodactylum tricorutum, Dicentrarchus labrax,</i> <i>Paracentrotus lividus</i>			
SEDIMENTI			
Caratteristiche fisico-chimiche-microbiologiche			*

Tabella 1 - Contenuti tecnici delle quattro campagne annuali relative alla fase di esercizio.			
	Campagna minima (Autunno, Primavera)	Campagna intermedia (Inverno)	Campagna completa (Estate)
Metalli pesanti, IPA, Cloroderivati, C. organo stannici, TOC, Idrocarburi totali, microbiologia Saggi ecotossicologici <i>Vibrio fischeri, Corophium orientale, Paracentrotus lividus</i>			*
BIOTA Meiozoobenthos Macrozoobenthos Bioaccumulo Metalli ed elementi in tracce, Idrocarburi Policiclici Aromatici, Cloroderivati, Composti organo stannici, Idrocarburi totali, microbiologia Biomarkers Alterazione strutturale e funzionale della membrana lisosomial, Comet test, biologia delle branchie Fauna ittica bentonectonica (reti da posta, reti a traino di fondo) Fauna ittica pelagica Cetacei e tartarughe marine		*	*
INDAGINI GENERALI Bioacustica Misura del rumore	*	*	*

Le attività di campo sono state svolte a partire dall'autunno 2014 (A-14) con cadenza trimestrale ossia nell'inverno 2015 (I-15), primavera 2015 (P-15) e estate 2015 (E-15) secondo il calendario riportato in Tabella 2. □ L'ampia diversità delle attività da svolgere ha richiesto l'utilizzo di quattro differenti imbarcazioni. □ Le indagini ambientali (caratterizzazione delle acque e/o dei sedimenti) sono state condotte con M/N Grecale Primo, mentre per le misurazioni del rumore, la sorveglianza acustica e l'avvistamento dei cetacei e delle tartarughe marine è stato utilizzato un catamarano a vela modello Nautitech 40' attrezzato per ricerche sui cetacei. Lo studio della fauna ittica bentonectonica è stata condotta mediante rete a strascico e reti da posta con l'ausilio del M/P Donato Padre e del M/P Evolution. La fauna ittica pelagica è stata monitorata tramite l'impiego di reti da posta pelagiche utilizzando il M/P Evolution.

Tabella 2 – Calendario delle attività di campo svolte nel secondo (A14, I15, P15, E15) anno di esercizio.				
	Autunno 2014 – A14 (Campagna minima)	Inverno 2015 – I15 (Campagna intermedia)	Primavera 2015 - P15 (Campagna minima)	Estate 2015 E15 (Campagna completa)
Indagini ambientali	Dal 18/11/14 al 0/12/14	Dal 07/03/15 al 23/03/15	03/06/15 al 8/06/15	26/08/15 al 12/09/15
Emissioni acustiche e censimento visivo	Dal 24/11/14 al 0/12/14	Dal 09/03/15 al 13/03/15	06/06/15 al 2/06/15	31/08/15 al 11/09/15
Fauna ittica bentonectonica	-	13/03/15 e 20/03/15	-	28/08/15 e 04/09/15
Fauna pelagica	-	-	-	26/08/15 e 27/08/15 01/09/15 e 02/09/15

In Figura 1 sono riportati i punti di campionamento attorno al terminale, mentre le attività previste per ciascun punto per ciascuna campagna in Tabella 4.

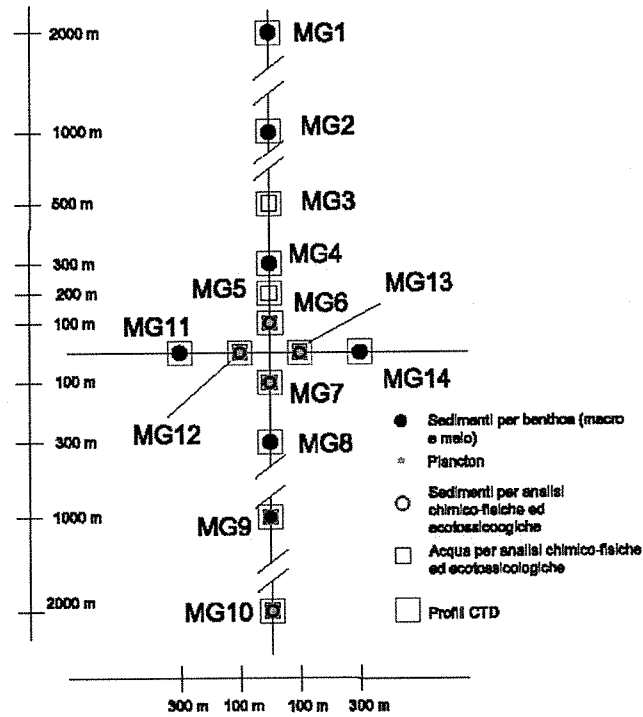


Fig. 1 localizzazione dei punti di campionamento

Tabella 4 – Attività previste per ciascun punto di campionamento per ciascuna campagna. CTD=sonda multiparametrica, ME = Meiofauna, MA = Macrofauna, ACFEM = Acqua per analisi fisiche, chimiche, eco tossicologiche e microbiologiche, ACFM = Acqua per analisi fisiche, chimiche, e microbiologiche, P = Plancton, S = sedimenti per analisi fisiche, chimiche, eco tossicologiche.

Stazioni	Autunno 2014 (Campagna minima)	Inverno 2015 (Campagna intemedia)	Primavera 2015 (Campagna minima)	Estate 2015 (Campagna completa)
MG1	CTD, MA	CTD, ME, MA	CTD, MA	CTD, ME, MA
MG2	CTD, MA	CTD, ME, MA	CTD, MA	CTD, ME, MA
MG3	CTD, ACFM	CTD, ACFEM	CTD, ACFM	CTD, ACFEM
MG4	CTD, MA	CTD, ME, MA	CTD, MA	CTD, ME, MA
MG5	CTD, ACFM	CTD, ACFEM	CTD, ACFM	CTD, ACFEM
MG6	CTD, MA, ACFM, P,	CTD, ME, MA, ACFEM, P,	CTD, MA, ACFM, P,	CTD, ME, MA, ACFEM, P, S
MG7	CTD, MA, ACFM, P,	CTD, ME, MA, ACFEM, P,	CTD, MA, ACFM, P,	CTD, ME, MA, ACFEM, P, S
MG8	CTD, MA	CTD, ME, MA	CTD, MA	CTD, ME, MA
MG9	CTD, MA, ACFM, P,	CTD, ME, MA, ACFEM, P,	CTD, MA, ACFM, P,	CTD, ME, MA, ACFEM, P, S
MG10	CTD, MA, ACFEM, P,	CTD, ME, MA, ACFEM, P,	CTD, MA, ACFEM, P,	CTD, ME, MA, ACFEM, P, S
MG11	CTD, MA	CTD, ME, MA	CTD, MA	CTD, ME, MA
MG12	CTD, MA, ACFM, P,	CTD, ME, MA, ACFEM, P,	CTD, MA, ACFM, P,	CTD, ME, MA, ACFEM, P, S
MG13	CTD, MA, ACFM, P,	CTD, ME, MA, ACFEM, P,	CTD, MA, ACFM, P,	CTD, ME, MA, ACFEM, P, S
MG14	CTD, MA	CTD, ME, MA	CTD, MA	CTD, ME, MA

I profili idrologici sono stati eseguiti nelle quattro stagioni di indagine (A-14, I-15, P-16, E-17) per tutte le stazioni tramite sonda dotata di sensori specifici per la determinazione dei seguenti parametri: Profondità, Torbidità, Temperatura, Potenziale redox, pH, Salinità, Conducibilità, Ossigeno disciolto. □ La sonda esegue la lettura contemporanea di tutti i parametri e provvede alla compensazione automatica delle misure effettuate; i dati rilevati sono quindi inviati ad un terminale di superficie.

I profili sottomarini della Photosynthetic Available Radiation (PAR) quantica (400-700nm) sono stati acquisiti fino a circa 80m e contemporaneamente sono state eseguite misure di riferimento in aria.

L'irradianza spettrale sottomarina è stata misurata con spettrometro a diverse quote: spettro di riferimento in aria, radiazione discendente sottomarina a 5, 10, 25, 50, 70m e radiazione ascendente sottomarina a 5m. Contemporaneamente a queste misure sono state eseguite misure quantiche contemporanee di riferimento della PAR (400-700nm) in aria con apposito sensore.

I campioni per la caratterizzazione della colonna d'acqua sono stati prelevati tramite bottiglie Niskin nelle quattro stagioni di indagine. I campioni per le analisi fisiche e chimiche, sono stati prelevati in corrispondenza di 4 quote batimetriche (0,5 - 12,5 - 50 - 70 m), come da progetto e refrigerati in attesa della consegna ai laboratori. Le analisi microbiologiche sono previste unicamente per i campioni prelevati in superficie. La determinazione del materiale particolato totale in sospensione (TSM o solidi sospesi) è stata effettuata raccogliendo il particolato su filtri (Whatman GF/F diametro 47 mm) dalla filtrazione di 3-4 L del campione prelevato da bottiglia. Una quota dell'acqua filtrata (100 ml) è stata fissata in HgCl₂ 1% per le analisi dei nutrienti inorganici disciolti (nitriti, nitrati, ortofosfati, silicati) e un'altra quota (100 ml) è stata immediatamente analizzata per la determinazione della sostanza organica disciolta (CDOM). Il piano di campionamento adottato per lo studio del plancton ha previsto il prelievo in tutte e quattro le stagioni in corrispondenza di 5 stazioni (MG6, MG7, MG10, MG12, MG13) selezionate tra le stazioni delle analisi idrologiche. Lo studio della componente fitoplanctonica è stato condotto attraverso il prelievo di acqua a quattro diverse quote batimetriche (0,5 m, 12,5, 50 m, 70 m). Il campionamento è stato eseguito tramite bottiglie tipo Niskin ed in ciascuna stazione sono stati prelevati 10 litri di acqua marina. Parte del campione prelevato da bottiglia (3-4 L) è stata filtrata su filtri Whatman GF/F (Ø 45 mm) per la successiva estrazione in acetone e determinazione della clorofilla a e della diversità pigmentaria. La clorofilla a è stata determinata tramite spettrofotometro e tramite HPLC. La diversità pigmentaria è stata determinata in HPLC. La diversità pigmentaria è stata determinata in HPLC. La diversità pigmentaria è rappresentata dalle concentrazioni di nove pigmenti diagnostici principali. Le concentrazioni dei pigmenti sono in relazione (oltre ad altri fattori eco-fisiologici) alla composizione delle comunità fitoplanctoniche ed ognuno dei pigmenti può essere utilizzato, pur essendo in alcuni casi presente in più gruppi tassonomici, come marker diagnostico privilegiato di un gruppo tassonomico.

Lo studio dello zooplancton è stato condotto tramite pescate orizzontali e pescate verticali a diverse profondità. L'oloplancton è stato campionato con retino standard WP-2, a chiusura con vuoto di maglia di 200 µm, flussometro e specifico meccanismo di sgancio; meroplancton e ittioplancton con retino tipo WP-2, modificato, a chiusura, con vuoto di maglia di 335 µm, anch'esso dotato di flussometro e meccanismo di sgancio.

Il prelievo delle acque per i test eco tossicologici è stato effettuato nell'inverno e nell'estate 2014 tramite bottiglia Niskin in 6 stazioni (MG3, MG5, MG6, MG7, MG13, MG12) più due controlli (MG9, MG10). I punti coincidono con quelli scelti per la caratterizzazione della colonna d'acqua (Figura 1). In questo caso però i test sono stati eseguiti in corrispondenza di 3 livelli batimetrici (0,5 m - 12,5 m - 50 m). In assenza di una normativa ad hoc, per la valutazione della tossicità si fa riferimento alla Tabella seguente utilizzata per gli elutriati (fase acquosa) per i saggi condotti con *V. fischeri*, *P. lividus*, *P. tricorutum* e *D. labrax* ed indicata nel "Manuale per la movimentazione dei sedimenti marini (ICRAM, 2007)

Tabella 7 - Scala di tossicità relativa al test condotto con *Paracentrotus lividus*, *Vibrio fischeri*, *Phaeodactylum tricorutum* e *Dicentrarchus labrax*.

<i>Paracentrotus lividus</i>		<i>Vibrio fischeri</i>		<i>Phaeodactylum tricorutum</i>		<i>Dicentrarchus labrax</i>	
EC20/50	Tossicità	EC20/50	Tossicità	EC20/50	Tossicità	EC20/50	Tossicità
EC20 ≥ 90%	Assente	EC20 ≥ 90%	Assente	EC20 ≥ 90%	Assente	EC20 ≥ 90%	Assente
EC20 < 90%, EC50 > 100%	Bassa	EC20 < 90%, EC50 ≥ 90%	Bassa	EC20 < 90%, EC50 ≥ 100%	Bassa	EC20 < 90%, EC50 ≥ 100%	Bassa
40% ≤ EC50 < 100%	Media	20% ≤ EC50 < 90%	Media	40% ≤ EC50 < 100%	Media	40% ≤ EC50 < 100%	Media
EC50 < 40%	Alta	EC50 < 20%	Alta	EC50 < 40%	Alta	EC50 < 40%	Alta

Il sedimento per le analisi fisiche, chimiche, eco tossicologiche e microbiologiche è stato campionato nell'estate 2014 mediante box corer, prelevando da ciascun campione i primi 2 cm. Il prelievo dei sedimenti è stato effettuato in 4 stazioni (MG6, MG7, MG13, MG12) e due controlli (MG9, MG10).

Il campionamento dei sedimenti per la caratterizzazione di popolamenti macrobentonici è stato effettuato nelle quattro stagioni (A-13, I-14, P-14, E-14) tramite benna Van Veen (con volume pari a 25 litri e superficie di campionamento di 0,1 m² in corrispondenza di 4 stazioni prossime al terminale (MG13, MG12, MG6, MG7) e ulteriori 8 poste a distanze maggiori per verificare il raggio di influenza del terminale stesso (MG4, MG8, MG9, MG10, MG11, MG14, MG1, MG2)

Il prelievo del sedimento per lo studio della meiofauna è stato effettuato nelle due stagioni (I-14, E-14) tramite box-corer o benna Van Veen, nelle medesime stazioni previste per la macrofauna (MG1, MG2, MG4, MG6, MG7, MG8, MG9, MG10, MG11, MG14, MG13, MG12). Per ciascuna stazione sono state prelevate 4 repliche.

Le indagini di bioaccumulo sono state eseguite utilizzando il bioindicatore *Mytilus galloprovincialis*. Tuttavia non è stato possibile prelevare gli organismi dalla carena del terminale, previsto come prima opzione dal Piano di Monitoraggio dell'Ambiente Marino, poiché non insediati al momento di inizio delle attività di monitoraggio. Per questo motivo le indagini di bioaccumulo e biomarker risultano posticipate rispetto a quanto previsto del suddetto Piano e ridotte a due campagne (primavera ed autunno) nel primo anno di attività.

Per quanto riguarda la fauna ittica bentonica sono state utilizzate:

- 1) Reti da posta calate in 4 siti in prossimità del terminale (entro l'area interdetta alla navigazione, siti nominati Trattamento). La stessa tipologia di campionamento è stata ripetuta in un sito al di fuori della zona interdetta alla navigazione (nominato Controllo), ma avente le stesse caratteristiche batimetriche e bionomiche.
- 2) Reti a traino di fondo: 4 cale sperimentali a differenti quote batimetriche in prossimità dell'area di installazione del terminale (siti trattamento) e 1 cala localizzata a maggiore distanza (sito controllo).

Lo studio della fauna ittica pelagica è stato condotto per valutare l'effetto FAD (Fishing Aggregating Device) dovuto alla presenza del terminale galleggiante. Il campionamento è stato effettuato mediante l'uso di reti da posta galleggianti da posizionare in prossimità del terminale, dalla superficie fino a 25-30 m di profondità.

In accordo alle specifiche del MATTM ed ISPRA, l'area di campionamento dei cetacei e delle tartarughe marine è stata individuata da un cerchio di 12 NM di diametro e circa 200 km², con centro il punto di ancoraggio del rigassificatore.

I dati di rumore acustico acquisiti dall'idrofono digitale, mentre per la misura di Temperatura, Profondità, Conducibilità, con calcolo diretto della velocità del suono è stata utilizzata un'apposita sonda. Sono stati campionati a 192 kHz con una sensibilità di -156 dB re V/uPa. Il rumore elettronico dello strumento, se valutato in termini di pressione acustica, a 30 kHz ha un livello equivalente inferiore al livello del rumore del mare a forza "zero", che, secondo letteratura, è intorno a +22 dB re 1uPa/√Hz, pertanto tutto il rumore registrato è relativo a suoni realmente presenti in acqua e non a interferenze introdotte dallo strumento di misura.

La sorveglianza bioacustica sulla presenza di cetacei è stata effettuata sulla piattaforma di opportunità catamarano KRILL attrezzato per il monitoraggio bioacustico sulla fauna marina, utilizzando idrofoni trainati dietro l'imbarcazione a circa 30 m. Il survey acustico è stato effettuato su transetti ortogonali posizionati nel settore a NE ad distanza tra 5 e 10 km dal Terminale FSRU.

3.2 Risultati

Come da Piano, sono state eseguite 4 campagne, la prima in autunno 2014 (A14), la seconda in inverno 2015 (I15), la terza in primavera 2015 (P15) e la quarta nell'estate 2015 (E15). Relativamente al confronto tra i

vari monitoraggi e tra questi la prima campagna di monitoraggio ed il "bianco" (campagna estate 2013 – B o E13) il proponente afferma che:

3.2.1 Colonna d'acqua

Per quanto riguarda la Temperatura, nelle tre campagne estive (B, E14, E15), essa varia in un range ampio come tipicamente accade in questa stagione dell'anno tra 13,59 e 26,85 °C, con una differenza tra i valori minimo e massimo che si mantiene relativamente costante nel tempo (Δ Bianco (E12): 13,26°C, Δ E14: 11,51°C, Δ E15: 12,01°C). Solo nell'E14 è stato evidenziato un termoclino completamente formato. □ Nel periodo autunnale la temperatura varia in un range più ristretto di quello estivo, ossia tra 14,9 e 19,05°C con una differenza tra i valori minimo e massimo piuttosto variabile nelle due campagne (Δ A13: 1,4°C, Δ A14: 3,65°C). In A14 si nota ancora un termoclino, residuo della precedente estate. In inverno, la temperatura varia in un range molto ridotto tra 13,06 e 14,75°C con una differenza tra i valori minimo e massimo delle singole campagne è molto bassa (Δ I14: 0,66°C, Δ I15: 1,31°C). Dai profili si notano masse d'acqua omogeneizzate a causa della dinamica invernale dell'area di indagine. □ Come osservato per il periodo estivo, anche in quello primaverile questo parametro varia in un range ampio tra 14,25 e 25,61°C e la differenza tra i valori minimo e massimo delle singole campagne è elevata (Δ P14: 11,09°C, Δ P15: 9,45°C). Dai profili si nota che le masse d'acqua presentano un elevato grado di rimescolamento sebbene mostrino anche un inizio di termoclino.

Per quanto riguarda la Salinità, nelle tre campagne estive (B, E14, E15), essa varia in un range relativamente ampio (tipico dell'estate che presenta una buona stratificazione delle masse d'acqua) tra 36,95 e 39,02 ppt. Anche la differenza tra minimo e massimo tra le singole campagne di misura (Δ Bianco (E12): 1,02 ppt, Δ E14: 0,87 ppt, Δ E15: 2,07 ppt) risulta relativamente alta. □ Nel periodo autunnale, invece, questo parametro varia in un range molto ristretto (tipico di questo periodo stagionale durante il quale si verifica un maggior rimescolamento delle masse d'acqua rispetto all'estate) tra 37,09 e 38,2 ppt e la differenza tra minimo e massimo tra le singole campagne è bassa (Δ A13: 0,3 ppt e Δ A14: 0,45 ppt).

Il pH ha mostrato ampie variazioni durante il periodo investigato, esibendo differenze anche tra le medesime stazioni. Anche l'intervallo di variazione è risultato talvolta ristretto (es. Bianco e E15) talvolta molto ampio (es. I14) senza tuttavia esibire anomalie relazionabili alla presenza del Terminale. □

L'ORP ha un andamento circa opposto a quello del pH e anch'essi esibiscono una elevata variabilità temporale senza tuttavia indicare l'esistenza di anomalie nell'intorno dell'FSRU.

Anche nel periodo invernale la salinità mostra variazioni minime (comportamento tipico di questo periodo che presenta un marcato rimescolamento delle masse d'acqua) comprese tra 37,19 e 38,2 ppt. Analogamente la differenza tra minimo e massimo tra le singole campagne è bassa (Δ I14: 0,6 ppt e Δ I15: 0,67 ppt). □ Nelle due campagne autunnali questo parametro varia in un range leggermente maggiore rispetto a quello invernale compreso tra 36,04 e 38,18 ppt e la differenza tra minimo e massimo tra le singole campagne è relativamente bassa (Δ P14: 1,85 ppt e Δ P15: 1,32 ppt). Diagramma T/S (Temp/Sal): in tutte le 3 campagne estive (B, E14, E15) il diagramma evidenzia molto bene la stratificazione delle masse d'acqua ed il termoclino. Nel periodo autunnale, invece, si verifica una chiara omogeneizzazione delle medesime, situazione che si mantiene anche nei periodi invernali. In questa stagione i diagrammi hanno uno sviluppo limitato sia lungo la temperatura sia lungo la salinità, in accordo al periodo dell'anno analizzato. In primavera, in entrambe le campagne, il diagramma evidenzia sia l'omogeneizzazione delle masse d'acqua sia l'inizio della stratificazione; il diagramma ha uno sviluppo lungo la temperatura e limitato lungo la salinità, come tipicamente si verifica in questa stagione dell'anno.

Relativamente al DO%, nelle campagne estive (B, E14, E15) questo parametro varia in un range relativamente basso passando da 80% a 116,9%; la differenza tra minimo e massimo è relativamente alta, ad indicare una condizione di calma nelle condizioni delle masse d'acqua (Δ Bianco (E12): 36,9%, Δ E14: 24,7%, Δ E15: 30%). □ Nell'autunno di entrambe le campagne la percentuale di ossigeno oscilla in un range ristretto passando da 75% a 101,7%; la differenza tra minimo e massimo è relativamente bassa, ad indicare l'omogeneizzazione delle masse d'acqua. Anche nella stagione invernale il DO% varia in un range ristretto

passando da 70% a 108,4%; la differenza tra minimo e massimo è relativamente bassa, a conferma di un elevato grado di omogeneizzazione delle masse d'acqua (Δ I14: 20% e Δ I15: 16,9%). Nelle campagne primaverili questo parametro aumenta il range che risulta compreso tra 87% a 161%; la differenza tra minimo e massimo inizia ad essere relativamente alta ad indicare sia il residuo dell'omogeneizzazione delle masse d'acqua sia l'inizio della stratificazione delle masse d'acqua (Δ P14: 25% e Δ P15: 70%). □

Clorofilla: i valori di questo parametro variano con il variare/avanzare della stagione e non evidenziano situazioni anomale o particolari trend da segnalare.

Torbidità: nell'arco dell'indagine questo parametro ha mostrato notevoli variazioni sia stagionali sia interannuali. Non sono stati identificati particolari trend riconducibili alla presenza del Terminale. La profondità della zona eufotica (Zeu), cioè la profondità alla quale arriva 1% della radiazione PAR superficiale, è un indice sintetico della trasparenza delle acque. Zeu è variabile in relazione alle concentrazioni delle sostanze otticamente attive (LAS), fra le quali le più importanti sono il fitoplancton, il particolato sospeso non fitoplanctonico di cui il TSM rappresenta un proxy, e la sostanza organica disciolta cromoforica (CDOM). Nelle due stazioni la Zeu mostra valori simili e il medesimo pattern stagionale. La profondità della zona eufotica raggiunge i valori massimi in primavera-estate ed i minimi in autunno-inverno. I valori più elevati sono stati registrati in P14, 78,5 m in entrambe le stazioni, e in E15 77m e 80m rispettivamente in MG7 e MG10. In tutti i casi i valori risultano leggermente maggiori del Bianco. I valori minimi sono pari a 30,5m, in A13 MG10, e 39m in A13 MG7. Nell'inverno 2015 (I15) i valori di Zeu sono 38,5m nella stazione MG7 e 47,5m nella stazione MG10. Risulta quindi evidente che le due stazioni prese come riferimento, la MG7 per la prossimità con il terminale influenzabile dalla sua attività, e la MG10, alla sua massima distanza, hanno la trasparenza della colonna d'acqua molto simile nelle diverse stagioni.

I dati delle irradianze spettrali ascendenti e discendenti sono stati elaborati per ottenere le riflettanze spettrali, le quali, analizzate nelle differenti bande spettrali, evidenziano una omogeneità del comportamento delle LAS (sostanze otticamente attive) nell'attenuare la luce solare alle differenti stazioni indagate indipendentemente dalla distanza dal terminale.

3.2.2 Caratteristiche fisiche, chimiche e microbiologiche

I nutrienti analizzati nel corso del secondo anno di indagine (campagne A14, I15, P15 e E15) presentano le concentrazioni tipiche della situazione di oligo-mesotrofia della zona, come era stato già evidenziato nel corso del primo anno di campionamento

3.2.3 Saggi eco tossicologici su campioni di acqua

Complessivamente i test ecotossicologici non hanno rilevato, rispetto alla campagna di Bianco, un aumento di tossicità riconducibile alla presenza del Terminale. □ Il test MICROTOX® con *V. fischeri* non ha rilevato tossicità in alcun campione analizzato. Analogamente i test condotti con *Pheodactylum tricornutum* e *Dicentrarchus labrax* non hanno rilevato tossicità. I risultati del test cronico di embriotossicità con il *P. lividus* testimoniano, nell'estate 2015, un miglioramento delle proprietà ecotossicologiche della colonna di acqua rispetto alle campagne precedenti (B, I14, E14). Nell'ultimo survey, infatti, nella maggior parte dei campioni non è stata rilevata tossicità. Una bassa tossicità cronica è stata rilevata nei campioni E15 MG6/0,5, E15 MG12/50, E15 MG13/0,5, E15 MG13/50 e E15 MG5/0,5. Complessivamente, però, le condizioni sono andate migliorando dato che, sia in B sia in E14 era stata rilevata, in alcuni campioni, tossicità media.

3.2.4 Plancton

Le densità fitoplanctoniche medie per campagna (media di tutte le profondità di MG6, MG7, MG10, MG12, MG13 nel secondo anno di attività) presentano un massimo invernale e valori che si mantengono più simili, ma con intervalli di variazione diversi, nelle altre stagioni. I minimi si osservano in P15 (presenta il minimo assoluto) ed E15 (primavera-estate), abbondanze leggermente superiori si osservano in A14 (autunno) e si raggiunge il massimo in I15, evidenziando un andamento generale riferibile alla tipica variazione stagionale fitoplanctonica delle acque liguro-toscane. Osservando la variazione stagionale delle densità fitoplanctoniche durante i due anni di campionamento emerge una ciclicità che, seppure raggiungendo quantità diverse, si ripete nei due anni, con una fase di aumento dall'autunno verso il massimo invernale e una fase di

diminuzione dalla primavera verso i minimi estivi. Si notano una sovrapposizione dei valori del Bianco rispetto ad E14 ed E15 e una maggiore variabilità dei dati nell'intervallo A13 E14 rispetto A14 E15. La variazione nei due anni della densità totale e dei diversi gruppi fitoplanctonici (Figura 117) mostra la prevalenza della componente "Altro plancton" tranne che in A13, autunno in cui risulta maggiore il contributo delle diatomee. I dinoflagellati, meno variabili, presentano una fase di aumento in primavera-estate (P14-E14, P15-E15); i coccolitofori contribuiscono ai massimi invernali (I14 ed I15). I valori estivi delle tre campagne non mostrano variazioni significative. Il confronto, a parità di stagione, evidenzia differenze soprattutto nei valori massimi osservati in A13, I14 e P14, mentre più stabili appaiono le abbondanze estive (Bianco, E14, E15). La composizione tassonomica delle comunità fitoplanctoniche è caratterizzata da una costante copresenza di molti gruppi che determinano generalmente un alto livello di diversità e presenta sia caratteri comuni sia differenze in accordo al periodo stagionale.

Il raggruppamento "Altro plancton" domina almeno al 40%, costituito dalla componente di nanoflagellati appartenenti a molte classi (Chrysophyceae, Dictyochophyceae, Prasinophyceae, Chlorophyceae, Prymnesiophyceae, Flagellati di incerta determinazione), le diatomee sono scarsamente presenti tranne che in I15 (inverno), i dinoflagellati prevalgono in primavera-estate. Il confronto con la composizione stagionale media dell'anno 2014-2015 mette in evidenza soprattutto le differenze riscontrate in autunno-inverno in quanto in A13 ed I14 la dominanza delle diatomee è maggiore ed è quella che, insieme alla maggior abbondanza di "Altro plancton" e coccolitofori, sostanzialmente differenzia l'andamento autunno-invernale del primo anno rispetto al secondo.

Il raggruppamento in clusters mostrato dal dendrogramma che compara tutti i campioni analizzati nel Bianco e nei due anni successivi in base alla composizione tassonomica (N= 180, 87 taxa che rappresentano il 96% dell'abbondanza totale, metodo Ward, programma PAST), evidenzia una prima suddivisione tra il cluster di tutti i campioni di primavera (P14, P15), estate (Bianco, E14, E15) e A14 e quello comprendente gli inverni (I14, I15) e A13. La similarità più alta raggruppa generalmente i campioni di una stessa campagna, particolarmente per i cluster primaverili-estivi. Si può considerare che A13 rappresenti una situazione più spostata verso caratteristiche invernali e A14 sia più simile ad un prolungamento estivo (nella prima le temperature dello strato mescolato superficiale sono intorno a 16°C, nella seconda rimangono intorno a 19°C). Valutando i taxa che principalmente determinano le differenze tra i popolamenti e quindi la percentuale di dissimilarità totale a parità di stagione (SIMPER Test), questa varia tra il 27% (estate) e il 43% (inverno), rivelando in realtà un notevole grado di associazione. Per le comunità estive (Bianco, E14, E15) e primaverili (P14, P15) i taxa che maggiormente contribuiscono alle differenze sono *Phaeocystis* sp., *Telonema* sp., *Leucocryptos marina*. □ Tali specie sono sempre presenti, ma con quantità variabile. □ E' invece caratteristica comune la presenza di *Heterocapsa* spp. (dinoflagellato che prevalentemente caratterizza la stagione estiva). Nelle comunità autunnali (A13, A14) la differenza è attribuibile ad una *Cryptophyceae* ind., *Cylindrotheca closterium* (diatomea) e *Emiliana huxleyi* (coccolitoforo), che contribuiscono con elevate abbondanze alle comunità di A13 differenziate da quanto osservato in A14. □ Nei periodi invernali (I14, I15) sono determinanti *Cryptophyceae* ind., *Plagiotropis* sp. (diatomea) e *Emiliana huxleyi* che maggiormente contribuiscono alle alte abbondanze di I15 rispetto ad I14. I taxa individuati sono tipicamente noti per le acque indagate. Anche il confronto tra le stazioni più vicine al terminale (MG6, MG7, MG12, MG13) e la stazione più lontana (MG10) non ha evidenziato differenze apprezzabili né nel ciclo né nella composizione. Si osservano abbondanze moderatamente più alte nelle stazioni a 100 m dal terminale soprattutto durante il primo anno di monitoraggio. □ Anche dal confronto con i dati del Bianco non emergono differenze da segnalare.

L'analisi qualitativa del microfitoplancton dei campioni d'acqua raccolti con retino nelle stazioni MG6, MG7, MG10, MG12 e MG13 durante il Bianco (B), e nei due anni di monitoraggio relativi alla fase di esercizio ha permesso di identificare 452 taxa totali (Tabella 77), dai 121 taxa in A13 (valore minimo) ai 211 taxa in A14 (valore massimo). Se si considera come si ripartiscono i taxa tra i diversi gruppi tassonomici, il numero di taxa più elevato appartiene ai dinoflagellati (205), seguito da diatomee (178) e coccolitofori (47). Le diatomee sono risultate la classe più rappresentata solo in A13 (59 taxa), ed il numero di taxa appartenenti a questa classe è risultato variabile nell'arco dei due anni da 44 (P15) a 76 (A14) taxa individuati. I dinoflagellati sono risultati sempre la classe più ricca in taxa, soprattutto nel periodo primaverile ed estivo (101 in A14, 104 in P14 e 107 taxa in E14, rispettivamente). Nel primo anno di campionamento, il numero più elevato di taxa si è registrato nel periodo primaverile-estivo (P14-E14); questo pattern non si è confermato nel secondo anno di campionamento, quando durante il periodo autunnale (A14) è stato

registrato il numero massimo di taxa, mentre nelle altre tre stagioni il numero di taxa è risultato praticamente lo stesso. Il numero totale di taxa osservati nell'arco dei due anni di campionamento per ciascuna stazione è compreso tra un minimo di 285 in MG6 ed un massimo di 305 in MG7. Se si considera il numero di taxa osservati in ciascuna stazione nelle singole stagioni si osserva un andamento generale, con un'elevata diversità microalgale nei periodi P14, A14 e E14, al contrario una diversità omogeneamente più bassa nel resto delle stagioni. Per quanto riguarda il numero di taxa nelle singole stazioni, nessun sito si distingue in modo univoco dagli altri. La maggior parte dei taxa è stata rilevata solo in 1 o poche (da 2 a 4 stagioni, $f=1-4$), mentre il numero di taxa appartenenti alle diverse categorie tassonomiche comuni a tutti e 9 i campionamenti è molto basso. E' evidente quindi che la presenza della maggior parte dei taxa non è solo fortemente dipendente dalla stagione di campionamento, ma anche che a parità di stagione è presente un numero elevato di specie rare che mostrano variabilità intra-stagionale. Se si confronta, infine, il numero di taxa microplanctonici rilevati con campionamento da bottiglia con quelli da retino, il numero di taxa da retino è generalmente maggiore di quello da bottiglia. D'altra parte, il numero dei taxa individuati con entrambi i metodi (cioè i taxa 'comuni') mediamente è solo la metà, quindi i due metodi risultano complementari e nessuno dei due può prescindere dall'altro ai fini della valutazione, pur qualitativa, della diversità microplanctonica dei campioni.

Le quattro campagne stagionali di monitoraggio hanno permesso l'identificazione di 104 taxa appartenenti alla frazione meroplanctonica riconducibile a 6 gruppi di invertebrati marini: Cnidari (3) Molluschi (3), Nemertini (1), Policheti (9), Crostacei (70), Echinodermi (17) e Foronidei (1). Fra i taxa identificati 54 comparivano già nei survey del primo anno. La differenza che emerge in tre delle quattro campagne di monitoraggio è attribuibile al differente numero di taxa di Crostacei Decapodi presenti nei campioni. Il dato strettamente quantitativo indica la maggiore presenza di taxa in P14 rispetto a P15, (46 vs 35), mentre nelle campagne invernali ed estive i taxa identificati sono stati rispettivamente 28 in I14 e 41 in I15 e 25 in E14 e 42 in E15. Nel II anno di monitoraggio la stagione I15 ha registrato il maggior numero di taxa (69); seguono E15 con 64, A14 (56) e P15 (55). Il dato mostra la generale omogeneità di risultati, confrontando fra loro la stagione fredda ed estiva e le due campagne cosiddette intermedie, autunnale e primaverile. Nel complesso le quattro campagne di monitoraggio del II anno pongono in evidenza come nei campionamenti orizzontali si concentri regolarmente il maggior numero di taxa; il valore tende a decrescere spostandosi lungo l'asse verticale, con valori minimi nei campionamenti condotti tra -100m e -50m durante la campagna P15. Questo risultato conferma la spiccata caratteristica delle larve meroplanctoniche a compiere migrazioni verticali circadiane, concentrando in superficie, durante le ore notturne, la frazione maggiore del popolamento zooplanctonico. L'osservazione dell'andamento dei valori indicati in Figura 130 conferma quindi indirettamente l'importanza della temperatura quale fattore determinante nella distribuzione e dispersione spaziale delle larve. Nella stagione E15, quando l'acqua in superficie raggiunge la massima temperatura media registrata nell'anno 2015 (24,8°C di notte, oltre 26°C di giorno), il meroplancton tende a concentrarsi preferibilmente nelle fasce superficiali, raggruppandosi in prevalenza tra la superficie e la batimetrica di -50 m. Il fenomeno è in larga parte attribuibile alla presenza del termocline che determina la variazione di densità delle masse d'acqua, impedendo di fatto ai popolamenti zooplanctonici di attraversare le porzioni più fredde e dense della colonna d'acqua sottostante. Al contrario, durante l'inverno, le temperature in superficie oscillano, di notte, tra 12,5°C e 13,5°C. Le condizioni di omeotermia della colonna d'acqua nella stagione I15 (temperatura in superficie = 13,2°C e a -93m = 13,6°C) consentono la maggiore distribuzione delle larve lungo tutto il transetto batimetrico, come testimoniato dal numero di taxa identificati nelle tre stazioni a differente profondità. Il gruppo largamente dominante nel II anno di monitoraggio è rappresentato dai Crostacei Decapodi che con 67 taxa assommano il 64,4% dei taxa del campione totale (Figura 130). Il risultato conferma quanto già evidenziato nell'anno I, nel quale il gruppo rappresentava il 66,1% dei taxa identificati; 28 taxa sono comuni ad entrambe le campagne. La distribuzione dei Crostacei Decapodi nei surveys del II anno, suggerisce che anche per questo importante gruppo le larve si distribuiscono preferenzialmente nei primi metri della colonna d'acqua, come confermano i dati qualitativi. Anche questo risultato era ampiamente emerso in tutti i surveys del I anno. Le larve di Crostacei Decapodi identificate nel II anno possono essere suddivise in ulteriori 3 gruppi come segue: 28 (41,8%) taxa in rappresentanza dei Natanti, 28 (41,8%) dei Brachiuri e 11 (16,4%) degli Anomuri. Tra le specie più rappresentate il Carideo appartenente alla famiglia Alpheidae *Alpheus glaber* è il dominante. Presente in tutte le campagne (I anno e II anno) e in tutte le stagioni, risulta più abbondante nei campioni raccolti nei retinaggi

orizzontali. □ Da segnalare per la prima volta nelle acque del settore biogeografico I dei mari italiani la presenza, nel campione autunnale (A14), delle larve del brachiuro Grapsidae Percnon gibbesi, specie alloctona segnalata in altri settori biogeografici a partire dal 1999. L'incremento nel numero di taxa identificati nei campioni del II anno è stato confermato anche per il gruppo degli Echinodermi. In tre campagne del II anno sono stati identificati 12 taxa, indicando anche per questo gruppo una certa omogeneità nella dispersione temporale delle larve. Differente invece la distribuzione lungo la colonna d'acqua. Anche in questo caso, come in precedenza osservato per i Crostacei Decapodi, la temperatura sembrerebbe essere la discriminante principale per la dispersione delle larve. Gli Echinodermi tendono a concentrarsi nelle fasce più profonde della colonna d'acqua durante le stagioni nelle quali la temperatura dell'acqua è omogenea dalla superficie fino a -100m, ovvero in inverno e primavera, mentre tornano a essere presenti anche in superficie quando compare il termocline estivo e fino alla sua permanenza in tardo autunno. □ Nella Figura 134 sono riportati i risultati della Cluster analysis sulla base della similarità di Bray Curtis nella quale sono state analizzate per ciascuna stagione tutte le stazioni di campionamento nell'arco di due anni di monitoraggio dall'autunno 2013 (A13) all'estate 2015 (E15). I risultati mostrano chiaramente la separazione dei campioni in funzione della stagionalità. Tutte le stazioni tendono a raggrupparsi secondo due principali gruppi di ordinamento: quello di sinistra include le stazioni autunnali e invernali dei due anni di monitoraggio, la parte destra del cluster invece comprende i popolamenti appartenenti alle stagioni primaverili ed estive. Gli stessi valori di similarità (< 30%), in corrispondenza dei quali si assiste alla separazione dei campioni autunnali e invernali da quelli primaverili ed estivi, indicano la presenza di almeno due popolamenti ben distinti che definiscono nettamente le fluttuazioni su scala annuale degli stock zooplanctonici di questo settore del Mar Ligure.

Le quattro campagne di campionamento del secondo anno di monitoraggio hanno condotto all'identificazione di 29 taxa appartenenti alla frazione ittioplanctonica dello zooplancton, due in più rispetto al primo anno (27 taxa in totale). Nove taxa risultano comuni ad entrambe le annate. □ Nella Figura 135 è mostrato il numero di taxa identificato nei campioni nelle stagioni del I e del II anno. A differenza del primo anno di campionamento, nel secondo anno la stagione estiva (E15) ha raccolto il maggior numero di taxa (23). Dall'analisi strettamente quantitativa solo la stagione primaverile ha registrato differenze significative, risultando quella del 2014 (P14) più abbondante rispetto alla campagna del 2015 (E15), 28 vs 17. La distribuzione spaziale in funzione della profondità di raccolta delle larve ittioplanctoniche nelle quattro campagne del II anno è illustrata nella Figura 136. Dai risultati emerge che, per quanto concerne la dispersione delle larve ittioplanctoniche, il maggior numero di individui è stato catturato nella fascia superficiale e intermedia fatta eccezione per la campagna A14 nella quale si osserva una sostanziale uniformità di presenze e minor numero di taxa identificati. Il medesimo risultato era emerso anche nel I anno di monitoraggio. Questo risultato era stato largamente registrato anche durante il primo anno di campionamento, mantenendo quindi sostanzialmente invariate le dinamiche di dispersione dell'ittioplancton nella colonna d'acqua tra la superficie e la fascia profonda a - 100 m. Sono due le specie che formalmente influenzano le variazioni quantitative dell'ittioplancton durante l'arco dell'anno: il Clupeidae *Sardina pilchardus* (sardina) e l'Engraulidae *Engraulis encrasicolus* (acciuga). Le due specie dominanti alternano perfettamente la loro presenza nei campioni in funzione della variabile temporale-stagionale; d'inverno e autunno prevale *S. pilchardus*, durante la primavera e l'estate *E. encrasicolus* è la specie largamente dominante. □ Così come precedentemente mostrato per la frazione meroplanctonica dello zooplancton anche la Cluster analysis condotta su tutti i campioni ittioplanctonici conferma quanto già emerso dall'analisi quali-quantitativa. Essa dimostra quindi la presenza di un gradiente stagionale che divide i popolamenti in due principali modelli di ordinamento: le stagioni autunnali e invernali separate da quella primaverile-estiva. Anche in questo caso a determinare la maggiore dissimilarità tra campioni è senza dubbio lo stesso dato quali-quantitativo analizzato in precedenza, ovvero la forte alternanza stagionale dei cicli riproduttivi di sardina e acciuga. In conclusione per la componente meroplanctonica e ittioplanctonica dello zooplancton, in riferimento al secondo anno di monitoraggio, non si riscontrano né si segnalano variazioni nella distribuzione spazio-temporale dei popolamenti ascrivibili all'esercizio dell'impianto di rigassificazione FSRU Toscana.

3.2.5 Sedimenti

Le differenti frazioni granulometriche non mostrano un andamento temporale ben definito e sono presenti percentuali simili di ghiaia, sabbia ed argilla nelle tre differenti campagne di monitoraggio (Bianco, E14 ed

E15). Soltanto il silt, dal Bianco all'estate 2014, aumenta leggermente per poi decrescere nuovamente nella campagna estiva del 2015. Unica eccezione a questo trend è rappresentata la stazione MG7 in cui non si osserva un andamento analogo. L'area intorno al rigassificatore non mostra un trend comune nella tessitura del sedimento delle differenti stazioni di monitoraggio (MG6, MG7, MG12, MG13). Tale andamento è comunque in linea con quanto osservato nelle stazioni di controllo (MG9 e MG10). Per quanto riguarda i metalli l'unico dato da segnalare è l'incremento dello zinco nel campione E15 MG7. Tuttavia tale comportamento non è stato osservato nelle altre stazioni in prossimità dell'FSRU. Ad oggi, rimane, pertanto, un caso isolato insufficiente per identificare uno stato di contaminazione dell'area. Inoltre il valore osservato non si discosta sostanzialmente dai tenori registrati nella fase di Bianco ad indicare che la provenienza di questo metallo non può essere legata alla presenza del Terminale. Non ci sono anomalie da segnalare riguardo agli IPA che, nell'E15 esibiscono un diffuso decremento. Anche per quanto riguarda i cloroderivati non sono stati osservati cambiamenti da ricondurre alla presenza dell'FSRU. Infatti se da un lato sono comparsi composti non segnalati in precedenza, come bromodichlorometano, dibromoclorometano e tetrachloroetilene, dall'altro si è verificata la scomparsa di acido dibromoacetico e acido monobromoacetico. Si tratta in tutti i casi di concentrazioni molto basse. Il test effettuato con *V. fischeri* sul sedimento tal quale non aveva rilevato tossicità durante la campagna di Bianco. Questo risultato è stato confermato anche nelle successive campagne (E14, E15) condotte della fase di esercizio. I risultati del test cronico con gli organismi *C. orientalis* hanno mostrato che già prima dell'arrivo del terminale l'area, tranne la stazione B MG9, era caratterizzata da un livello medio di tossicità. In prossimità del Terminale, nell'estate successiva, nei campioni E14 MG12 e E14 MG13 era stato osservato un miglioramento analogamente ai controlli. Al contrario non era stata osservata alcuna variazione nelle altre stazioni vicine all'FSRU. Nell'ultimo survey (E15) si è verificata un'inversione di tendenza. Infatti, nelle stazioni E15 MG6 e E15 MG7 si è verificata una riduzione di tossicità, in particolare in E15 MG6 essa è risultata assente. Nelle restanti stazioni prossime al rigassificatore (E15 MG12 e E15 MG13), invece, si è verificato un peggioramento, in particolare nella stazione E15 MG12 dove è stata osservata una tossicità alta. Questi dati testimoniano una elevata variabilità dei risultati nell'intorno del Terminale. Tale variabilità è presumibilmente legata ai pregressi sversamenti dei fanghi portuali effettuati nella zona. Infatti, anche il test di embriotossicità condotto con *P. lividus* aveva rilevato uno stato di tossicità bassa già prima dell'arrivo dell'FSRU. Questo stato è confermato dai dati dell'E15 con la sola eccezione della stazione E15 MG6 unico caso in cui si osserva assenza di tossicità.

3.2.6 Biota

Confrontando i dati dell'intero periodo di studio emerge che, nell'area d'indagine, complessivamente i valori di abbondanza totale (N) risultano piuttosto variabili anche all'interno della medesima stagione in particolare nei periodi autunnali e invernali. Rispetto al Bianco il numero di individui ossia l'abbondanza totale ha mostrato un incremento in A13 e I14 seguito da un generale decremento tanto che in E15 sono stati campionati circa il 50% degli individui rispetto al Bianco. Anche il numero di specie ha esibito, seppur in misura più contenuta, evidenti variazioni temporali. Tuttavia il numero di specie campionato in E15 (N=155) è del tutto confrontabile con quello del Bianco (N=154). Il panorama faunistico complessivo risulta dominato, per l'intero periodo di studio, dai policheti i cui valori di abbondanza (N) hanno seguito il trend generale appena descritto. Questo gruppo domina la lista faunistica anche in termini di numero di specie (S). Il numero massimo di specie campionato risale all'autunno 2014. Nelle campagne successive questo gruppo esibisce un graduale decremento, raggiungendo, nell'estate 2015 un valore del tutto confrontabile con il Bianco e l'estate 2014. Il secondo gruppo in ordine di importanza è quello dei crostacei. Essi hanno esibito un picco di abbondanza nell'inverno 2014 ed il più elevato numero di specie nell'autunno 2013. Nell'estate 2015 sono stati osservati valori confrontabili con quelli del Bianco e con quelli dell'estate 2015. Il medesimo pattern, sia per S sia per N, osservato per i crostacei è stato rilevato anche per i molluschi. Infine gli echinodermi hanno rappresentato per l'intero periodo di indagine la frazione meno cospicua del popolamento. Dall'analisi multivariata condotta tramite n-MultiDimensional Scaling (n-MDS), applicata alla matrice di presenza/assenza, con i dati del primo anno della fase di esercizio era emerso che lungo l'asse delle x i punti stazione erano distribuiti in accordo al periodo stagionale, rispecchiando, pertanto, la naturale dinamica temporale dei popolamenti bentonici. Dalla medesima analisi condotta con i dati relativi al secondo anno di esercizio si evince che complessivamente le condizioni dell'area si stanno modificando rispetto al Bianco. Nel piano di ordinamento, infatti, i punti che rappresentano il Bianco sono situati nel lato destro del plot e nettamente separati da tutti gli altri punti. Questi ultimi costituiscono una nuvola dove non sono

chiaramente distinti i quattro periodi stagionali. Tale comportamento accomuna sia i siti prossimi all'FSRU sia tutti gli altri escludendo un diretto effetto del Terminale sul pattern osservato. Per valutare meglio le eventuali variazioni riconducibili alla presenza del terminale l'analisi è stata rifatta utilizzando unicamente i dati acquisiti nella medesima stagione del Bianco, ossia E14 e E15. □ Dal piano di ordinamento si evince che i popolamenti del Bianco risultano differenti da quelli delle due stagioni estive successive. Il fattore deriva temporale, appare, in questo caso, più importante nel determinare la dinamica dei popolamenti rispetto al fattore stagione. Per calcolare per ciascuna stazione, la dissimilarità tra i due survey, è stata utilizzata la Simper analysis. Le stazioni sono state quindi raggruppate sulla base della distanza dall'FSRU: dai più vicini ai più lontani sono stati definiti i seguenti gruppi: FSRU (MG6, MG7, MG12, MG13), Intermedi (MG4, MG1, MG8, MG4), Controlli (MG1, MG2, MG9, MG10). Da questo calcolo si evince che il popolamento presente nelle stazioni prossime al rigassificatore si modifica nel tempo di più rispetto a quello delle stazioni più lontane. Questo dato, potrebbe essere ricondotto alla naturali fluttuazioni interannuali oppure potrebbe indicare che nelle immediate vicinanze del terminale si possano creare delle condizioni in grado di modificare la dinamica del popolamento. Confrontano i dati E14 e E15 con il B si vede che la dissimilarità del gruppo FSRU rimane pressoché identica (B vs E14 = $58,71 \pm 5,9\%$; B vs E15 = $56,2 \pm 5,3\%$). Questo risultato indica che ad oggi il popolamento non si sta progressivamente modificando rispetto al Bianco. Per quanto riguarda gli aspetti strutturali è stata applicata l'ANOVA a due vie considerando il fattore Tempo (B, E14, E15) e il fattore Sito (C, I, FSRU) per testare il numero di specie e l'abbondanza totale. □ Dal test è emerso che il Tempo è significativo ad indicare che questi fattori cambiano nel tempo. Tuttavia, dall'ANOVA, risulta non significativa l'interazione Tempo x Sito ad indicare che le variazioni osservate nei tre siti sono simili nelle tre campagne analizzate. Pertanto il popolamento intorno all'FSRU non cambia in termini di numero di specie e di abbondanza diversamente dagli altri siti investigati.

Nell'inverno 2015 sono stati rinvenuti organismi appartenenti a 23 gruppi tassonomici, di cui solo tre presenti in tutte le stazioni: Nematodi, Policheti e Turbellari. I Copepodi e i loro stadi giovanili, Nauplii, sono assenti in un unico sito. Dei rimanenti taxa, alcuni, come Ostracodi, Chinorinchi, Bivalvi e Nemertini sono abbastanza frequenti, risultando assenti solo in poche stazioni, al contrario di Loriciferi, Rotiferi, Cumacei, Scafopodi, Gasteropodi e Ofiuroidi rinvenuti in singole stazioni e in numeri molto bassi. La densità media totale dell'area investigata è pari a $216,5 \pm 142,4$ ind./10 cm². I Nematodi sono risultati il taxon dominante, con una densità media complessiva di $177,2 \pm 114,8$, pari a circa l'82% del popolamento totale, seguiti da Policheti (densità media = $15,2 \pm 11,5$ ind./10 cm²; 7,0%), Copepodi ($9,6 \pm 10,7$ ind./10 cm²; 4,4%) e Nauplii ($7,2 \pm 9,1$ ind./10 cm²; 3,3%). I primi quattro gruppi costituiscono globalmente oltre il 96% della biocenosi. Gli altri diciannove taxa sono presenti con abbondanze e percentuali molto basse, fornendo un valore di densità complessiva pari al 3,3% dell'intero popolamento meiobentonico; nessuno di questi raggiunge il 1% della biocenosi. Nel complesso, due stazioni, I15 MG9 e soprattutto I15 MG2, si distinguono dalle altre per la povertà della fauna ospitata sia in termini di densità sia di taxa rinvenuti. Nella campagna successiva del medesimo anno (E15) sono stati rinvenuti organismi appartenenti in totale a 19 gruppi tassonomici, di cui cinque presenti in tutte le stazioni: Nematodi, Copepodi, Nauplii, Policheti e Tanaidacei. Dei rimanenti taxa, alcuni, come Ostracodi, Chinorinchi e Bivalvi sono abbastanza frequenti, risultando assenti solo in poche stazioni, al contrario di Priapulidi, Cumacei, Solenogastri, Ofiuroidi e Ciliati rinvenuti solamente in una o due stazioni e in numero molto basso di esemplari. La densità media totale dell'area investigata è pari a $257,2 \pm 156,1$ ind./10 cm². I Nematodi sono risultati il taxon dominante, con una densità media complessiva di $220,4 \pm 135,1$, pari all'85,7% del popolamento totale, seguiti nell'ordine dai Copepodi (densità media = $15,3 \pm 15,8$ ind./10 cm²; 5,9%), dai Policheti ($11,8 \pm 9,6$ ind./10 cm²; 4,6%) e infine dai Nauplii ($4,6 \pm 5,7$ ind./10 cm²; 1,8%). I primi quattro gruppi costituiscono nel complesso circa il 98% della biocenosi. Gli altri 15 taxa sono presenti con abbondanze e percentuali molto basse, fornendo un apporto complessivo pari al 2,0% dell'intero popolamento meiobentonico; nessuno di questi raggiunge l'1% della comunità. Nel complesso non emergono differenze faunistiche significative tra le diverse stazioni anche se le densità riscontrate in E15 MG4, E15 MG9 e E15 MG14 appaiono relativamente basse. Dall'analisi congiunta della fauna rinvenuta durante le due campagne del 2015 (I15, E15) emerge che la comunità meiobentonica è costituita globalmente da organismi appartenenti a 24 gruppi tassonomici, dei quali 18 presenti in entrambe le campagne. Gasteropodi, Scafopodi, Sipunculidi, Rotiferi e Loriciferi risultano presenti nella sola fase invernale, mentre gli Acari sono stati rinvenuti solo in estate. Il rinvenimento o meno di questi taxa nei campioni prelevati in ciascuna campagna è verosimilmente legato più

alla rarità di questi organismi, caratteristica che ne rende occasionale il prelievo, che ad altre cause. Dai confronti statistici univariati tra le due campagne (ANOVA) non emergono variazioni statisticamente significative riguardo alle densità medie della meiofauna totale e dei singoli taxa con l'eccezione dei Copepodi che risultano significativamente più abbondanti in estate (E15) rispetto all'inverno (I15). L'incremento numerico registrato in estate dai Copepodi li porta a diventare il gruppo codominante, scalzando da questa posizione i Policheti che la occupavano in inverno. Una ipotesi di lavoro vede il generalizzato aumento dei Copepodi legato a fattori stagionali. Il dendrogramma ottenuto tramite Cluster Analysis mostra la stazione I15 MG2 nettamente separata dalle altre (similarità 50%) a causa della scarsa densità e dalla bassa diversità faunistica ivi riscontrata. La successiva dicotomia si riscontra intorno ad un valore di similarità faunistica prossimo al 70%: le stazioni risultano suddivise in due clusters. Il cluster minore include 4 stazioni I15 MG 9, E15 MG4, E15 MG9 e E15 MG14 anch'esse, come la precedente, caratterizzate da relativa povertà faunistica; tuttavia, tale condizione appare persistere nella sola stazione MG9. Il cluster maggiore raccoglie le rimanenti 19 stazioni raggruppate senza una evidente relazione con la posizione geografica o fase di monitoraggio considerata. Le informazioni appena riportate sono riflesse anche nel piano di ordinamento bidimensionale ottenuto dall'analisi nMDS, riportato in Figura 146. Anche in questo caso la disposizione delle stazioni prescinde dalla loro collocazione geografica e dalla fase di monitoraggio considerata. Complessivamente nei due periodi investigati non emergono sostanziali e perduranti differenze tra le stazioni investigate, con l'unica eccezione della MG9, caratterizzata in entrambi i periodi da una comunità meiobentonica relativamente povera.

Per avere un quadro completo della dinamica temporale del popolamento vengono confrontati unicamente i dati acquisiti nella stagione estiva ossia Bianco, E14, E15. □ Nella fase di Bianco nell'area investigata sono stati rinvenuti in totale organismi appartenenti a 19 gruppi tassonomici di cui otto presenti in tutte le stazioni; quattro di questi, Nematodi, Copepodi, Nauplii e Policheti sono risultati di gran lunga più abbondanti, seguiti in ordine di importanza numerica da Ciliati, Ostracodi, Turbellari ed Anfipodi. Dei rimanenti taxa, alcuni, come Chinorinchi, Tanaidacei e Bivalvi, sono abbastanza frequenti, risultando assenti solo in poche stazioni, al contrario di Gastrotrichi, Loriciferi, Gasteropodi e Caudofoveati rinvenuti in singole stazioni ed in numeri molto bassi. La densità media totale dell'area investigata è pari a $358,8 \pm 168,3$ ind./10 cm². I Nematodi sono risultati il taxon dominante, con una densità media complessiva di $272,0 \pm 118,8$ ind./10 cm², pari a circa 76% del popolamento totale, seguiti nell'ordine dai Copepodi (densità media = $34,9 \pm 28,7$ ind./10 cm²; 9,7%), dai Policheti ($18,4 \pm 8,9$ ind./10 cm²; 5,1%) ed infine dai Nauplii ($15,2 \pm 14,8$ ind./10 cm²; 4,2%). I restanti gruppi sono presenti con densità e percentuali molto basse, ad eccezione dei Ciliati e degli Ostracodi che superano il 1% al popolamento totale. La somma dei taxa meno abbondanti fornisce un valore di densità complessiva di circa $18,2 \pm 9,1$ ind./10 cm², pari a oltre il 5% dell'intero popolamento meiobentonico. Nella campagna E14 sono stati rinvenuti organismi appartenenti in totale a 20 gruppi tassonomici, di cui solo tre presenti in tutte le stazioni: Nematodi, Nauplii e Policheti. I Copepodi sono risultati assenti in un unico sito. Dei rimanenti taxa, alcuni, come Chinorinchi, Tanaidacei e Ostracodi, normalmente abbastanza frequenti, sono assenti solo in poche stazioni, al contrario di Ciliati, Rotiferi, Sipunculidi e Priapulidi, rinvenuti in singoli siti e con densità molto basse. L'abbondanza media totale dell'area investigata è pari a $260,7 \pm 161,6$ ind./10 cm². I Nematodi sono risultati il taxon dominante, con una densità media complessiva di $212,2 \pm 133,8$ pari a oltre l'81% del popolamento totale, seguiti nell'ordine dai Copepodi (densità media = $19,2 \pm 18,7$ ind./10 cm²; 7,4%), dai Policheti ($13,9 \pm 11,0$ ind./10 cm²; 5,3%) e infine dai Nauplii ($8,2 \pm 10,0$ ind./10 cm²; 3,1%). I primi quattro gruppi costituiscono nel complesso oltre il 97% della biocenosi. Gli altri taxa sono presenti con abbondanze e percentuali molto basse, fornendo un valore di densità complessiva pari al 2,8% dell'intero popolamento meiobentonico. Tra questi solo gli Ostracodi raggiungono quasi il 1% della biocenosi.

Nell'estate 2015 sono stati rinvenuti organismi appartenenti globalmente a 19 gruppi tassonomici, di cui cinque presenti in tutte le stazioni: Nematodi, Copepodi, Nauplii, Policheti e Tanaidacei. Tra i restanti taxa, alcuni, come Ostracodi, Chinorinchi e Bivalvi sono abbastanza frequenti, risultando assenti solo in poche stazioni, al contrario di Priapulidi, Cumacei, Solenogastri, Ofiuroidi e Ciliati rinvenuti in uno o due siti e in numeri molto bassi. La densità media totale dell'area investigata è pari a $257,2 \pm 156,1$ ind./10 cm². I Nematodi sono il taxon dominante, con una densità media complessiva di $220,4 \pm 135,1$, pari all'85,7% del popolamento totale, seguiti da Copepodi (densità media = $15,3 \pm 15,8$ ind./10 cm²; 5,9%), Policheti ($11,8 \pm$

9,6 ind./10 cm²; 4,6%) e Nauplii (4,6 ± 5,7 ind./10 cm²; 1,8%). I primi quattro gruppi costituiscono insieme circa il 98% della biocenosi. I rimanenti taxa sono rinvenuti con abbondanze e percentuali molto basse, fornendo un valore di densità complessiva pari al 2,0% dell'intero popolamento meiobentonico; nessuno di essi raggiunge del 1% della biocenosi.

L'analisi della varianza (ANOVA) ha evidenziato una generalizzata differenza, statisticamente significativa, della densità media dei gruppi saggiati nel passaggio tra le diverse fasi, in particolare nel passaggio tra la fase di Bianco e le fasi di esercizio (E14 e E15). Non emergono invece differenze significative nel confronto tra le due fasi di esercizio (E14 vs E15). Nello specifico, la Meiofauna totale, Copepodi, Nauplii, Policheti e taxa meno abbondanti (Altri) mostrano una riduzione delle abbondanze dal Bianco alle fasi E14 e E15. La densità dei Nematodi appare ridursi significativamente solo tra la fase di Bianco e la prima fase di esercizio (E14) ma non tra B e E15.

La riduzione generalizzata delle abbondanze verificatasi tra il Bianco e le campagne di esercizio (E14, E15) risulta particolarmente accentuata nei siti lontani dal terminale (ad esempio E14 MG9) e quindi verosimilmente non influenzati da eventuali effetti stressogeni da esso generati. E' pertanto possibile ipotizzare che le variazioni osservate siano legate a fattori indipendenti dalla presenza dell'FSRU. Una precedente ipotesi di lavoro (vedi rapporto marzo 2014), legava la riduzione delle densità faunistiche rilevate durante la prima campagna condotta in fase di esercizio (E14), rispetto alla fase di Bianco, a naturali variazioni inter-annuali; l'assenza di differenze statisticamente significative tra la densità dei Nematodi in B vs E15 emersa dal presente studio sembra supportare questa ipotesi. Un possibile scenario alternativo imputa l'impovertimento faunistico riscontrato ad un effetto acuto del terminale seguito da progressivo miglioramento da parte della comunità meiobentonica. Il dendrogramma ottenuto dalla Cluster Analysis, mostra la stazione E14 MG9 nettamente separata dalle altre (similarità 45%) a testimonianza delle anomale differenze quali-quantitative della fauna ivi riscontrata. La successiva dicotomia si riscontra intorno ad un valore di similarità faunistica superiore al 70% e vede le stazioni suddivise in due cluster di ampiezza diversa e in relazione al numero di stazioni che aggregano, 14 stazioni in uno e 21 nell'altro. In ambedue i cluster, le stazioni più prossime all'FSRU relativi alla campagna di Bianco risultano aggregati fra loro e distanti dai terminali relativi alle campagne di esercizio (E14 e E15). Inoltre, dato alquanto rilevante, la stessa stazione indagata nelle diverse fasi risulta quasi sempre collocata nel medesimo cluster, a testimonianza del fatto che le variazioni faunistiche nel corso delle tempo, se intervenute, risultano di piccola entità. Quanto appena indicato viene confermato anche dal piano di ordinamento bidimensionale ottenuto dall'analisi nMDS. Anche in questo caso la disposizione delle stazioni appare in relazione alla campagna di campionamento (B vs Esercizio) ma prescinde dalla loro collocazione geografica. In conclusione, le analisi mostrano delle variazioni a carico della comunità meiobentonica nell'area indagata in particolare nel passaggio dalla fase di Bianco alle successive fasi di Esercizio. Le variazioni sono di lieve entità e verosimilmente legate a fluttuazioni inter-annuali. Non ci sono segni evidenti di processi di bioaccumulo in atto. Inoltre non sono stati rilevati segnali di contaminazione fecale. Il tempo di ritenzione del colorante vitale Rosso Neutro nei lisosomi di mitilo ha mostrato modeste fluttuazioni nel corso del periodo monitorato. Inoltre, nella maggior parte delle campagne, non sono state rilevate differenze significative tra i mitili di controllo (stazione E Gorgona) e quelli posizionati lungo il terminale FRSU. □Diversamente, durante le campagne I15 e P15 è stata osservata una riduzione significativa del parametro NRRT nei mitili del terminale rispetto ai controlli ($p < 0,05$). Nel caso della campagna I15 la differenza significativa ha riguardato le stazioni C (Pos 3) e D (Pos 4); mentre nella campagna P15 la riduzione significativa del parametro NRRT è stata osservata solo per la stazione D (Pos 4). Anche il grado di frammentazione del DNA ha mostrato modeste fluttuazioni nel periodo monitorato (Figura 149). Gli unici incrementi significativi ($p < 0,01$) di danno al DNA rispetto ai controlli sono stati osservati durante la campagna E14 ed hanno riguardato le stazioni C (Pos 3) e D (Pos 4). Tuttavia, questa significatività non è dovuta tanto ad un valore particolarmente elevato del grado di frammentazione nei mitili del terminale, quanto al fatto che i controlli hanno presentato un valore medio di danno ed una deviazione standard piuttosto bassi in occasione della campagna E14. L'analisi istologica della branchie ha fornito risultati sostanzialmente coerenti con gli altri due parametri ed in particolare con i dati NRRT (Figura 150); infatti, il punteggio calcolato è risultato basso (indice di una condizione di integrità delle branchie) durante gran parte del periodo monitorato, ad eccezione della campagna invernale e primaverile 2015. □Infatti, durante la campagna I15, la condizione dell'apparato branchiale dei mitili posti

lungo il terminale FRSU è risultata significativamente deteriorata nelle stazioni A (Pos 1), B (Pos 2) e D (Pos 4) ($p < 0,01$), mentre durante la campagna P15 la differenza significativa rispetto ai controlli ha riguardato le stazioni C (Pos 3) e D (Pos 4). Il risultato dell'analisi istologica per la stagione I15 evidenzia un danno che suggerisce l'esistenza di un effetto del terminale sui mitili limitatamente all'inverno 2015. □ Diversamente, la significatività osservata in occasione della campagna P15 è da imputare principalmente ad un valore basso della media e deviazione standard osservate nei mitili di controllo e pertanto non è riconducibile alla presenza dell'FRSU.

Il confronto tra le varie campagne ha mostrato una tendenza alla diminuzione delle specie catturate di fauna ittica bentonectonica, con il valore massimo nella campagna di Bianco B ed il valore minimo nell'ultima campagna svolta (E15). Non emergono però sostanziali differenze tra i siti trattamento (T) e controllo (C). La differenza tra campagne è invece imputabile alla dinamica stagionale del popolamento ittico, che mostra una maggiore ricchezza nel periodo estivo rispetto a quello invernale: infatti confrontando le percentuali stimate per le campagne estive non si evidenziano sostanziali differenze. Lo stesso può essere detto per il confronto delle percentuali stimate per le due campagne invernali. Va inoltre ricordato che nella campagna E12 il numero delle cale effettuate è stato doppio rispetto a quello delle due campagne successive. □ Gli indici strutturali del popolamento ittico non mostrano sostanziali differenze tra le stazioni trattamento ed il controllo, né particolari differenze tra le campagne, fatta eccezione per le 2 campagne invernali I14 e I15, in cui è possibile osservare un numero totale di individui più elevato. Le stazioni campionate con rete a strascico hanno mostrato un'elevata similarità; le stazioni hanno un grado di similarità complessivo di circa il 55%. Dall'analisi della rappresentazione n-MDS è possibile affermare che non esistono sostanziali differenze tra i siti di trattamento (T) ed i siti di controllo (C). Inoltre è possibile evidenziare una separazione tra i campionamenti invernali rispetto a quelli estivi. Sono state comparate anche le campagne effettuate nella stessa stagione: le due campagne di Bianco, B e BP, e quelle estive E14 ed E15 relative alla "fase di esercizio" dell'FRSU. Il dendrogramma ottenuto dall'analisi delle 4 campagne estive effettuate con la rete a strascico ha evidenziato un'elevata similarità complessiva tra le stazioni come risulta evidente anche dall'ordinamento n-MDS. Non risultano apprezzabili differenze né tra trattamenti e controlli né tra le stazioni delle due campagne.

Il confronto tra le due campagne di Bianco (B e BP), le campagne invernale ed estiva 2014 (I14 ed E14) e le campagne invernale ed estiva 2015 (I15 ed E15) relative ai campionamenti effettuati con le reti da posta ha mostrato, per quanto riguarda il numero totale di specie catturate, alcune fluttuazioni, con un numero maggiore di specie nelle campagne estive (30, 26 e 27) rispetto a quello registrato nelle campagne invernali (19 specie). Questo andamento riflette la dinamica stagionale dei popolamenti ittici, che mostrano una maggiore ricchezza nel periodo estivo rispetto a quello invernale. Non sono apprezzabili differenze sostanziali tra stazioni controllo e trattamento, fatta eccezione per un incremento delle specie esclusive del sito di controllo registrato nel campionamento estivo E15.

Per quanto riguarda l'evoluzione degli indici strutturali del popolamento ittico campionato con le reti da posta, non emergono differenze sostanziali tra le stazioni trattamento ed il controllo. Per quanto riguarda il numero di specie, il numero di esemplari e la ricchezza specifica, è possibile osservare valori più bassi per le campagne invernali I14 e I15 rispetto alle campagne estive E14 ed E15. Questo aspetto è collegato con la maggiore ricchezza in specie e numero degli organismi osservati nel popolamento estivo. Va tenuto presente che un aspetto ricorrente della pesca con reti da posta è il basso numero sia di specie sia di esemplari catturati, e soprattutto l'elevata variabilità dei rendimenti. In tutte le campagne sinora effettuate, le catture con reti da posta hanno fatto registrare la dominanza, sia in numero che in peso, del condroitto *S. canicula*. □ È possibile individuare dei raggruppamenti delle stazioni sulla base della loro affinità stagionale; in particolare la maggior parte delle stazioni relative alle due campagne invernali (I14 e I15) si differenziano maggiormente dalle altre. Non appaiono evidenti differenze tra i siti di trattamento ed il controllo. Anche con le reti da posta emerge un'elevata similarità tra le stazioni prese in considerazione; non sono apprezzabili raggruppamenti definiti, né tra stazioni di differenti campagne, né tra stazioni trattamento e controllo.

Gli scarsi risultati ottenuti nello studio della fauna ittica pelagica sono da mettere in relazione con le caratteristiche di questo tipo di pesca e delle specie che si vanno a studiare. La concentrazione degli

esemplari in genere è molto bassa ed organizzata in branchi che non hanno una distribuzione continua. Queste caratteristiche richiederebbero l'applicazione di uno sforzo di pesca molto intenso in termini di giornate di campionamento, ma troppo elevato in termini di tempo e costi. L'impiego di reti più lunghe rispetto agli attuali 2000m utilizzati non risulta compatibile con la scala spaziale che si deve investigare.

L'area scelta per il posizionamento del Terminale FSRU Toscana ricade all'interno del Santuario Pelagos e quindi il monitoraggio della presenza di cetacei e tartarughe risale agli anni 2000. Nella Figura 161 sono riportati gli avvistamenti antecedenti alla campagna di Bianco condotta nell'estate 2012. Al termine della campagna di Bianco (B12) gli avvistamenti sono stati effettuati principalmente nelle zone Est e Sud all'interno delle 6 nm dal Terminale e Sud-Ovest all'esterno dell'area. Nel 2° anno di monitoraggio (A14-I15-P15-E15) sono stati effettuati avvistamenti di tursiopi a Nord-Est ed Est al limite e all'esterno dell'area e di una tartaruga a Nord a 1nm dal terminale. Rispetto alle precedenti 4 campagne è stata riscontrata una riduzione degli incontri e del numero degli individui. Gli spostamenti del gruppo di delfini tursiopi appartenenti al Gruppo ALFA avvengono in funzione della ricerca del cibo e della normale vita sociale. Alcuni di tali spostamenti sono il risultato di comportamenti appresi dai delfini nell'interazione con le attività di pesca sia a strascico che con reti fisse, rappresentando una facilitazione durante la ricerca del cibo (alimentazione opportunistica). La presenza del Terminale e della corrispondente area di interdizione alla navigazione e alla pesca potrebbero influenzare gli spostamenti proprio per l'assenza di attività, in particolare per la mancanza dell'attività di pesca che notoriamente attira i mammiferi marini.

3.2.7 Misura del rumore

Per uniformità con la relazione annuale 2013-2014, sono stati selezionati i dati acquisiti in ognuna delle quattro campagne di indagine (A14, I15, P15, E15) nelle stazioni di misura a 100 m e a 1000 m dal punto del Terminale, alla profondità di 55m sulla direttrice Est. Le misure sono state confrontate con quelle di "Bianco" condotto nell'estate 2012 (B). Le due distanze più vicine al Terminale sono state scelte per avere livelli di segnale più significativi. I grafici descrivono il livello di rumore mediante la funzione di densità spettrale di potenza (PSD) nel dominio delle frequenze, con rappresentazione dei dati in terzi d'ottava, che è ritenuta più adeguata per un confronto di sintesi. Si evince che nella stazione E100 i rilevamenti durante tutto l'anno mostrano un andamento simile, caratterizzato da un generale innalzamento di livello di rumore rispetto a quella del Bianco in tutta la banda tra 60 Hz e 25,4 kHz. Tale innalzamento varia in frequenza, ed è massimo (con un valore di circa 15 dB) intorno ai 10 kHz. Come già sottolineato, questo non significa necessariamente che il Terminale emetta rumore in tutta questa banda, poiché la presenza di imbarcazioni e di passaggi di navi nella zona influenzano maggiormente i valori di rumore nella banda inferiore ad 1000-2000 Hz. Le curve relative alla stazione E1K sono tutte in accordo eccetto la misura E15, molto influenzata dal passaggio di una barca medio-piccola vicina, come dimostra un marcato innalzamento dei livelli per tutta la banda di misura tra 80 Hz e 15 kHz. Per le altre tre curve l'innalzamento medio rispetto al Bianco si verifica tra 157 Hz e 16 kHz ed è più limitato che nella stazione E100. Il fatto che tale aumento di livelli, più evidente per la banda tra 6 kHz e 14 kHz, possa essere dovuto ad emissioni del Terminale, verrebbe confermato dalla perdita di segnale tra le due stazioni, causata dalla "Transmission Loss" del rumore in un canale di propagazione (in questo caso in condizioni di acque basse). Come già indicato nell'analisi dei dati acquisiti nel primo anno di monitoraggio della fase di esercizio, si conferma che l'innalzamento di livello in particolare nella banda intorno a 7-16 kHz possa prevalentemente attribuirsi al rumore emesso dal Terminale. Il calo di livelli causato dalla Transmission Loss man mano che ci si allontana dalla sorgente di rumore è stato confermato dalle simulazioni realizzate per ogni campagna nelle diverse condizioni ambientali di propagazione acustica. Prendendo come riferimento il valore di 12 kHz come quello più significativo nella banda di interesse, il valore medio di rumore a 100m dal Terminale su tutte le campagne del secondo anno di esercizio è circa 57 dB re 1uPa/√Hz (dato confrontabile con quello del primo anno di esercizio, ovvero 60 dB).

Considerando poi i risultati delle simulazioni ottenute con il modello acustico Bellhop per ogni campagna nelle stazioni a 100m il modello calcola sempre una Transmission Loss tra 38 e 39 dB a 55m di profondità, a 100 m di distanza dalla sorgente rappresentata dal Terminale. In ogni campagna le simulazioni tengono conto dell'effettivo profilo di velocità del suono in funzione delle condizioni ambientali realmente verificate durante le misure. Misurando un livello di rumore di 57 dB re 1 uPa/√Hz a 12 kHz per le stazioni a 100 m,

ed una caduta di segnale di 38/40 dB su 100 m, si può dedurre che il Source Level medio di emissione da parte del Terminale sia tra i 95 e i 96 dB re 1 uPa @ 1m. Questo valore medio è molto vicino a quello stimato nell'anno 2013-14 (98-100 dB). Il source level stimato alla frequenza di 12kHz per le singole campagne conferma valori costanti con un margine di 5-7 dB. E' presente una certa variabilità dovuta ad eventi transitori sicuramente derivanti in parte da sorgenti esterne e non significative, mentre non è possibile stabilire se e in che misura tali variazioni di livello siano anche connesse ad attività in corso sul Terminale al momento delle misure. Non appare invece nessun trend nel confronto dei livelli misurati per i due anni. Sulla base delle "Linee Guida" di ISPRA (2011) la tipologia di rumore a cui riferirsi in questo caso di studio, è il rumore non impulsivo per il quale, ISPRA, fornisce valori soglia di 100-110 dB per "cetacei a media frequenza" quali quelli presenti nell'area (v. materiali e metodi volume I paragrafo "Misura del rumore"). Il livello di emissione medio del Terminale essendo intorno ai 95-97 dB rimane al di sotto del valore soglia. Il documento di "Valutazione previsionale di impatto acustico subacqueo" redatto nella fase progettuale prevedeva un valore stimato per eccesso fortemente cautelativo con una pressione acustica stimata di 148 dB re 1 uPa @ 1 m, mentre i livelli misurati, ascrivibili all'attività del Terminale, sono dell'ordine dei 95-96 dB re 1 uPa @ 1m per il primo anno di esercizio, mentre per il secondo variano tra 98-100 dB. I livelli di rumore del Terminale in esercizio misurati sperimentalmente appaiono quindi notevolmente inferiori a quanto ipotizzato nell'analisi di progetto. Le misure di rumore ambientale di fondo eseguite per lo studio preliminare riportano valori confrontabili con quelli rilevati nella campagna di Bianco. Si conferma inoltre un'elevata variabilità alle basse frequenze dovuta al traffico marittimo. La banda limitata a 8 kHz dello studio preliminare non permette confronti con le analisi compiute nel presente studio e con le frequenze più elevate (7-16 kHz) oggetto di interesse.

4. INTEGRAZIONI AL SECONDO RAPPORTO ANNUALE

4.1 Attività del Terminale GNL

Definizione delle modalità operative del Terminale.

MODALITA' OPERATIVA	DESCRIZIONE DELLA MODALITA' OPERATIVA
<p>Holding mode <i>(impianto in funzione con send out, cioè con invio di gas a terra)</i></p>	<p>E' la modalità che si potrebbe definire "normale operativa" e contempla l'attività di rigassificazione del Terminale (send out) in assenza di scarico di GNL da nave metaniera. La rigassificazione può essere effettuata con uno, due oppure tre vaporizzatori, in funzione della richiesta a terra di gas naturale, nel rispetto della massima capacità annua autorizzata, pari a 3,75miliardi di Smc.</p>
<p>Unloading <i>(discarica da nave e send out)</i></p>	<p>Caratterizzata dalla contemporanea presenza della nave metaniera che rifornisce GNL al Terminale e dal send out. Durante questa fase vi è una maggiore produzione di BOG (boil off gas, proveniente dalle cisterne del carico) rispetto alle altre modalità di gestione operative del Terminale, dovuta alla movimentazione del GNL che viene controllato e recuperato con un macchinario dedicato (chiamato BOG compressor), per essere poi ricondensato nel recondenser ed inviato alla rigassificazione.</p>
<p>Zero send out <i>(nessun invio di gas a terra)</i></p>	<p>Considera i periodi in cui non si svolge l'attività di rigassificazione all'interno del Terminale. In questo assetto, onde consentire il necessario mantenimento a temperatura criogenica di alcune parti dell'impianto (cisterne, modulo di rigassificazione), è necessario che una esigua quantità di GNL venga fatta circolare all'interno del circuito per una portata complessiva di circa 50 m3/h; tuttavia all'interno dei vaporizzatori non vi è alcun passaggio di GNL, e dunque non vi è immissione di gas naturale in rete. Tale condizione assorbe la maggior parte dei momenti transitori nella gestione dell'impianto (ad esempio la fase transitoria tra plant off e zero send out e viceversa, ed il transitorio tra zero send out e send out).</p>
<p>Plant off-tank cold <i>(impianto fermo con i soli serbatoi "freddi")</i></p>	<p>Il Terminale in questa modalità funziona come stoccaggio del GNL, che resta all'interno dei serbatoi e non viene inviato al modulo di rigassificazione, che quindi risulta caldo. In questa modalità tutto il BOG formatosi nei serbatoi viene inviato al sistema di recupero tramite i compressori LD, e viene bruciato in caldaia per produrre il vapore necessario alla produzione di energia elettrica per l'autosostentamento del Terminale.</p>

Prevalenti modalità operative (giorno/gas) del Terminale in corrispondenza dei periodi di monitoraggio (secondo anno).

CAMPAGNA	DATA	Stato terminale ⁽¹⁾	CAMPAGNA	DATA	Stato terminale ⁽¹⁾
autunno_14	18/11/2014	plant off - tank cold			
autunno_14	19/11/2014	plant off - tank cold	inverno_15	21/03/2015	plant off - tank cold
autunno_14	20/11/2014	plant off - tank cold	inverno_15	22/03/2015	plant off - tank cold
autunno_14	21/11/2014	plant off - tank cold	inverno_15	23/03/2015	plant off - tank cold
autunno_14	22/11/2014	plant off - tank cold	primavera_15	03/06/2015	plant off - tank cold
autunno_14	23/11/2014	plant off - tank cold	primavera_15	04/06/2015	plant off - tank cold
autunno_14	24/11/2014	plant off - tank cold	primavera_15	05/06/2015	plant off - tank cold
autunno_14	25/11/2014	plant off - tank cold	primavera_15	06/06/2015	plant off - tank cold
autunno_14	26/11/2014	plant off - tank cold	primavera_15	07/06/2015	plant off - tank cold
autunno_14	27/11/2014	plant off - tank cold	primavera_15	08/06/2015	plant off - tank cold
autunno_14	28/11/2014	plant off - tank cold	primavera_15	09/06/2015	plant off - tank cold
autunno_14	29/11/2014	plant off - tank cold	primavera_15	10/06/2015	plant off - tank cold
autunno_14	30/11/2014	plant off - tank cold	primavera_15	11/06/2015	plant off - tank cold
autunno_14	01/12/2014	plant off - tank cold	primavera_15	12/06/2015	plant off - tank cold
autunno_14	02/12/2014	plant off - tank cold	primavera_15	13/06/2015	plant off - tank cold
autunno_14	03/12/2014	plant off - tank cold	primavera_15	14/06/2015	plant off - tank cold
autunno_14	04/12/2014	plant off - tank cold	primavera_15	15/06/2015	plant off - tank cold
autunno_14	05/12/2014	plant off - tank cold	primavera_15	16/06/2015	plant off - tank cold
autunno_14	06/12/2014	zero send-out	primavera_15	17/06/2015	plant off - tank cold
autunno_14	07/12/2014	zero send-out	primavera_15	18/06/2015	plant off - tank cold
autunno_14	08/12/2014	zero send-out	estate_15	26/08/2015	plant off - tank cold
autunno_14	09/12/2014	zero send-out	estate_15	27/08/2015	plant off - tank cold
autunno_14	10/12/2014	zero send-out	estate_15	28/08/2015	plant off - tank cold
inverno_15	07/03/2015	plant off - tank cold	estate_15	29/08/2015	plant off - tank cold
inverno_15	08/03/2015	plant off - tank cold	estate_15	30/08/2015	plant off - tank cold
inverno_15	09/03/2015	plant off - tank cold	estate_15	31/08/2015	plant off - tank cold
inverno_15	10/03/2015	plant off - tank cold	estate_15	01/09/2015	plant off - tank cold
inverno_15	11/03/2015	plant off - tank cold	estate_15	02/09/2015	plant off - tank cold
inverno_15	12/03/2015	plant off - tank cold	estate_15	03/09/2015	plant off - tank cold
inverno_15	13/03/2015	plant off - tank cold	estate_15	04/09/2015	plant off - tank cold
inverno_15	14/03/2015	plant off - tank cold	estate_15	05/09/2015	plant off - tank cold
inverno_15	15/03/2015	plant off - tank cold	estate_15	06/09/2015	plant off - tank cold
inverno_15	16/03/2015	plant off - tank cold	estate_15	07/09/2015	plant off - tank cold
inverno_15	17/03/2015	plant off - tank cold	estate_15	08/09/2015	plant off - tank cold
inverno_15	18/03/2015	plant off - tank cold	estate_15	09/09/2015	plant off - tank cold
inverno_15	19/03/2015	plant off - tank cold	estate_15	10/09/2015	plant off - tank cold
inverno_15	20/03/2015	plant off - tank cold	estate_15	11/09/2015	plant off - tank cold

Come specificato nella lettera del 18 aprile 2017, prot. n. 2016/OUT/GENER/B/0136 inviata al MATTM, si ricorda che dal punto di vista ambientale il Terminale risulta sempre operativo (a prescindere dalla fase operativa in essere) per permettere l'auto-sostentamento del Terminale da un punto di vista energetico, per garantire la vita a bordo e gestire le parti di impianto in funzione oltre che per garantire la massima sicurezza a bordo. Per maggior chiarezza si precisa che a bordo del Terminale "FSRU Toscana" sono presenti le seguenti sezioni principali:

- Sezione bracci di carico: 4 bracci di carico utilizzati per caricare il GNL (gas naturale liquefatto) dalla nave metaniera al Terminale;
- Sezione di stoccaggio GNL: 4 serbatoi MOSS con relativo sistema di pompaggio del GNL;

- Sezione di Rigassificazione (modulo T 16): il sistema di vaporizzazione è costituito da 3 vaporizzatori che usano acqua di mare come fonte di calore e propano come fluido riscaldante intermedio tra acqua e GNL.
- Impianto di produzione di energia elettrica per l'autosostentamento (non essendo il Terminale collegato alla rete nazionale): tale impianto si trova nella sezione sala macchine. La produzione di energia elettrica è assicurata dai seguenti generatori:
 - N.2 turbogeneratori a vapore della potenza di 10 MW ciascuno;□
 - N.2 turbogeneratori a vapore della potenza di 3,35 MW ciascuno;□
 - N.1 generatore diesel da 3,35 MW (per alcune condizioni di non □normale operatività);□
 - N.1 generatore diesel da 850 kW (per emergenza). □Le motrici dei turbogeneratori a vapore sono alimentate con vapore prodotto da due caldaie (potenza termica di 40 MWt ciascuna). Le caldaie sono alimentate, in tutte le condizioni operative del Terminale dal BOG (boil off gas) prodotto nei serbatoi; in alcune condizioni di non normale attività quali ad esempio malfunzionamenti, emergenze, manutenzione e in caso di assenza di GNL all'interno dei serbatoi del Terminale per mancato arrivo di navi metaniere di approvvigionamento, per mantenere il Terminale in condizioni di sicurezza, le caldaie possono essere alimentate da Marine Gas Oil (MGO).

Le principali sezioni dell'impianto sono interconnesse tra loro tramite ulteriori impianti ausiliari di servizio:

- Sistema di circolazione acqua mare, tra cui di primaria importanza l'acqua di mare necessaria alla rigassificazione del GNL (flusso di 10.800 mc/h) prelevata dallo scoop presente in sala macchine, preriscaldata per condensare il vapore dell'impianto di produzione di energia elettrica ed inviata attraverso le pompe (posizionate anche esse in sala macchine) verso la prua del Terminale (sezione rigassificazione);
- Sistema di alimentazione delle caldaie (parte dell'impianto di produzione di energia elettrica) attraverso il BOG (Boil off gas: vapori di gas naturale) proveniente dallo stoccaggio di GNL;
- Sezione Torretta: sistema di ormeggio e invio del GN alla tubazione sottomarina attraverso i riser (tubazioni flessibili; si veda punto della Determina n. 12 per una loro descrizione). Il sistema di ancoraggio del Terminale è realizzato attraverso un giunto meccanico snodato collegato ad ancore attraverso sei catene metalliche. Questa configurazione consente al Terminale di ruotare a 360°, mantenendo comunque sempre in posizione fissa le catene di ancoraggio;
- Sezione wobble index: impianto di produzione di azoto. □

In tutte le quattro modalità operative, sopra descritte, ivi comprese quelle di mancato send out (zero send out e plant off-tank cold) gran parte delle sezioni/impianti risultano sempre sempre attivi. Tra di essi troviamo:

- Prelievi di acqua mare e conseguenti scarichi idrici, compreso il prelievo e lo scarico dell'acqua mare necessaria alla rigassificazione, che rimane sempre attivo anche in condizioni di zero send out e plant off-tank cold come dichiarato in sede di AIA e VIA;
- Produzione di energia elettrica;
- Stoccaggio di GNL;
- Invio del BOG verso l'impianto di produzione di energia elettrica: sistema non □attivo solo nelle

condizioni di mancato GNL a bordo (situazione particolarmente anomala verificata solo all'arrivo del Terminale in Italia agosto 2013). □

Le apparecchiature strettamente connesse all'attività di rigassificazione (es. vaporizzatori, alcune pompe e compressori), che risultano collocate nel modulo T16 posto fuori coperta (si veda Figura 1) danno quindi un contributo del tutto trascurabile in termini ambientali sia dal punto di vista delle emissioni in aria e in acqua, sia da un punto di vista di rumore sottomarino. □ Relativamente al sistema acqua di mare necessaria alla rigassificazione si evidenzia che l'unico parametro che differisce in base alla modalità operativa è la temperatura di scarico (il cloro attivo libero e la portata non sono influenzati dalla modalità operativa del Terminale); infatti durante la rigassificazione tale acqua viene utilizzata come fluido di scambio nei vaporizzatori subendo un raffreddamento. □ In particolare si evidenzia che nonostante il delta T attuale (T uscita - T ingresso) massimo autorizzato sia pari a -6°C, il Terminale durante la rigassificazione dei primi 4 anni di esercizio ha mantenuto un range del delta T tra +1 a -4 e mediamente pari a zero (stessa temperatura tra acqua in ingresso ed uscita dal terminale).

4.2 Ulteriori adeguamenti alla presentazione dei risultati dei monitoraggi.

PRESO ATTO del verbale concordato in riferimento alla riunione del 18/07/2017 tra ISPRA ed il Proponente assunto agli atti con prot. n. DVA-17014 del 18/07/2017 e DVA-2017-100 del 04/04/2017 nel quale vengono indicati nello specifico gli approfondimenti necessari per le future campagne secondo quanto richiesto nel provvedimento DVA-2013-30107 del 23/12/2013.

VERIFICATO che le integrazioni richieste soddisfano al momento quanto indicato nel citato verbale di riunione ad eccezione della relazione per i monitoraggi eseguiti durante la "fase di bianco" prima dell'arrivo del terminale, equivalente a quelle presentate per il primo e secondo anno di attività.

VALUTATO che:

- le integrazioni fornite per le campagne di monitoraggio già trascorse soddisfano per quanto possibile, dato che le stesse recuperano dati di campagne già eseguite, le incertezze interpretative che emergevano anche dalla forma grafica in cui precedentemente i dati venivano presentati nelle relazioni presentate dal proponente;
- nelle figure deve essere graficamente più direttamente esplicitata la correlazione tra punti di misura e dati rilevati;
- Si ritiene di dover conoscere i tassi di dissoluzione degli anodi sacrificali di tutte le varie componenti, incluso quelli del metanodotto di collegamento con la terraferma.

5. VALUTAZIONI di Ispra

Con la citata nota prot. 856/CTVA del 21/03/2017 Ispra trasmette la relazione di valutazione predisposta da ARPAT in merito al Rapporto annuale del Piano di Monitoraggio dell'ambiente marino, che è dalla stessa pienamente condivisa.

5.1 Parere ARPA Toscana

In riferimento ai seguenti aspetti ARPA Toscana conclude che:

Colonna d'acqua, sedimenti, biota

"Per quanto riguarda il monitoraggio chimico dei sedimenti si segnalano superamenti degli standard di qualità ambientale per alcuni metalli e arsenico, oltre che per alcuni microinquinanti organici; questi ultimi, in particolare, risultano presenti nei punti di monitoraggio più prossimi al terminale. Anche le indagini

tossicologiche forniscono un quadro ove si rileva la presenza di effetto tossico in alcuni punti, anche prossimi al terminale. Considerata l'elevata complessità della documentazione, si ritiene necessario che, almeno per i parametri con concentrazioni nei sedimenti superiori agli standard di qualità ambientale e per i risultati delle indagini ecotossicologiche, il gestore valuti e rappresenti i trend temporali per ciascun punto di monitoraggio con adeguata elaborazione statistica rivolta a valutare la significatività eventuale degli andamenti, considerando anche i livelli ante-operam. La documentazione dovrebbe anche contenere i dati grezzi in formato digitale idoneo ad effettuare eventuali elaborazioni da parte dell'organo di controllo.”

Fauna ittica, cetacei e tartarughe marine

“Per quanto riguarda la fauna ittica, cetacei e tartarughe marine, in sintesi si concorda con la conclusione generale del documento confermando che non si sono verificate, durante i primi due anni d'esercizio del terminale, situazioni di rischio per la fauna marina.”

Rumore in ambiente marino

“La documentazione esaminata descrive le attività di monitoraggio strumentale del rumore subacqueo eseguite, con cadenza trimestrale, presso dodici stazioni individuate sulle quattro direzioni cardinali, a distanza crescente da 100 m fino a 10 km, e le corrispondenti elaborazioni teoriche per la valutazione dell'impatto acustico prodotto dal Terminale OLT nell'ambiente marino circostante durante il secondo anno di esercizio. Pur rilevando alcune carenze in merito alle informazioni e alle analisi riportate nella documentazione, si ritiene che la prescrizione n. 7 di cui al Decreto VIA MATTM DVA-2010-0025280 del 20/10/10 possa essere considerata ottemperata per il secondo anno di monitoraggio. □ In ogni caso, al fine di consentire un più accurato esame dei risultati forniti ed incrementare il grado di attendibilità delle valutazioni e delle analisi fatte dal proponente sui dati di misura, per le prossime campagne di monitoraggio si richiede che, oltre a quanto già riportato, vengano fornite le seguenti informazioni e analisi supplementari:

1. dettagli in merito alle specifiche tecniche della strumentazione acustica utilizzata (range dinamico, risposta in frequenza, direzionalità, rumore intrinseco vs freq., ecc.) e indicazioni in merito alle certificazioni di taratura (secondo standard IEC 60565:2006 oppure ANSI/ASA S1.20:2012) della stessa;
2. insieme completo dei report dei rilevamenti acustici effettuati presso tutte le 12 stazioni di misura per tutte le □ profondità impostate (da riportare in un'apposita appendice);
3. informazioni di dettaglio in merito a tipologia, caratteristiche, ripetitività e durata delle particolari operazioni svolte sul terminale in concomitanza con ogni rilevamento acustico, specificando l'eventuale presenza di imbarcazioni o altre sorgenti di rumore in prossimità delle stazioni di misura durante i rilevamenti;
4. in relazione alle simulazioni teoriche di TL si ritiene opportuno specificare:
 - a. il grado di attendibilità del modello utilizzato nel range di frequenze considerato di interesse mediante dati di letteratura o confronto esplicito con i risultati delle misure strumentali;
 - b. il profilo batimetrico e la composizione del fondale (tipologia dei sedimenti, granulometria, presenza di substrati, ecc.) lungo gli assi di analisi verificando, eventualmente con simulazioni specifiche, la variazione delle modalità di propagazione delle onde sonore nel range di frequenza di interesse e la possibilità di formazione di canali di propagazione in relazione sia ai fenomeni di riflessione, diffusione e rifrazione, sia alla diversa configurazione batimetrica del fondale (soprattutto nella direzione est-ovest, lungo la quale si accentuano le condizioni di shallow-water);
 - c. in relazione alla presenza di possibili componenti a frequenza medio bassa (da circa 400 Hz in su) imputabili all'impianto e deducibili dai risultati delle misure strumentali eseguite durante il secondo anno di esercizio, e considerato che la tipologia di operazioni che si svolgono presso il terminale non esclude la possibilità di componenti a tali frequenze, sono da richiedere le mappe di TL per le bande di ottava da 250 Hz fino ad almeno 16 kHz; a tal proposito si ritiene opportuno che l'intervallo di frequenze associabile alla rumorosità emessa dall'impianto sia valutato non per una sola attività ma per tutte le diverse operazioni che possono essere svolte presso il terminale;
 - d. una stima attendibile dei profili di velocità da inserire come input al modello che copra tutta la colonna d'acqua (cioè dal fondale alla superficie) al fine di verificare la presenza di particolari

modalità di propagazione del suono fino alla massima profondità (soprattutto lungo la direttrice est-ovest dove il fondale decresce in modo significativo);

- e. una stima del SL medio di emissione da parte del Terminale per tutte le bande di ottava di analisi (almeno 250 Hz ÷ 16 kHz), eventualmente differenziato in base alla tipologia di attività svolta sul Terminale; è da richiedere anche una valutazione dell'incertezza delle stime effettuate."

5.2 Valutazioni aggiuntive di Ispra

Ispra evidenzia alcuni aspetti che nel prosieguo delle attività dovranno essere approfonditi ed integrati:

- "si sottolinea l'importanza della richiesta fatta da ARPAT a pagina 8, in riferimento ai risultati delle analisi su colonna d'acqua, sedimenti e biota, relativa alla necessità di "rappresentare i trend temporali per ciascun punto di monitoraggio con adeguata elaborazione statistica rivolta a valutare la significatività eventuale degli andamenti,.....". Si ritiene che la rappresentazione dei dati debba essere fatta in modo tale che siano chiaramente individuabili le stazioni di campionamento, e che i relativi dati graficati siano rappresentati in modo chiaro e leggibile, evitando aggregazioni che pongono problemi interpretativi. Si richiama inoltre l'attenzione sulle scale di rappresentazione utilizzate."
- "Relativamente alle misurazioni con CTD si richiede di fornire indicazioni riguardanti le attività di calibrazione dei sensori."
- "I risultati relativi al macrozoobenthos devono essere restituiti secondo una matrice di abbondanza degli organismi ritrovati in una tabella stazione/specie, così come già fatto per il meiobenthos."
- "ISPRa ritiene necessario integrare i report del piano di campionamento con una scheda di bordo che riporti le condizioni meteo-marine e altre indicazioni correlabili con le caratteristiche chimico-fisiche delle acque (soleggiamento ecc.)."
- "Per quanto riguarda i dati correntometrici, sarebbe auspicabile che l'OLT dotasse l'impianto, oltre che dei già installati correntometri orizzontali, anche di un correntometro doppler (ADCP) che rilevi le caratteristiche idrodinamiche verticali dell'intera colonna d'acqua."
- "E' inoltre opportuno che sia fornita l'intera documentazione con i dati grezzi per tutti i parametri monitorati, relativi alle singole stazioni di campionamento e ai singoli campionamenti, in modo, come già sottolineato da ARPAT, da consentire eventuali elaborazioni e valutazioni generali. Inoltre si richiede di specificare se i profili relativi ai singoli parametri siano effettuati nello stesso giorno o su più giornate."
- "Si ritiene inoltre necessario che anomalie di dati o variazioni particolarmente significative vengano puntualmente e ampiamente argomentate, specialmente per quanto riguarda ad esempio pH e sua variabilità, torbidità, temperatura, clorofilla, ecc."
- "Si ritiene che il modello di diffusione delle acque di scarico vada completato ed illustrato per tutta l'estensione della colonna d'acqua, analizzando diverse condizioni di densità dell'acqua."
- Appare necessario fornire le caratteristiche del sistema di scarico delle acque di raffreddamento dei vaporizzatori anche con immagini."
- "Si richiede di argomentare la possibile relazione esistente tra risospensione dei sedimenti, sistema di ancoraggio e riser. In particolare si richiede di fornire uno schema del sistema di ancoraggio in cui risultino le dislocazioni delle catene delle ancore, la loro lunghezza ed eventualmente una stima dell'area di sedimento interessata dal loro movimento orizzontale e verticale."
- "I dati di monitoraggio devono essere correlati con i dati meteo-marini e le condizioni di esercizio del terminale."

- “Come evidenziato da ARPAT, si richiede che per le analisi del biota le concentrazioni dei metalli e degli altri inquinanti vengano espressi su peso umido anziché su peso secco, come riportato nel D.M. 260/2010 e nel D.Lgs 172/2015.”

6. VALUTAZIONI

VALUTATO e CONDIVISO in toto il parere di Ispra e di ARPA Toscana.

VALUTATO infine che:

- È stato eseguito il monitoraggio secondo il Piano di monitoraggio a suo tempo stabilito.
- I risultati del monitoraggio mostrano come:
 - o i monitoraggi relativi al secondo anno di attività, considerato che il terminale di rigassificazione è stato utilizzato in regime minimo, mostrano che l’influenza dello stesso terminale sulle varie componenti ambientali può essere considerato trascurabile;
 - o vi sono state tuttavia delle variazioni misurabili nelle componenti ambientali che necessitano di successivi approfondimenti, come ad esempio non esaustivo, la presenza di microinquinanti in prossimità del terminale stesso, il pH, il rumore e la variazione dei sedimenti di fondo verso componenti maggiormente pelitiche – variazione quest’ultima che non appare tuttavia sufficientemente chiarita –,
 - o anche se piccole, vi potrebbero essere interferenze in un numero di altri parametri ambientali.
- I risultati sono presentati in una forma che può essere migliorata particolarmente per ciò che riguarda la sonda multiparametrica in modo che i vari profili in profondità siano più facilmente associabili al punto ed al periodo di monitoraggio. Altresì non è possibile al momento mettere in relazione diretta i dati rilevati con le condizioni orarie meteorologiche (vento, marea, corrente, moto ondoso, ecc.) e di attività del terminale.
- In futuro dovranno essere necessariamente monitorate anche le attività del terminale, incluso lo scarico delle navi metaniere, durante le prossime campagne, in modo da poter conoscere quantitativamente le immissioni nell’ambiente di tutte le attività collegate del terminale stesso.
- Dovrà altresì essere meglio esplicitato il contributo degli anodi sacrificali delle varie componenti del terminale alle concentrazioni di metalli in acqua.
- Non sia necessario al momento utilizzare un misuratore doppler verticale della corrente marina.

***_**

7. DISPOSITIVO

Tutto ciò VISTO, PRESO ATTO E VALUTATO la Commissione Tecnica per la Verifica dell’Impatto Ambientale - VIA e VAS,
in riferimento al Provvedimento di Esclusione dalla VIA prot. DVA-2010-25280 del 20/10/2010,

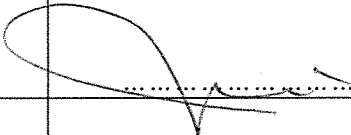
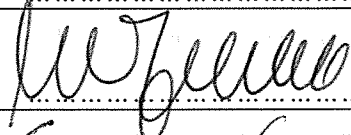
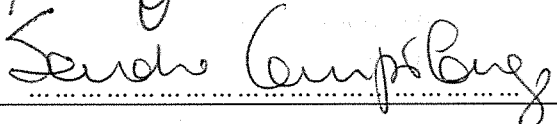
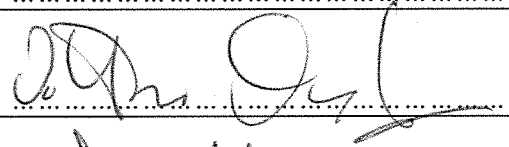
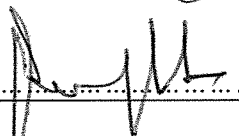
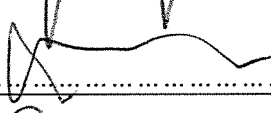
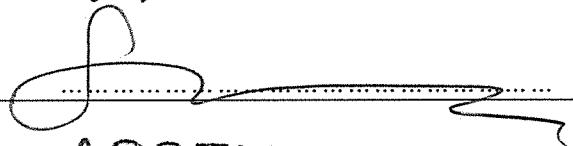
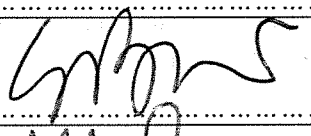

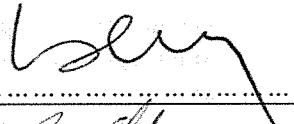

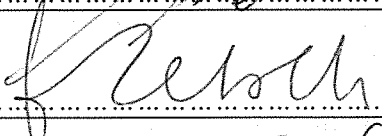
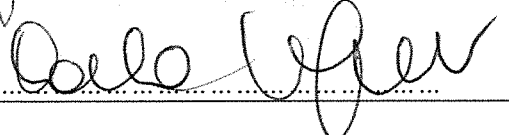
RITIENE CHE

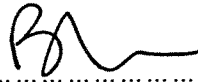
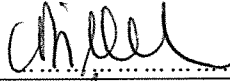


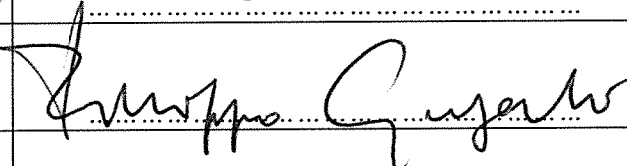
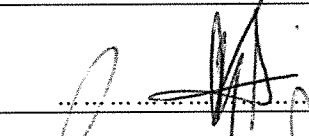

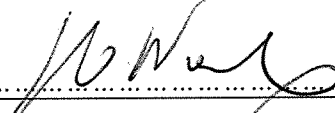

- **in riferimento al primo anno di monitoraggio le prescrizioni n. 7a, 7b, 7c, 7d e 7e**

siano OTTEMPERATE;

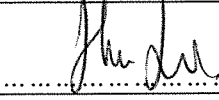

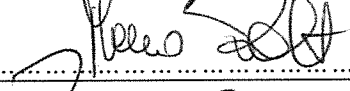
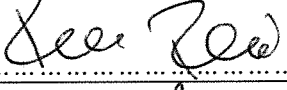
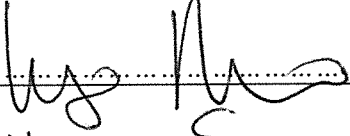
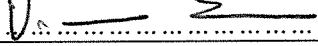
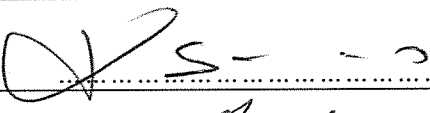
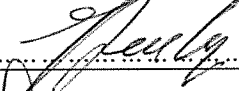

- durante le future campagne di monitoraggio si dovrà:

- mantenere un record accurato di tutte le attività del terminale durante i monitoraggi in modo da poter correlare eventuali anomalie nei monitoraggi con dette attività;
- rappresentare i dati della campagna di monitoraggio pregresse di "bianco" all'interno del piano di monitoraggio del terzo anno e successivi per ogni stazione di misura in modo da poter meglio valutare eventuali variazioni misurate con gli stessi criteri di ora adottati;
- rappresentare i dati in modo tale che siano chiaramente individuabili le stazioni di campionamento, e che i relativi dati graficati siano rappresentati in modo chiaro e leggibile, evitando aggregazioni che pongono problemi interpretativi;
- relativamente alle misurazioni con CTD, fornire indicazioni riguardanti le attività di calibrazione dei sensori;
- restituire i risultati relativi al macrozoobenthos secondo una matrice di abbondanza degli organismi ritrovati in una tabella stazione/specie, così come già fatto per il meiobenthos;
- accompagnare i report del piano di campionamento da una scheda di bordo che riporti le condizioni meteo-marine e altre indicazioni correlabili con le caratteristiche chimico-fisiche delle acque (soleggiamento ecc.);
- per quanto riguarda i dati correntometrici, auspicabilmente dotare il terminale, oltre che dei già installati correntometri orizzontali, anche di un correntometro doppler (ADCP) che rilevi le caratteristiche idrodinamiche verticali dell'intera colonna d'acqua;
- fornire l'intera documentazione con i dati grezzi per tutti i parametri monitorati con il rispettivo tempo di misura, relativi alle singole stazioni di campionamento e ai singoli campionamenti, in modo da consentire eventuali elaborazioni e valutazioni generali;
- argomentare le anomalie di dati o variazioni particolarmente significative, specialmente per quanto riguarda ad esempio pH e sua variabilità, torbidità, temperatura, clorofilla, ecc;
- completare il modello di diffusione delle acque di scarico per tutta l'estensione della colonna d'acqua, analizzando diverse condizioni di densità dell'acqua e velocità della corrente (che includa anche la condizione zero-corrente);
- fornire le caratteristiche del sistema di scarico delle acque di raffreddamento dei vaporizzatori anche con immagini;
- argomentare la possibile relazione esistente tra risospensione dei sedimenti ed il sistema di ancoraggio e riser; in particolare si richiede di fornire uno schema del sistema di ancoraggio in cui risultino le dislocazioni delle catene delle ancore, la loro lunghezza ed eventualmente una stima dell'area di sedimento interessata dal loro movimento;
- per le analisi del biota, esprimere le concentrazioni dei metalli e degli altri inquinanti su peso umido anziché su peso secco, come riportato nel D.M. 260/2010 e nel D.Lgs 172/2015.
- Valutare l'effetto degli anodi sacrificali in tutte le componenti del terminale al contenuto di metalli nell'acqua di mare.

Ing. Guido Monteforte Specchi (Presidente)	
Cons. Giuseppe Caruso (Coordinatore Sottocommissione VAS)	ASSENTE
Dott. Gaetano Bordone (Coordinatore Sottocommissione VIA)	ASSENTE
Arch. Maria Fernanda Stagno d'Alcontres (Coordinatore Sottocommissione VIA Speciale)	
Avv. Sandro Campilongo (Segretario)	
Prof. Saverio Altieri	ASSENTE
Prof. Vittorio Amadio	
Dott. Renzo Baldoni	
Avv. Filippo Bernocchi	
Ing. Stefano Bonino	
Dott. Andrea Borgia	ASSENTE
Ing. Silvio Bosetti	
Ing. Stefano Calzolari	
Ing. Antonio Castelgrande	
Arch. Giuseppe Chiriatti	
Arch. Laura Cobello	
Prof. Carlo Collivignarelli	

Dott. Siro Corezzi	ASSENTE
Dott. Federico Crescenzi	ASSENTE
Prof.ssa Barbara Santa De Donno	
Cons. Marco De Giorgi	ASSENTE
Ing. Chiara Di Mambro	
Ing. Francesco Di Mino	
Avv. Luca Di Raimondo	
Ing. Graziano Falappa	ASSENTE
Arch. Antonio Gatto	ASSENTE
Avv. Filippo Gargallo di Castel Lentini	
Prof. Antonio Grimaldi	ASSENTE
Ing. Despoina Karniadaki	
Dott. Andrea Lazzari	
Arch. Sergio Lembo	ASSENTE
Arch. Salvatore Lo Nardo	
Arch. Bortolo Mainardi	ASSENTE
Avv. Michele Mauceri	

1 4 7 8

Ing. Arturo Luca Montanelli	ASSENTE
Ing. Francesco Montemagno	ASSENTE
Ing. Santi Muscarà	
Arch. Eleni Papaleludi Melis	
Ing. Mauro Patti	
Cons. Roberto Proietti	
Dott. Vincenzo Ruggiero	
Dott. Vincenzo Sacco	
Avv. Xavier Santiapichi	ASSENTE
Dott. Paolo Saraceno	
Dott. Franco Secchieri	
Arch. Francesca Soro	
Dott. Francesco Carmelo Vazzana	ASSENTE
Ing. Roberto Viviani	