



OLT Offshore LNG Toscana S.p.A. Milano, Italia

**Terminale Galleggiante di
Rigassificazione FSRU
Toscana**

Studio Preliminare Ambientale
Modifica del Sistema di
Ancoraggio del Terminale
FSRU Toscana





OLT Offshore LNG Toscana S.p.A. Milano, Italia

**Terminale Galleggiante di
Rigassificazione FSRU
Toscana**

**Studio Preliminare Ambientale
Modifica del Sistema di
Ancoraggio del Terminale
FSRU Toscana**

Preparato da	Firma	Data
Alessandra Cargioli		14 Giugno 2012
Controllato da	Firma	Data
Linda Volpi		14 Giugno 2012
Approvato da	Firma	Data
Claudio Mordini		14 Giugno 2012
Sottoscritto da	Firma	Data
Roberto Carpaneto		14 Giugno 2012

Rev.	Descrizione	Preparato da	Controllato da	Approvato da	Sottoscritto da	Data
0	Prima Emissione	AC	LV	CSM	RC	Giugno 2012

INDICE

	<u>Pagina</u>
ELENCO DELLE TABELLE	III
ELENCO DELLE FIGURE	III
1 INTRODUZIONE	1
2 STATO AUTORIZZATIVO DEL PROGETTO E AVANZAMENTO LAVORI	4
2.1 PRINCIPALI AUTORIZZAZIONI OTTENUTE	4
2.2 PROCEDIMENTI AUTORIZZATIVI IN CORSO	5
2.3 AVANZAMENTO LAVORI	5
3 INQUADRAMENTO PROGRAMMATICO	7
3.1 AREE NATURALI SOGGETTE A TUTELA	7
3.2 AREE DI INTERDIZIONE, MONITORAGGIO E CONTROLLO	8
4 DESCRIZIONE DEGLI ASPETTI PROGETTUALI	10
4.1 DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO DEL TERMINALE E DEL SISTEMA DI ANCORAGGIO ESISTENTE	10
4.2 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO PROPOSTO	11
4.2.1 Cronoprogramma delle Attività	11
4.2.2 Mezzo Utilizzato	11
4.2.3 Superfici interessate dall'Intervento	13
5 CARATTERIZZAZIONE DELLE COMPONENTI AMBIENTALI DI INTERESSE	15
5.1 CARATTERIZZAZIONE METEOMARINA	15
5.2 CARATTERIZZAZIONE DEI SEDIMENTI MARINI	15
5.2.1 Analisi Granulometriche	16
5.2.2 Analisi Chimiche	16
5.2.3 Analisi Microbiologiche	18
5.2.4 Analisi Ecotossicologiche	19
5.3 ECOSISTEMA MARINO	19
5.3.1 Presenza di Mammiferi Marini	19
5.3.2 Caratterizzazione Biocenotica	20
5.4 ECOSISTEMA ANTROPICO	21
5.4.1 Traffici Marittimi	21
5.4.2 Popolamenti Ittici e Aree di Pesca	24
6 VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI POTENZIALI E MISURE DI MITIGAZIONE	25
6.1 ATMOSFERA	25
6.2 AMBIENTE IDRICO	26
6.2.1 Alterazione delle Caratteristiche di Qualità delle Acque Marine dovuta alla Risospensione dei Sedimenti	26
6.3 SUOLO E SOTTOSUOLO	58
6.3.1 Occupazione di Fondale	58
6.4 RUMORE	58
6.4.1 Impatto del Rumore Antropogenico sui Mammiferi Marini	58
6.5 ECOSISTEMA MARINO	63

6.5.1 Effetti sugli Organismi Marini connessi alla Produzione di Emissioni Sonore Sottomarine	63
6.5.2 sottrazione e Modificazione degli Habitat connessa alla Presenza Fisica delle Nuove Strutture	63
6.6 ECOSISTEMA ANTROPICO	63
6.6.1 Interferenze con i Traffici Marittimi	63
6.6.2 Interferenze con le Attività di Pesca	64
APPENDICE A: DETERMINAZIONE No. 2313 DEL 23 MAGGIO 2012 EMessa DAL SERVIZIO AMBIENTE DELLA PROVINCIA DI PISA (AUTORIZZAZIONE MOVIMENTAZIONE FONDALI MARINI PER POTENZIAMENTO ANCORAGGIO TERMINALE GALLEGGIANTE DI RIGASSIFICAZIONE)	
APPENDICE B: “CARATTERIZZAZIONE FISICA, CHIMICA, ECOTOSSICOLOGICA E MICROBIOLOGICA DEI SEDIMENTI MARINI E DESCRIZIONE DEI POPOLAMENTI BENTONICI E ITTICI DELL’AREA CIRCOSTANTE IL TERMINALE DI RIGASSIFICAZIONE”	

ELENCO DELLE TABELLE

<u>Tabella No.</u>	<u>Pagina</u>
Tabella 2.1: Stato Avanzamento Lavori (Maggio 2012)	6
Tabella 4.1: Caratteristiche del Mezzo Tipo da Impiegare	12
Tabella 4.2: Posizione delle Nuove Ancore	14
Tabella 5.1: Coordinate Reali dei Punti Campionati	15
Tabella 5.2: Percentuali delle Principali Classi Granulometriche	16
Tabella 5.3: Concentrazioni di Sostanza Organica e TOC	16
Tabella 5.4: Concentrazioni di Metalli, IPA, Idrocarburi Leggeri e Pesanti, TBT e PCB	17
Tabella 5.5: Risultati delle Analisi Microbiologiche	18
Tabella 5.6: Risultati del Test Microtox® con <i>V. fischeri</i>	19
Tabella 5.7: Risultati del Test con <i>C. orientalis</i>	19
Tabella 5.8: Risultati del Test con <i>P. lividus</i>	19
Tabella 5.9: Avvistamenti Registrati da ARPAT in Toscana (Regione Toscana, 2011)	20
Tabella 5.10: Navi in arrivo nel Porto di Livorno nel Periodo 2001-2006	21
Tabella 5.11: Ripartizione del Traffico Corretta secondo l'Ipotesi di Rotta più Breve	23
Tabella 6.1: Caratteristiche Emissive del Mezzo Navale Tipo	25
Tabella 6.2: Caratteristiche Granulometriche	29
Tabella 6.3: Tipo di Suono, Caratteristiche Acustiche (alla Sorgente) ed Esempi di Sorgenti Sonore Antropiche (Southall et al., 2007)	60
Tabella 6.4: Capacità Uditive Funzionali dei Cetacei (Southall et al., 2007)	60
Tabella 6.5: Valori soglia per diversi tipi di rumore capaci di causare le prime significative risposte comportamentali in diverse specie di mammiferi marini (ISPRA, 2012)	61
Tabella 6.6: Valori soglia per mammiferi marini esposti a diversi tipi di rumore capaci di originare perdita permanente (PTS) di sensibilità uditiva (ISPRA, 2012)	61
Tabella 6.7: Valori soglia per mammiferi marini esposti a diversi tipi di rumore capaci di originare perdita temporanea (TTS) di sensibilità uditiva (ISPRA, 2012)	62

ELENCO DELLE FIGURE

<u>Figura No.</u>	<u>Pagina</u>
Figura 3.1: Santuario per i Mammiferi Marini	7
Figura 4.1: Assetto Sistema di Ancoraggio Esistente	10
Figura 4.2: Cronoprogramma delle Attività	11
Figura 4.3: Mezzo Navale Tipo Utilizzato	12
Figura 4.4: Schema Operativo	13
Figura 4.5: Assetto del Sistema di Ancoraggio Modificato	13
Figura 5.1: Ripartizione del Traffico, Corretta Secondo la Rotta più Breve	22
Figura 6.1: Griglia di Calcolo Utilizzata nelle Simulazioni	28
Figura 6.2: Key Map	31
Figura 6.3: Concentrazioni di Solidi Sospesi, Scenario S1 (Corrente 1 cm/s), Sezione Orizzontale a 1 m dal Fondo, t=0 (Operazioni Terminate)	32

Figura 6.4: Concentrazioni di Solidi Sospesi, Scenario S1 (Corrente 1 cm/s), Sezione Orizzontale a 10 m dal Fondo, t=0 (Operazioni Terminate)	33
Figura 6.5: Concentrazioni di Solidi Sospesi, Scenario S1 (Corrente 1 cm/s), Sezione Orizzontale a 1 m dal Fondo, t=15h	34
Figura 6.6: Concentrazioni di Solidi Sospesi, Scenario S1 (Corrente 1 cm/s), Sezione Orizzontale a 10 m dal Fondo, t=15h	34
Figura 6.7: Concentrazioni di Solidi Sospesi, Scenario S1 (Corrente 1 cm/s), Sezione Orizzontale a 1 m dal Fondo, t=32h	35
Figura 6.8: Concentrazioni di Solidi Sospesi, Scenario S1 (Corrente 1 cm/s), Sezione Orizzontale a 10 m dal Fondo, t=32h	36
Figura 6.9: Concentrazioni di Solidi Sospesi, Scenario S2 (Corrente 10 cm/s), Sezione Orizzontale a 1 m dal Fondo, t=0 (Operazioni Terminate)	37
Figura 6.10: Concentrazioni di Solidi Sospesi, Scenario S2 (Corrente 10 cm/s), Sezione Orizzontale a 10 m dal Fondo, t=0 (Operazioni Terminate)	37
Figura 6.11: Concentrazioni di Solidi Sospesi, Scenario S2 (Corrente 10 cm/s), Sezione Orizzontale a 1 m dal Fondo, t=1h	38
Figura 6.12: Concentrazioni di Solidi Sospesi, Scenario S2 (Corrente 10 cm/s), Sezione Orizzontale a 10 m dal Fondo, t=1h	39
Figura 6.13: Concentrazioni di Solidi Sospesi, Scenario S2 (Corrente 10 cm/s), Sezione Orizzontale a 1 m dal Fondo, t=5h	40
Figura 6.14: Concentrazioni di Solidi Sospesi, Scenario S2 (Corrente 10 cm/s), Sezione Orizzontale a 10 m dal Fondo, t=5h	40
Figura 6.15: Concentrazioni di Arsenico, Scenario S1 (Corrente 1 cm/s), Sezione Orizzontale a 1 m dal Fondo, t=0 (Operazioni Terminate)	42
Figura 6.16: Concentrazioni di Arsenico, Scenario S1 (Corrente 1 cm/s), Sezione Orizzontale a 5 m dal Fondo, t=0 (Operazioni Terminate)	42
Figura 6.17: Concentrazioni di Cromo, Scenario S1 (Corrente 1 cm/s), Sezione Orizzontale a 1 m dal Fondo, t=0 (Operazioni Terminate)	43
Figura 6.18: Concentrazioni di Cromo, Scenario S1 (Corrente 1 cm/s), Sezione Orizzontale a 5 m dal Fondo, t=0 (Operazioni Terminate)	43
Figura 6.19: Concentrazioni di Nichel, Scenario S1 (Corrente 1 cm/s), Sezione Orizzontale a 1 m dal Fondo, t=0 (Operazioni Terminate)	44
Figura 6.20: Concentrazioni di Nichel, Scenario S1 (Corrente 1 cm/s), Sezione Orizzontale a 5 m dal Fondo, t=0 (Operazioni Terminate)	44
Figura 6.21: Concentrazioni di Arsenico, Scenario S1 (Corrente 1 cm/s), Sezione Orizzontale a 1 m dal Fondo, t=15h	45
Figura 6.22: Concentrazioni di Arsenico, Scenario S1 (Corrente 1 cm/s), Sezione Orizzontale a 5 m dal Fondo, t=15h	45
Figura 6.23: Concentrazioni di Cromo, Scenario S1 (Corrente 1 cm/s), Sezione Orizzontale a 1 m dal Fondo, t=15h	46
Figura 6.24: Concentrazioni di Cromo, Scenario S1 (Corrente 1 cm/s), Sezione Orizzontale a 5 m dal Fondo, t=15h	46
Figura 6.25: Concentrazioni di Nichel, Scenario S1 (Corrente 1 cm/s), Sezione Orizzontale a 1 m dal Fondo, t=15h	47
Figura 6.26: Concentrazioni di Nichel, Scenario S1 (Corrente 1 cm/s), Sezione Orizzontale a 5 m dal Fondo, t=15h	47
Figura 6.27: Concentrazioni di Arsenico, Scenario S1 (Corrente 1 cm/s), Sezione Orizzontale a 1 m dal Fondo, t=32h	48

Figura 6.28: Concentrazioni di Arsenico, Scenario S1 (Corrente 1 cm/s), Sezione Orizzontale a 5 m dal Fondo, t=32h	48
Figura 6.29: Concentrazioni di Cromo, Scenario S1 (Corrente 1 cm/s), Sezione Orizzontale a 1 m dal Fondo, t=32h	49
Figura 6.30: Concentrazioni di Cromo, Scenario S1 (Corrente 1 cm/s), Sezione Orizzontale a 5 m dal Fondo, t=32h	49
Figura 6.31: Concentrazioni di Nichel, Scenario S1 (Corrente 1 cm/s), Sezione Orizzontale a 1 m dal Fondo, t=32h	50
Figura 6.32: Concentrazioni di Nichel, Scenario S1 (Corrente 1 cm/s), Sezione Orizzontale a 5 m dal Fondo, t=32h	50
Figura 6.33: Concentrazioni di Arsenico, Scenario S2 (Corrente 10 cm/s), Sezione Orizzontale a 1 m dal Fondo, t=0 (Operazioni Terminate)	52
Figura 6.34: Concentrazioni di Arsenico, Scenario S2 (Corrente 10 cm/s), Sezione Orizzontale a 5 m dal Fondo, t=0 (Operazioni Terminate)	52
Figura 6.35: Concentrazioni di Cromo, Scenario S2 (Corrente 10 cm/s), Sezione Orizzontale a 1 m dal Fondo, t=0 (Operazioni Terminate)	53
Figura 6.36: Concentrazioni di Cromo, Scenario S2 (Corrente 10 cm/s), Sezione Orizzontale a 5 m dal Fondo, t=0 (Operazioni Terminate)	53
Figura 6.37: Concentrazioni di Nichel, Scenario S2 (Corrente 10 cm/s), Sezione Orizzontale a 1 m dal Fondo, t=0 (Operazioni Terminate)	54
Figura 6.38: Concentrazioni di Nichel, Scenario S2 (Corrente 10 cm/s), Sezione Orizzontale a 5 m dal Fondo, t=0 (Operazioni Terminate)	54
Figura 6.39: Concentrazioni di Arsenico, Scenario S2 (Corrente 10 cm/s), Sezione Orizzontale a 1 m dal Fondo, t=2h55	
Figura 6.40: Concentrazioni di Arsenico, Scenario S2 (Corrente 10 cm/s), Sezione Orizzontale a 5 m dal Fondo, t=2h55	
Figura 6.41: Concentrazioni di Cromo, Scenario S2 (Corrente 10 cm/s), Sezione Orizzontale a 1 m dal Fondo, t=2h56	
Figura 6.42: Concentrazioni di Cromo, Scenario S2 (Corrente 10 cm/s), Sezione Orizzontale a 5 m dal Fondo, t=2h56	
Figura 6.43: Concentrazioni di Nichel, Scenario S2 (Corrente 10 cm/s), Sezione Orizzontale a 1 m dal Fondo, t=2h	57
Figura 6.44: Concentrazioni di Nichel, Scenario S2 (Corrente 10 cm/s), Sezione Orizzontale a 5 m dal Fondo, t=2h	57

Si noti che nel presente documento i valori numerici sono stati riportati utilizzando la seguente convenzione:

separatore delle migliaia = punto (,)
separatore decimale = virgola (.)

**RAPPORTO
TERMINALE GALLEGGIANTE DI RIGASSIFICAZIONE
FSRU – TOSCANA
STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE
MODIFICA DEL SISTEMA DI ANCORAGGIO DEL TERMINALE FSRU
TOSCANA**

1 INTRODUZIONE

Il progetto presentato dalla Società OLT Offshore LNG Toscana S.p.A. (di seguito OLT) prevede la conversione di una nave metaniera in un Terminale galleggiante per la rigassificazione di GNL, da localizzare al largo delle coste toscane, e la realizzazione di un gasdotto, in parte marino ed in parte terrestre, per il collegamento del Terminale stesso con la Rete Nazionale di distribuzione del gas.

Il progetto ha seguito una complessa ed articolata procedura autorizzativa ai sensi dell'Art. 8 della Legge 340/00, concludendosi con il parere e consenso favorevole da parte di tutti gli Enti e parti interessate, sia a livello locale che nazionale (Decreto del Ministero dello Sviluppo Economico del 23 Febbraio 2006).

Con particolare riferimento alle opere a mare, funzionali all'esercizio del Terminale, la Provincia di Pisa in data 11 Maggio 2009 con Determinazione No.2013 ha autorizzato la movimentazione dei fondali marini per la realizzazione del progetto presentato da OLT in data 27 Maggio 2008, successivamente integrato (19 Febbraio 2009).

Il suddetto progetto, oltre alla realizzazione del tratto di metanodotto a mare, prevedeva l'installazione del Pipeline Ending Manifold (PLEM) e del sistema di ancoraggio del Terminale, costituito da No. 6 ancore e relative catene di ormeggio.

Il sistema di ancoraggio è stato posato nel 2010, mentre nel Febbraio 2011 sono terminati i lavori di posa del tratto di condotta sottomarina.

Attualmente sono in fase di completamento i lavori di conversione a bordo del Terminale e le attività di pre-collaudato e collaudato on-shore presso il cantiere DDWD di Dubai.

Al fine di apportare al progetto, nel suo complesso, una ulteriore miglioria, OLT ha previsto di modificare il sistema di ancoraggio attraverso la sostituzione di No.4 delle No. 6 ancore esistenti con rispettive catene. La vita operativa di un sistema di ormeggio è determinata principalmente dalla sua resistenza alla "fatica". I requisiti base di progettazione, dettati dagli standard internazionali e dai regolamenti RINA, prevedono quindi che la resistenza alla fatica sia superiore di almeno 3 volte rispetto alla vita operativa effettiva, in modo da garantire che un largo margine di sicurezza sia sempre rispettato. Le statistiche che riguardano le condizioni meteorologiche nel Mar Ligure dimostrano chiaramente che le più grandi tempeste provengono dalla direzione Sud-Ovest e, aumentando la dimensione delle No. 4 (su No. 6) catene e delle rispettive No. 4 su No. 6 ancore, che sono più colpite da tali fenomeni meteorologici, la resistenza alla fatica del sistema di ormeggio risulterebbe notevolmente aumentata.

OLT ha deciso di cogliere l'occasione per realizzare tale modifica in questa fase, in cui è possibile adeguare la struttura di supporto delle catene sul Terminale presso il Cantiere a Dubai, piuttosto che durante la fase operativa, al fine di fornire la massima flessibilità nel caso di un possibile prolungamento della vita operativa dello stesso.

Si sottolinea inoltre che il Terminale FSRU ed il sistema di ormeggio saranno costantemente monitorati durante tutta la loro vita operativa con lo scopo di calcolare con precisione la resistenza residua alla fatica, al fine di valutare correttamente l'eventuale decisione riguardo a un possibile prolungamento della vita operativa del Terminale con l'avvicinarsi della fine dei 20 anni previsti, in considerazione del fatto che nel Decreto VIA la vita di progetto del Terminale era stata valutata in 30 anni.

Inoltre, con riferimento alla fase di esercizio del Terminale, allo stato attuale è in corso presso il MATTM la procedura di verifica di assoggettabilità alla VIA relativa all'aggiornamento della tipologia di navi metaniere compatibili con il Terminale e relativo numero di accosti, presentato da OLT nell'Ottobre 2011.

Si sottolinea che la suddetta richiesta risulta svincolata dalla modifica del sistema di ancoraggio in quanto la tipologia ed il numero di accosti fanno riferimento ad una modifica di carattere operativo legata ad una maggiore flessibilità di approvvigionamento per il Terminale, che non implica modifiche progettuali. Pertanto le due richieste sono da ritenersi separate; inoltre sono riferite a due aspetti differenti i cui effetti non risultano cumulativi.

Con riferimento alla presente richiesta di modifica del sistema di ancoraggio, si evidenzia che, limitatamente agli aspetti legati alla movimentazione dei fondali marini, con Determinazione No. 2313 del 23 Maggio 2012 OLT ha ricevuto autorizzazione da parte della Provincia di Pisa, ai sensi della LR No. 19 del 4 Aprile 2003 (si veda l'Allegato A al presente documento), con le seguenti prescrizioni:

- realizzazione dell'intervento in periodi di non balneazione;
- comunicazione alla Provincia della data di inizio e fine lavori.

Con riferimento agli aspetti demaniali, si fa presente che OLT ha sottoscritto in data 14 Giugno 2012 con la Capitaneria di Porto di Livorno, previo parere dell'Agenzia del Demanio e dell'Ufficio del Genio Civile per le OO.MM., un Atto Suppletivo di modifica della concessione demaniale per permettere l'occupazione del fondale marino da parte delle nuove ancore.

Inoltre la presente modifica al sistema di ancoraggio è stata inviata in data 18 Aprile 2012 al Comitato Tecnico Regionale della Regione Toscana per essere considerata all'interno dell'approvazione del Rapporto di Sicurezza Definitivo ai sensi del D.Lgs No. 334/99 e s.m.i. per ottenere il Parere Tecnico Conclusivo, al momento in corso.

Il presente documento costituisce lo Studio Preliminare Ambientale a supporto della richiesta di verifica di assoggettabilità alla VIA per la modifica progettuale del sistema di ancoraggio del Terminale sopra descritta, ed è strutturato come segue:

- nel Capitolo 2 è riportata la sintesi dello stato autorizzativo del progetto e di avanzamento lavori;
- nel Capitolo 3 è riportato l'inquadramento programmatico dell'area di interesse;
- nel Capitolo 4 è illustrato il progetto di modifica del sistema di ancoraggio;
- nel Capitolo 5 è riportata l'analisi delle componenti ambientali di interesse per l'intervento previsto;
- nel Capitolo 6 è riportata la valutazione degli impatti ambientali associati.

Inoltre:

- in Appendice A al presente documento è riportata l'Autorizzazione alla movimentazione dei fondali marini ai sensi della L.R. No. 19/2003 per la modifica del sistema di ancoraggio da parte della Provincia di Pisa del 23 Maggio 2012 (Determinazione Dirigenziale No.2313 emessa dal Servizio Ambiente della Provincia di Pisa);
- in Appendice B è riportato lo Studio “Caratterizzazione fisica, chimica, ecotossicologica e microbiologica dei sedimenti marini e descrizione dei popolamenti bentonici e ittici dell'area circostante il Terminale di rigassificazione” redatto da CIBM.

2 STATO AUTORIZZATIVO DEL PROGETTO E AVANZAMENTO LAVORI

2.1 PRINCIPALI AUTORIZZAZIONI OTTENUTE

Nel seguito sono elencate le principali autorizzazioni ad oggi ottenute:

- Nulla Osta di Fattibilità, ai sensi della Legge No. 334/99 del 5 Novembre 2003, autorizzazione alla realizzazione dell'impianto per gli aspetti di sicurezza di competenza del Comitato Tecnico Regionale (CTR) della Regione Toscana;
- Decreto Valutazione Impatto Ambientale del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (di seguito MATTM) No. 1256 del 15 Dicembre 2004 , con parere favorevole della Regione Toscana e di concerto con il Ministero per i Beni e le Attività Culturali, sia per il Terminale di rigassificazione che per il relativo gasdotto di collegamento alla Rete Nazionale dei Gasdotti;
- Valutazione Ambientale Strategica (VAS) positiva da parte della Regione Toscana con Decisione di Giunta Regionale No. 28 del 20 Luglio 2004;
- Decreto Interministeriale del 23 Febbraio 2006 di autorizzazione alla costruzione ed esercizio, ai sensi dell'Art. 8 della Legge 340/00, del Terminale di rigassificazione e del metanodotto sottomarino del Ministero delle Attività Produttive con l'Intesa della Regione Toscana e di concerto con il MATTM;
- Decreto Ministeriale del 20 Novembre 2006 di autorizzazione alla costruzione e all'esercizio del metanodotto in terraferma, ai sensi della Legge No. 327/01, del Ministero dello Sviluppo Economico con l'Intesa della Regione Toscana;
- Concessione Demaniale Marittima rilasciata dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti e firmata il 10 Dicembre 2008 con la Capitaneria di Porto di Livorno, per l'ottenimento dell'area marina occupata dal Terminale e dell'area occupata dalla condotta sottomarina, di collegamento del Terminale fino al punto di arrivo sulla costa, al confine demaniale;
- Verifiche di Ottemperanza alle Prescrizioni del Ministero dell'Ambiente No. 2, 3, 7, 9, 12, 17, 25;
- Verifiche di Ottemperanza alle Prescrizioni della Regione Toscana No. 4, 5, 6, 8, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 26, 27;
- Autorizzazione alla movimentazione dei fondali marini ai sensi della L.R. No. 19/2003 per la posa della condotta in mare e delle ancore da parte della Provincia di Pisa del 11 Maggio 2009 (Determinazione Dirigenziale No. 2013 emessa dal Servizio Sviluppo Sostenibile ed Energia della Provincia di Pisa);
- Decreto SIN del MATTM - Direzione Generale per la Qualità della Vita con Decreto Direttivo del 5 Agosto 2009 per la posa della condotta in mare in area perimetrata SIN, in prossimità della foce dello Scolmatore dell'Arno;
- Esclusione dall'applicazione della procedura di VIA, ai sensi dell'Art. 20 del D.Lgs. No. 4/2008, rilasciata dal MATTM con emissione del provvedimento Prot. No. DSA-2009-0024270 del 15 Settembre 2009, sulla base del Parere No. 366 del 29 Luglio 2009 espresso dalla Commissione Tecnica di Verifica dell'Impatto Ambientale – VIA e VAS, per le modifiche apportate al progetto del gasdotto ai fini dell'ottemperanza alle prescrizioni ricevute con Decreto VIA;

- Variazione della Concessione Demaniale in ragione della modifica del tracciato a mare del gasdotto conseguente all'ottemperanza alle prescrizioni ambientali, ottenuta con Atto No. 469 del 28 Maggio 2010, ai sensi dell'Art. 24 del Regolamento del Codice della Navigazione (Atto Suppletivo), siglato da OLT e dalla Capitaneria di Porto di Livorno;
- Esclusione dall'applicazione della procedura di VIA, ai sensi dell'Art. 20 del D.Lgs. No. 4/2008, rilasciata dal MATTM con emissione del provvedimento Prot. No. DVA-2010-0025280 del 20 Ottobre 2010, sulla base del parere No. 529 del 16 Settembre 2010 espresso dalla Commissione Tecnica di Verifica – VIA VAS, per modifiche al progetto del Terminale di rigassificazione che si sono rese necessarie durante lo sviluppo dell'ingegneria esecutiva, scaturite anche dalla necessità di ottemperare ad alcune prescrizioni dettate in fase di VIA, modificato con Determinazione Prot. No. DVA-2011-0024915 del 4 Ottobre 2011;
- Decreto del Ministero dello Sviluppo Economico di concerto con il MATTM e d'Intesa con la Regione Toscana di proroga dei tempi di conclusione lavori del Decreto Interministeriale del 23 Febbraio 2006;
- Approvazione del Piano di Monitoraggio Marino da parte del MATTM con Determinazione No. 11592 del 15 Maggio 2012;
- Autorizzazione alla movimentazione dei fondali marini ai sensi della L.R. No. 19/2003 per potenziamento ancoraggio da parte della Provincia di Pisa del 23 Maggio 2012 (Determinazione Dirigenziale No. 2313 emessa dal Servizio Ambiente della Provincia di Pisa, riportata in Appendice A al presente documento);
- Atto Suppletivo di modifica della Concessione Demaniale ai sensi dell'Art. 24 del regolamento di esecuzione del Codice della Navigazione del 14 Giugno 2012 con la Capitaneria di Porto di Livorno per permettere l'occupazione del fondale marino da parte delle nuove ancore.

OLT ha volturato a SRG (Decreti di Voltura del 19 Novembre 2009 e del 23 Aprile 2010) tutte le autorizzazioni relative alla realizzazione e all'esercizio del gasdotto in mare e a terra.

2.2 PROCEDIMENTI AUTORIZZATIVI IN CORSO

Nel seguito sono elencati i principali procedimenti autorizzativi ad oggi in corso di ottenimento:

- Parere Tecnico Conclusivo ai sensi del D.Lgs. 334/99, richiesto in data 6 Aprile 2010 da OLT con l'invio al CTR Toscana del Rapporto di Sicurezza Definitivo;
- Istanza di richiesta di Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA) presentata al MATTM in data 9 Agosto 2010;
- Verifica di Assoggettabilità alla VIA, ai sensi dell'Art. 20 D.Lgs 4/2008 per l'aggiornamento riguardante la tipologia di navi metaniere compatibili con il Terminale ed il relativo numero di accosti, con riferimento alla Prescrizione No. 2 del sopracitato Provvedimento di Esclusione dalla VIA del 20 Ottobre 2010.

2.3 AVANZAMENTO LAVORI

Nel seguito sono sintetizzate le principali fasi di realizzazione del progetto:

- Luglio 2008: acquisto della nave metaniera Golar Frost da parte di OLT;
- Maggio 2009: consegna ad OLT della nave gasiera Golar Frost;

- Giugno 2009: avvio dei lavori di conversione della nave Golar Frost in rigassificatore galleggiante in cantiere a Dubai;
- Dicembre 2009: avvio dei lavori a terra (a carico di SRG) per la realizzazione del gasdotto che si collegherà a Suese (Comune di Collesalveti) con la Rete Nazionale dei gasdotti esistente;
- Febbraio 2010: avvio dei lavori a mare (a carico SRG) per la realizzazione del gasdotto al largo delle coste tra Livorno e Pisa attraverso la nave posatubi Castoro 7;
- Febbraio 2011: termine dei lavori di posa della condotta in mare;
- Febbraio 2012: completamento delle attività di installazione dello spool e la connessione tra la SSIV e il gasdotto. Sono stati, inoltre, terminati i lavori di realizzazione del gasdotto a terra; risultano, invece, in corso le attività di ripristino delle aree.

Allo stato attuale, come già accennato, sono in atto il completamento dei lavori di conversione a bordo dell'FSRU Toscana e le attività di pre-collauda e collauda onshore presso il cantiere DDWD di Dubai. Lo stato di avanzamento al 25 Maggio 2012 è sintetizzato nella seguente tabella:

Tabella 2.1: Stato Avanzamento Lavori (Maggio 2012)

Fase	Avanzamento
Ingegneria	96.22%
Costruzione	96.16%
Avanzamento complessivo (ingegneria, fabbricazione, costruzione, trasporto e installazione, messa in servizio e avviamento)	85.14%

Il rimorchio del Terminale dal cantiere DDWD al sito di ancoraggio di Livorno è previsto per fine Novembre 2012.

L'installazione offshore del Terminale ed il collegamento al gasdotto è prevista a partire dalla fine del mese di Dicembre 2012.

3 INQUADRAMENTO PROGRAMMATICO

3.1 AREE NATURALI SOGGETTE A TUTELA

Il Terminale ricade all'interno del "Santuario per i mammiferi marini", un'area marina protetta internazionale creata ai sensi di un Accordo Internazionale tra Francia, Italia e Principato di Monaco, sottoscritto a Roma il 25 Novembre 1999 e ratificato dall'Italia con Legge del 11 Ottobre 2001 No. 391.

Tale area protetta è delimitata dalle congiungenti tra Pointe Escampobarieu (Francia) e Capo Falcone (Sardegna, Italia) ad Ovest e tra Capo Ferro (Sardegna, Italia) e Fosso Chiarone (Italia) ad Est, come si può notare dall'immagine di seguito riportata, ed ha un'estensione complessiva pari a circa 87,000 km².



Figura 3.1: Santuario per i Mammiferi Marini

Il Santuario per i Mammiferi Marini è stato inoltre inserito nella lista delle "Aree Specialmente Protette di Importanza Mediterranea" (Specialy Protected Areas of Mediterranean Importance - SPAMIs) prevista dal Protocollo sulle aree specialmente protette e la diversità biologica nel Mediterraneo (Protocollo SPA) della Convenzione quadro per la protezione dell'ambiente marino e della regione costiera mediterranea (Convenzione di Barcellona).

Obiettivo dell'istituzione di tali aree protette è la conservazione del patrimonio naturale e la tutela degli ecosistemi, con particolare riferimento ai mammiferi marini di ogni specie ed i loro habitat, al fine di proteggerli dagli impatti negativi diretti o indiretti delle attività umane.

Si evidenzia infine che il Terminale ricade all'interno della "Zona di Protezione Ecologica del Mediterraneo Nord-Occidentale, del Mar Ligure e del Mar Tirreno", istituita con DPR 27 Ottobre 2011, No. 206, ai sensi dell'Art. 1 della Legge 8 Febbraio 2006, No. 61, nel rispetto della Convenzione delle Nazioni Unite sul diritto del mare, fatta a Montego Bay il 10 Dicembre 1982.

In tale zona si applicano le norme dell'ordinamento italiano, del diritto dell'Unione Europea e delle Convenzioni internazionali in vigore, di cui l'Italia è parte contraente, in particolare, in materia di (Art.3):

- prevenzione e repressione di tutti i tipi di inquinamento marino da navi, comprese le piattaforme off-shore, l'inquinamento biologico conseguente a scarica di acque di zavorra, ove non consentito, l'inquinamento da incenerimento dei rifiuti, da attività di esplorazione, sfruttamento dei fondali marini e l'inquinamento di tipo atmosferico, anche nei confronti delle navi battenti bandiera straniera e delle persone di nazionalità straniera;
- protezione della biodiversità e degli ecosistemi marini, in particolare con riferimento alla protezione dei mammiferi marini;
- protezione del patrimonio culturale rinvenuto nei suoi fondali.

Con riferimento alla tutela dell'ambiente marino ed agli ecosistemi ivi presenti, si evidenzia che **per tutta la durata dell'esercizio del Terminale e per l'anno successivo alla sua dismissione, l'ambiente marino interessato dalla presenza del Terminale stesso sarà sottoposto a monitoraggio così come descritto nel "Piano di Monitoraggio dell'Ambiente Marino"**, prescritto nell'ambito della procedura di VIA (Prescrizione No. 26 del Decreto VIA DEC/DSA/01256 del 15 Dicembre 2004 e successiva Prescrizione No. 7 del Provvedimento di Esclusione dalla VIA No. DVA-2010-0025280 del 20 Ottobre 2010) ed approvato dal MATTM con Determinazione No. 11592 del 15 Maggio 2012.

Le attività di monitoraggio, che saranno effettuate con la finalità di verificare lo stato e l'evoluzione delle componenti ambientali influenzate dalla presenza del Terminale, interesseranno in particolare:

- colonna d'acqua (analisi chimico-fisiche, correntometria, saggi ecotossicologici, ...);
- biota (bioaccumulo, biomarker, rilevamento cetacei, ...);
- sedimenti;
- bioacustica e rumore subacqueo;
- batimetria e morfologia del fondale.

3.2 AREE DI INTERDIZIONE, MONITORAGGIO E CONTROLLO

Si evidenzia che il Terminale, così come stabilito nel Nulla Osta di Fattibilità e ripreso nel Rapporto Definitivo di Sicurezza, sarà circondato da:

- un'area di interdizione alla navigazione, di forma circolare, di raggio pari a 2 miglia nautiche. Tale area sarà costantemente presidiata (24h/24) da una nave guardiana costruita appositamente per questo compito avente anche capacità di spinta e/o tiro pari ad un rimorchiatore e in grado di deviare qualsiasi nave che a causa di un'avaria possa trovarsi in rotta di collisione con il Terminale;

- un'area di monitoraggio e controllo effettuata da parte del Terminale (anche attraverso i sistemi radar di bordo), contigua alla precedente con raggio compreso tra 2 e 4 miglia nautiche nella quale è previsto il contatto radio con le unità navali in transito da parte del sistema di controllo del Terminale;
- un'area di monitoraggio sempre da parte del Terminale (anche attraverso i sistemi radar di bordo), contigua alla precedente con raggio compreso fra 4 e 8 miglia nautiche, nella quale è previsto il plottaggio delle rotte delle unità navali in transito.

4 DESCRIZIONE DEGLI ASPETTI PROGETTUALI

4.1 DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO DEL TERMINALE E DEL SISTEMA DI ANCORAGGIO ESISTENTE

Il progetto del Terminale di rigassificazione di GNL proposto da OLT prevede:

- la conversione di una nave metaniera (Golar Frost) in un Terminale galleggiante di stoccaggio e rigassificazione di GNL (FSRU), permanentemente ancorato al fondo marino;
- la realizzazione di un gasdotto di collegamento (in parte onshore e in parte offshore) tra il Terminale e la terraferma.

In particolare il Terminale, posizionato a circa 12 miglia nautiche al largo delle coste toscane, tra Livorno e Marina di Pisa, ad una profondità di fondale di circa 120 m, avrà una capacità di stoccaggio lorda di circa 137,500 m³ di GNL e consentirà la rigassificazione del GNL conferito dalle navi metaniere per una capacità massima autorizzata di 3.75 miliardi di m³/anno di gas naturale.

Il sistema di ancoraggio del Terminale esistente, posto in opera nel 2010, è costituito da (si veda la Figura 4.1).

- No. 6 ancore da 20 t, con dimensione indicativa in pianta pari a circa 6.5 m x 7 m;
- No. 6 linee di ancoraggio (una per ciascuna ancora) di diametro pari a 103 mm, grado R4S e lunghezza 1,100 m (inclusi 50 m di lunghezza necessari per l'installazione). Le linee sono disposte a stella intorno al centro teorico del Terminale, con direzioni che formano tra di loro angoli di 60°.

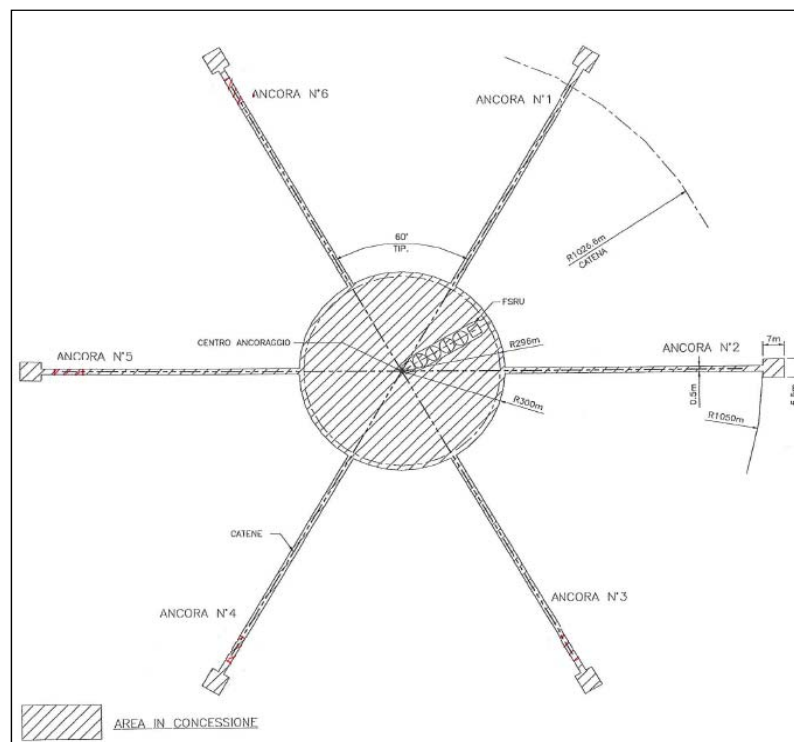


Figura 4.1: Assetto Sistema di Ancoraggio Esistente

4.2 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO PROPOSTO

L'intervento di modifica del sistema di ancoraggio prevede:

- la sostituzione di No. 4 delle No. 6 ancore esistenti da 20 t con No. 4 ancore da 40 t. Si evidenzia che le No. 4 ancore già posate saranno rimosse solo al termine della vita dell'impianto onde minimizzare le attività di movimentazione del fondale marino;
- la rimozione delle No. 4 linee di ancoraggio (catena da 103 mm) relative alle ancore da sostituire e la messa in opera di No. 4 nuove linee di ancoraggio (catena da 140 mm) grado R4S e lunghezza complessiva di 1,050 m, comprensiva di 50 m di lunghezza necessari per l'installazione.

A bordo del Terminale verrà, inoltre, adeguata la struttura di supporto delle catene e la puleggia per garantire il corretto funzionamento del nuovo sistema di ancoraggio.

Per i dettagli del progetto e le modalità di esecuzione delle attività di rimozione e posa si rimanda al documento “*Relazione Tecnica, Modifiche al Sistema di Ancoraggio del Terminale FSRU Toscana*” (OLT, Saipem, 2012).

4.2.1 Cronoprogramma delle Attività

Nel seguito è riportato il cronoprogramma delle attività.

	giorni										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1 Site Survey	■										
2 Recupero dei tratti delle catene esistenti (4)	■	■	■	■							
3 Posizionamento ancora No.4			■	■	■	■	■	■	■		
4 Posizionamento ancora No.5						■	■	■	■	■	
5 Posizionamento ancore No.3 e No.6									■	■	■
6 Site Survey per verifica attività svolta											■

Figura 4.2: Cronoprogramma delle Attività

Si prevede che lo svolgimento delle attività abbia una durata effettiva di circa 11 giorni. Al fine di considerare eventuali condizioni meteomarine avverse si ipotizza, in via cautelativa, che l'intera attività possa concludersi in circa 25 giorni.

4.2.2 Mezzo Utilizzato

Le attività di rimozione delle catene esistenti e di posa delle nuove ancore con le rispettive catene di ormeggio verranno eseguite tramite l'utilizzo di un mezzo navale dotato di gru con sufficiente lunghezza del cavo per raggiungere il fondale e verricello adatto alle operazioni di stesura/pre-tensionamento. In caso di necessità potrà essere, inoltre, richiesto l'ausilio di un ulteriore mezzo (guardian vessel), messo a disposizione dal Porto di Livorno.

Si sottolinea che i mezzi navali utilizzati per le attività saranno preventivamente autorizzati dalle Autorità competenti.

Il mezzo sarà inoltre dotato di sistemi elettronici di rilevamento di posizione nonché di ROV per permettere la ripresa delle attività e la verifica delle corrette operazioni.

Nella tabella seguente sono riportate le caratteristiche del mezzo tipo che si prevede di impiegare.

Tabella 4.1: Caratteristiche del Mezzo Tipo da Impiegare

CARATTERISTICHE GENERALI	
Lunghezza	121.5 m
Profondità (ponte principale)	10.5 m
Profondità (Ponte A)	15.0 m
Gross Tonnage	12,000 Te
Tiro	≥350 Te
Velocità massima	20 nodi
CARATTERISTICHE MOTORI	
Motori diesel principali	4 x 6,000 kW
Motori propulsione elettrica	2 x 3,000 kW
Sidethrusters (aft)	2 x 1,200 kW
Sidethrusters (fwd)	1 x 1,800 kW
Azimuth (fwd)	2 x 1,800 kW
Azimuth (aft)	1 x 1,800 kW

Nelle figure seguenti sono riportate rispettivamente un'immagine del mezzo tipo ed uno schema che illustra un momento della fase di posa.


Figura 4.3: Mezzo Navale Tipo Utilizzato

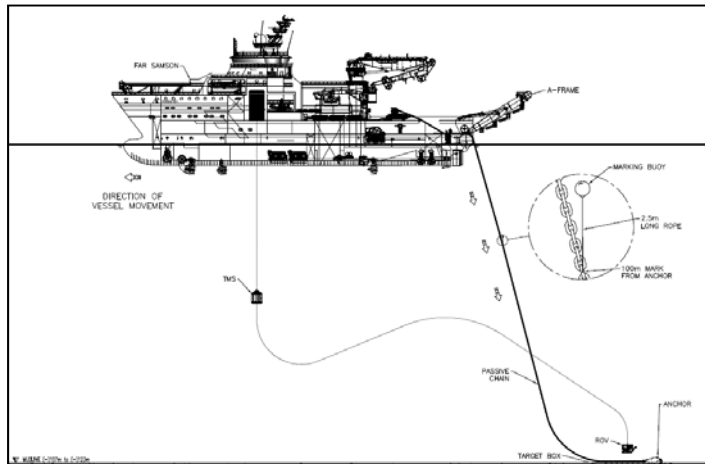


Figura 4.4: Schema Operativo

4.2.3 Superfici interessate dall'Intervento

Nella seguente Figura è rappresentata la posizione delle nuove ancore, indicate in rosso, rispetto all'ubicazione del centro teorico di ormeggio del Terminale (OLT, Saipem, 2012).

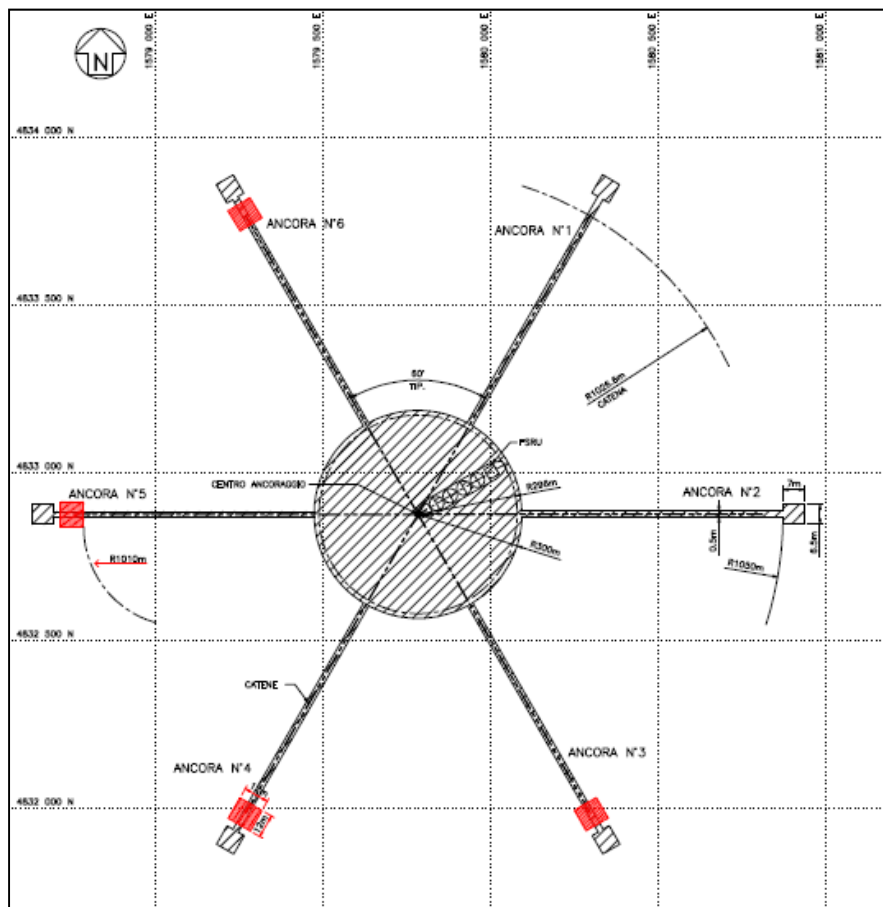


Figura 4.5: Assetto del Sistema di Ancoraggio Modificato

Le coordinate delle No. 4 nuove ancore (denominate ancore “3b”, “4b”, “5b” e “6b”), espresse nel sistema Gauss Boaga (Roma 40) International 1924, sono riportate nella seguente Tabella.

Tabella 4.2: Posizione delle Nuove Ancore

Punto	Coordinate Est [m]	Coordinate Nord [m]
Ancora 3b	1,580,292	4,832,003
Ancora 4b	1,579,271	4,831,989
Ancora 5b	1,578,776	4,832,875
Ancora 6b	1,579,276	4,833,755

Le linee saranno posate sul fondale marino lungo il corridoio incluso nella Concessione Demaniale in vigore.

Sarà pertanto mantenuta la disposizione delle linee a stella, con direzioni che formino tra di loro angoli di 60°.

Complessivamente, una volta terminate le attività, risulterà:

- una zona di ormeggio del Terminale (cerchio di circa 300 m centrato nel centro teorico di ancoraggio);
- un ingombro in pianta delle No. 6 ancore attualmente installate (6.5 x 7 m);
- un ingombro in pianta delle No. 4 nuove ancore (12 x 12 m);
- i corridoi di posa delle No. 6 linee di ancoraggio (larghezza di 1 m e lunghezza compresa tra la zona di ormeggio e l'area di ingombro ancore, pari a circa 750 m per le No. 2 ancore da 20 t e circa 710 m per le No. 4 nuove ancore da 40 t).

Data la tipologia degli interventi a progetto, non si prevede alcuna movimentazione di sedimenti (OLT, Saipem, 2012).

Si evidenzia, infatti, che l'installazione delle nuove ancore e catene sarà caratterizzata da locali assestamenti del fondale dovuti all'affondamento delle stesse per gravità.

5 CARATTERIZZAZIONE DELLE COMPONENTI AMBIENTALI DI INTERESSE

Nel presente capitolo è riportata la caratterizzazione delle componenti ambientali di interesse, in particolare:

- caratterizzazione meteomarina (Paragrafo 5.1);
- caratterizzazione dei sedimenti marini nell'area interessata dagli interventi (Paragrafo 5.2);
- ecosistema marino, con particolare riferimento alla presenza di cetacei ed ai popolamenti bentonici caratterizzanti i fondali nell'area interessata dagli interventi (Paragrafo 5.3);
- ecosistema antropico, con particolare riferimento ai traffici marittimi ed agli aspetti legati alle attività di pesca (Paragrafo 5.4).

5.1 CARATTERIZZAZIONE METEOMARINA

Il Terminale sarà ancorato al fondale marino a circa a 12 miglia nautiche al largo della costa toscana tra Livorno e Marina di Pisa, ad una profondità di circa 120 metri.

Dagli studi di progetto condotti risulta che lo specchio acqueo ove sarà posizionato il Terminale galleggiante non è soggetto a condizioni meteo-marine particolarmente severe: non esistono forti correnti prevalenti, i giorni di nebbia sono in media 3 ÷ 5 per anno, le mareggiate più severe si verificano da direzione 240° (SO) con vento di libeccio, mentre il vento con intensità maggiore proviene da NE (Grecale) ed ha un fetch molto limitato (OLT Offshore LNG Toscana S.p.A., 2007).

5.2 CARATTERIZZAZIONE DEI SEDIMENTI MARINI

In data 12 Marzo 2012 è stata effettuata da CIBM (*Consorzio per il Centro Interuniversitario di Biologia Marina "G. Bacci"*) una campagna volta a valutare le caratteristiche fisiche, chimiche, microbiologiche ed ecotossicologiche dei sedimenti dell'area interessata dagli interventi.

Lo studio è stato condotto in corrispondenza di No. 4 stazioni di prelievo, le cui coordinate sono riportate nella tabella successiva, rappresentative delle 4 aree su cui saranno posate le nuove ancore.

I dettagli dell'attività sono riportati in Appendice B al presente documento.

Tabella 5.1: Coordinate Reali dei Punti Campionati

Stazione	Coordinate reali WGS84		Profondità [m]
	Latitudine N	Longitudine E	
3	43°38.150'	9°59.716'	104
4	43°38.140'	9°58.920'	114
5	43°38.657'	9°58.565	118
6	43°39.111'	9°58.970'	112

Di seguito si riporta la sintesi dei risultati (CIBM, 2012).

5.2.1 Analisi Granulometriche

I risultati delle analisi granulometriche evidenziano che tutti i sedimenti sono costituiti quasi esclusivamente dalla componente pelitica con percentuali confrontabili di silt ed argilla.

Solo nel campione relativo alla stazione 4 queste due frazioni esibiscono percentuali molto diverse: la componente siltosa, infatti, è più che doppia rispetto a quella argillosa.

La percentuale di sabbia è trascurabile in tutti i campioni. Il valore massimo è stato riscontrato nel campione relativo alla stazione 6 (7.75%).

Nella tabella seguente sono riportate le percentuali delle principali classi granulometriche riscontrate nei campioni:

Tabella 5.2: Percentuali delle Principali Classi Granulometriche

Stazione	Sabbia	Silt	Argilla	Classificazione di Shepard
3	2.65	48.56	48.78	Argilla siltosa
4	3.26	66.26	30.48	Silt argilloso
5	2.47	47.68	49.85	Argilla siltosa
6	7.75	52.35	39.90	Silt argilloso

5.2.2 Analisi Chimiche

Con riferimento alle analisi chimiche, nella tabella seguente sono riportate le concentrazioni di sostanza organica e carbonio organico totale (TOC – Total Organic Carbon).

Tabella 5.3: Concentrazioni di Sostanza Organica e TOC

Stazione	Sostanza organica [% s.s.]	TOC [% s.s.]
3	3.7	1.4
4	3.8	1.0
5	3.8	1.5
6	3.6	1.5

Come si può vedere in Tabella 5.3 il contenuto di sostanza organica risulta omogeneo tra le stazioni e varia tra 3.6% (stazione 6) e 3.8% (stazioni 4 e 5). Al contrario il carbonio organico totale risulta più basso nella stazione 4 rispetto alle altre stazioni che presentano percentuali di TOC pressoché identiche tra loro.

Nella seguente tabella sono riportate le concentrazioni di metalli in tracce, PCB, idrocarburi C>12 e C<12, TBT e IPA ed il confronto sia con gli standard di qualità (SQA) per i sedimenti stabiliti dal D.Lgs No. 152/06 e s.m.i. (Parte III, All. 1, Tabelle 2/A e 3/B), sia con i valori LCB (Livello Chimico di Base) e LCL (Livello Chimico Limite) riportati nel documento “*Manuale per la movimentazione di sedimenti marini*” redatto da APAT-ICRAM, MATTM (2007).

Tabella 5.4: Concentrazioni di Metalli, IPA, Idrocarburi Leggeri e Pesanti, TBT e PCB

Parametro	UdM	Stazioni				Valori di riferimento		
		3	4	5	6	SQA D.Lgs No. 152/06 e s.m.i. (P. III, All. 1, Tab.2/A e 3/B)	LCB (pelite >10%) Manuale ICRAM	LCL Manuale ICRAM
Alluminio	%	3.62	4.07	4.2	3.36	-	-	-
Arsenico	mg/kg	22.14	19.57	22.64	15.56	12	25	32
Cadmio	mg/kg	0.0717	0.0694	0.0653	0.0762	0,3	0.35	0.8
Cromo totale	mg/kg	107.94	113.3	117.89	104.03	50	100	360
Rame	mg/kg	33.35	32.71	35.14	34.81	-	40	52
Mercurio	mg/kg	0.311	0.269	0.307	0.233	0,3	0.4	0.8
Nichel	mg/kg	73.54	75.73	76.59	73.89	30	70	75
Piombo	mg/kg	35.46	33.6	36.24	29.39	30	40	70
Vanadio	mg/kg	87.1	96.67	98.62	78.56	-	-	-
Zinco	mg/kg	112.5	113.43	119.1	104.96	-	100	170
Tributilstagno (TBT)	µg/kg	<1	<1	<1	<1	5	4.5 ⁽¹⁾	72 ⁽¹⁾
Benzo (a) antracene	µg/kg	49	32	38	40	-	75	693
Benzo (a) pirene	µg/kg	48	31	46	51	30	80	763
Benzo (b) fluorantene	µg/kg	95	66	73	85	40	40 ⁽²⁾	
Benzo (k) fluorantene	µg/kg	33	60	25	32	20	20 ⁽²⁾	
Benzo (g, h,i) perilene	µg/kg	53	41	43	49	55	55 ⁽²⁾	
Crisene	µg/kg	47	31	38	40	-	108	846
Dibenzo (a, h) antracene	µg/kg	15	11	13	14	-	6	135
Indeno (1,2,3 - c, d) pirene	µg/kg	52	37	41	48	70	70 ⁽²⁾	
Pirene	µg/kg	72	47	52	57		153	1,398
Fluorantene	µg/kg	76	50	54	64	110	113	1,494
Naftalene	µg/kg	7	<3.5	4	<3.5	35	35	391
Antracene	µg/kg	40	26	28	31	45	47	245
Acenaftene	µg/kg	5	5	4	5	-	7	89
Fluorene	µg/kg	7	4	5	5	-	21	144
Fenantrene	µg/kg	15	9	11	11	-	87	544
IPA totali	µg/kg	614	450	475	532	800	900	4,000
Idrocarburi C<12	mg/kg	<1	<1	<1	<1	-	-	-
Idrocarburi C>12	mg/kg	69	49	50	56	-	-	-
PCB28	mg/kg	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	-	-	-
PCB52	mg/kg	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	-	-	-
PCB77	mg/kg	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	-	-	-
PCB81	mg/kg	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	-	-	-
PCB101	mg/kg	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	-	-	-
PCB118	mg/kg	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	-	-	-
PCB126	mg/kg	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	-	-	-
PCB128	mg/kg	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	-	-	-
PCB138	mg/kg	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	-	-	-
PCB153	mg/kg	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	-	-	-
PCB156	mg/kg	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	-	-	-
PCB169	mg/kg	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	-	-	-
PCB180	mg/kg	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	-	-	-
PCB totali	µg/kg	<3	<3	<3	<3	8	5	189

Nota:

(1) Il valore è riferito ai composti organostannici (come Sn totale di origine organica)

- (2) Valori chimici cautelativi per alcune sostanze Pericolose Prioritarie ai sensi del DM No. 367/99 (Tabella 2.3C del Manuale ICRAM-APAT, MATTM)

I risultati delle analisi chimiche evidenziano che:

- le concentrazioni dei metalli variano all'interno di intervalli piuttosto ristretti ad indicare che essi presentano tenori omogenei tra le stazioni in accordo alla simile composizione granulometrica. Confrontando le concentrazioni misurate con i valori di riferimento si evidenzia che:
 - le concentrazioni di Cromo totale, Nichel, Piombo e Arsenico risultano superiori agli standard di qualità per i sedimenti stabiliti dal D.Lgs No. 152/06 e s.m.i. (Parte III, All. 1, Tabelle 2/A e 3/B),
 - nella quasi totalità dei casi le concentrazioni rilevate sono inferiori al LCB indicato nel Manuale ICRAM-APAT, MATTM per sedimenti con percentuale di pelite >10%,
 - in due campioni la concentrazione di Nichel risulta leggermente più elevata del LCL indicato nel Manuale ICRAM-APAT, MATTM;
- le concentrazioni di Tributilstagno risultano in tutti i campioni al di sotto del limite di rilevabilità del metodo;
- i PCB sono risultati al di sotto del limite di quantificazione del metodo in tutte le stazioni;
- gli idrocarburi leggeri sono risultati al di sotto del limite di quantificazione del metodo in tutte le stazioni; mentre gli idrocarburi pesanti mostrano una concentrazione che varia tra 49 e 69 mg/kg;
- con riferimento agli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) si evidenzia che:
 - gli IPA totali esibiscono tenori inferiori sia agli standard di qualità per i sedimenti stabiliti dal D.Lgs No. 152/06 e s.m.i. (Parte III, All. 1, Tabelle 2/A e 3/B) che ai valori LCB e LCL indicati nel sopracitato Manuale ICRAM-APAT, MATTM,
 - per quanto riguarda i singoli composti, per Benzo(b)fluorantene, Benzo(k)fluorantene e Benzo(a)pirene sono state riscontrate concentrazioni più elevate degli standard di qualità per i sedimenti stabiliti dal D.Lgs No. 152/06 e s.m.i. (Parte III, All. 1, Tabelle 2/A e 3/B). I primi due composti risultano inoltre superiori ai valori cautelativi di riferimento riportati nel Manuale ICRAM-APAT, MATTM. Infine la concentrazione di Dibenzo(a,h)antracene risulta superiore al valore di LCB indicato nel Manuale ICRAM-APAT, MATTM.

5.2.3 Analisi Microbiologiche

I risultati relativi alle analisi microbiologiche indicano l'assenza di inquinamento fecale.

Tabella 5.5: Risultati delle Analisi Microbiologiche

Stazione	Enterococchi intestinali [UFC/g s.s.]	Coliformi totali [MPN/g s.s.]	Coliformi fecali [MPN/g s.s.]	Salmonella spp. [/25g]
3	<10	<3	<3	assenza
4	<10	<3	<3	assenza
5	<10	<3	<3	assenza
6	<10	<3	<3	assenza

5.2.4 Analisi Ecotossicologiche

I test eco-tossicologici sono stati effettuati sui campioni 3 e 6, ossia sul 50% delle stazioni previste, in linea con quanto indicato nel “*Manuale per la Movimentazione dei Fondali Marini*” redatto da ICRAM-APAT, MATTM.

I risultati dei test eco-tossicologici effettuati con *V.fischeri*, con il *C. orientale* e con *P.lividus* hanno mostrato l'assenza di tossicità acuta in tutti i campioni, ad eccezione dell'ultimo test effettuato sul campione 3 che dimostra la presenza di tossicità acuta bassa.

Nelle tabelle seguenti sono riportati i risultati.

Tabella 5.6: Risultati del Test Microtox® con *V. fischeri*

Stazione	EC20/50 5'	EC20/50 15'	EC20/50 30'	Giudizio della tossicità
3	>90%	>90%	>90%	Assente
6	>90%	>90%	>90%	Assente

Tabella 5.7: Risultati del Test con *C. orientale*

Stazione	Numero degli organismi esposti	% degli organismi morti (\pm dev.st %)	% corretta degli organismi morti	Giudizio della tossicità
controllo	100	0 \pm 0.00	0	Assente
3	100	3 \pm 2.00	3	Assente
6	100	7 \pm 2.00	7	Assente

Tabella 5.8: Risultati del Test con *P. lividus*

Stazione	Concentrazione dell'elutriato [%]	% di uova fecondate			Media % di uova fecondate	Correzione Abbott (uova non fecondate)	EC20 (%)	EC50 (%)	Giudizio della tossicità
		replica							
		1	2	3					
controllo		84	85	82	16	0			Assente
3	100	66	64	66	35	22	78.7	>100	Bassa
	50	70	68	70	31	17			
	25	79	75	77	23	8			
6	100	68	68	70	31	18	>90	>100	Assente
	50	78	78	78	23	8			
	25	82	81	81	19	3			

5.3 ECOSISTEMA MARINO

5.3.1 Presenza di Mammiferi Marini

Le indagini condotte dal Centro di Ricerca sui Cetacei (CE.TU.S.) in Toscana sulla presenza di mammiferi marini e loro rotte di spostamento, considerate nello Studio di Impatto Ambientale del 2003, hanno evidenziato quanto segue:

- tra la Foce del Serchio e le Secche della Meloria si concentrano il maggior numero di osservazioni di branchi di tursiopi (*Tursiops truncatus*) ad una batimetria compresa tra 30 e 80 m (5 e 12 miglia dalla costa). Tali avvistamenti sono costanti durante l'anno con riunioni in gruppi più numerosi in primavera ed estate, stagioni che corrispondono al periodo degli accoppiamenti e dello svezzamento. Altri tursiopi sono stati spesso segnalati a Nord dell'isola d'Elba, davanti S. Vincenzo, Vada e ancora più a Sud nel canale di Piombino. Intorno all'isola di Gorgona ha stabile dimora un branco di oltre 200 stenelle (*Stenella coeruleoalba*) che si sposta sia verso il largo che verso terra senza però sovrapporsi alla zona normalmente occupata dai tursiopi;
- dalle osservazioni condotte tra il 1997 e il 2002, gli avvistamenti di balene (*Balaenoptera physalus*) sono risultati occasionali e sporadici.

I risultati delle indagini condotte da CE.TU.S. in periodi successivi (2004-2009) confermano quanto sopra esposto sulla distribuzione e abbondanza della cetofauna nell'area di interesse.

Le specie da considerarsi regolari e più facilmente avvistabili risultano sempre essere *Tursiops truncatus*, *Stenella coeruleoalba* e *Balaenoptera physalus*.

Si sottolinea che, per le aree di interesse, le osservazioni di cetacei provengono anche da segnalazioni di natura occasionale (pescherecci, imbarcazioni private). Nel seguito si riportano le registrazioni raccolte da ARPAT per il periodo Giugno 2008-Febbraio 2011.

**Tabella 5.9: Avvistamenti Registrati da ARPAT in Toscana
(Regione Toscana, 2011)**

	giugno-dicembre 2008		2009		2010		gennaio-febbraio 2011		TOTALE animali
	Numero avvistamenti	Numero animali	Numero avvistamenti	Numero animali	Numero avvistamenti	Numero animali	Numero avvistamenti	Numero animali	
<i>Stenella</i>			2	7					7
Tursiope	7	63	10	50	7	34	2	4	151
B. comune	2	4	4	5	2	5			14
Delfinide indet.			1	4					5
TOTALE	9	67	17	66	9	39	2	4	

5.3.2 Caratterizzazione Biocenotica

Le analisi condotte nell'ambito della campagna effettuata nel mese di Marzo 2012, i cui risultati sono riportati integralmente in Appendice B al presente documento, evidenziano che i popolamenti macrobentonici nell'area del Terminale esibiscono un modesto livello strutturale con poche specie e bassi valori di abbondanza.

In particolare lo studio ha portato alla raccolta e determinazione di 601 individui appartenenti a 60 specie comprendenti policheti, molluschi, crostacei, sipunculidi ed echinodermi.

I policheti sono il gruppo dominante sia in termini di numero di specie (54%) sia di abbondanza (83.69%). Ad essi seguono i crostacei che costituiscono poco più del 10% dell'abbondanza, ma forniscono circa un terzo delle specie presenti. Ai molluschi appartengono il 13% delle specie campionate che nell'insieme costituiscono meno del 2% dell'abbondanza totale. Gli altri gruppi sono presenti in percentuali molto modeste.

Dal punto di vista bionomico le specie più importanti risultano essere ad affinità limicola (*Aphelochaeta filiformis*, *Monticellina dorsobranchialis*, *Prionospio malmgreni*) o tipiche della biocenosi dei Fanghi Terrigeni Costieri (*Ampharete acutifrons*).

Anche le specie meno abbondanti rientrano in queste due categorie (es *Armandia cirrosa*, *Sthenelais boa*, *Labidoplax digitata*, *Sternaspis scutata*, *Nephtys hystricis*).

Questi risultati sono in accordo a quanto emerso dall'analisi tessiturale dei sedimenti che risultano dominati dalle frazioni fini.

5.4 ECOSISTEMA ANTROPICO

5.4.1 Traffici Marittimi

Nel presente paragrafo sono riportati:

- i dati di traffico marittimo interessanti il Porto di Livorno nel periodo 2001-2006 (Paragrafo 5.4.1.1);
- alcune indicazioni sulle rotte e sul traffico navale interessante l'area del Terminale (Paragrafo 5.4.1.2).

5.4.1.1 Descrizione del Traffico Navale sul Porto di Livorno

Nel seguito sono riportati i dati di traffico marittimo interessanti il Porto di Livorno nel periodo 2001-2006, tratti dalla Banca dati dell'Avvistatore Marittimo del Porto di Livorno (OLT Offshore LNG Toscana S.p.A., 2007). Tali dati includono tutti i tipi di traffico, mercantile e passeggeri senza limite di stazza, mentre non tengono conto del movimento dei pescherecci e dei natanti da diporto.

Nella tabella seguente in particolare sono riportati gli ingressi al Porto di Livorno nel periodo specificato.

Tabella 5.10: Navi in arrivo nel Porto di Livorno nel Periodo 2001-2006

Tipo Nave	Arrivi					
	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Chimichiera	187	195	222	267	328	370
Gasiera	51	54	61	56	61	64
Cisterna	1,302	1,197	948	717	519	422
Motonave	2,230	2,287	2,123	1,038	1,097	1,075
Ro/Ro	1,887	2,148	2,115	2,243	2,223	2,154
Supply vessel	0	39	107	-	-	-
Cementiera	0	0	25	25	29	18
Traghetto	2,503	2,396	2,303	2,362	2,221	2,251
Turbonave passeggeri	58	63	44	319	391	446
Altre tipologie	29	33	30	791	804	1000
TOTALE	8,247	8,412	7,978	7,818	7,673	7,800

5.4.1.2 Rotte e Traffico Navale nelle Acque Circostanti il Terminale GNL

Nel presente paragrafo sono riportate alcune indicazioni sulle rotte e sul traffico navale interessante l'area del Terminale, condotte nell'ambito dello Studio di Sicurezza sulla Navigazione (OLT Offshore LNG Toscana S.p.A., 2007).

Il numero di navi che attraversano il Mar Tirreno, senza considerare il traffico che fa scalo a Livorno, è la somma del traffico nazionale (cabotaggio) e del traffico internazionale.

Il cabotaggio è stato valutato calcolando gli scambi tra la Liguria ed il Sud Italia mentre il trasporto internazionale è dato prevalentemente dal traffico del Porto di Genova che si dirige a Sud e Sud-Est.

Le navi che transitano da Nord a Sud del Mar Tirreno possono avere diverse direzioni e rotte.

Sono state ipotizzate tre rotte principali, rappresentate nella figura seguente:

- Rotta L-G: che passa tra Livorno e la Gorgona-Capraia;
- Rotta G-C: che passa tra la Gorgona-Capraia e la Corsica;
- Rotta C: rotte che passano ad occidente della Corsica.

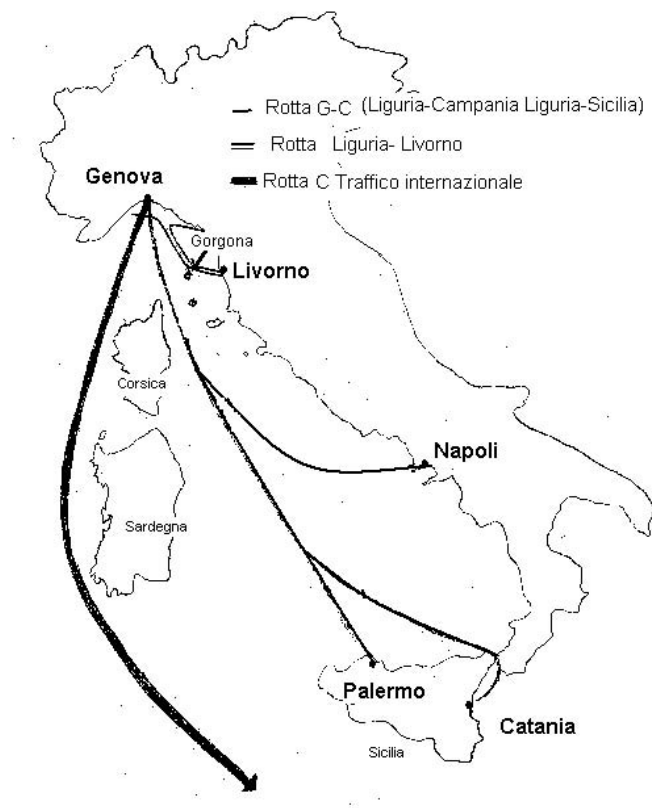


Figura 5.1: Ripartizione del Traffico, Corretta Secondo la Rotta più Breve

In pratica soltanto una parte del traffico sopra descritto transita realmente davanti al litorale livornese (rotta che attraversa la parte di mare tra il porto di Livorno e le isole Gorgona-Capraia ossia la rotta L-G).

In particolare i principali Porti di provenienza di questo traffico sono Imperia, Savona e Vado Ligure, Genova e Voltri, La Spezia, Viareggio e Carrara.

Il traffico navale con provenienza da Marina di Carrara è pari a 650 navi/anno, di cui il 95% con direzione verso l'estero, il traffico davanti al litorale livornese è considerato quindi trascurabile.

Per quanto riguarda il Porto di La Spezia, è stato preso in esame il traffico di cabotaggio in partenza da La Spezia e diretto verso Sud che attraversa la zona di interesse, compresa tra l'isola di Gorgona e Livorno. Questo traffico riguarda prevalentemente le bettoline che riforniscono la Centrale ENEL di Piombino, cui si aggiungono poche navi chimichiere destinate a Livorno. Tale traffico, che ammontava complessivamente nel 2006 a 248 navi/anno, 224 delle quali sono le bettoline dirette a Piombino, essendo legato alle esigenze di rifornimento Centrale ENEL, si può ritenere sostanzialmente costante nel tempo e significativo sia degli anni precedenti il 2006, sia degli anni successivi.

Il traffico di navi di interesse è quello transitante nelle acque dove verrà posizionato il terminale galleggiante. Le navi che transitano in queste acque, comprese tra l'isola di Gorgona e Livorno (rotta L-G), sono quelle che percorrono la rotta Liguria - Livorno e Marina di Carrara – Livorno. Il numero di movimenti di queste navi rappresenta il 9% rispetto al totale dei movimenti del Porto di Livorno (somma degli arrivi e delle partenze). Il calcolo è stato eseguito analizzando i porti di provenienza e di destinazione delle navi in arrivo o in partenza dal porto di Livorno nel periodo 2001- 2006.

Nella seguente tabella è riportata la movimentazione navale nel Tirreno, corretta secondo l'ipotesi di rotta più breve.

Tabella 5.11: Ripartizione del Traffico Corretta secondo l'ipotesi di Rotta più Breve

Tipo di traffico	Valori di traffico lungo le direttrici (mov./anno)		
	Rotta L-G	Rotta G-C	Rotta C
Movimento merci			
Cabotaggio direttrice Liguria-Campania	-	9,468	-
Cabotaggio direttrice Liguria-Sicilia	-	3,594	-
Traffico internazionale	-	-	8,871
Movimento passeggeri	0	6,147	4,174
TOTALE		19,207	13,045

Legenda:

Rotta L-G: tra Livorno e Gorgona-Capraia

Rotta G-C: tra Gorgona-Capraia e Corsica

Rotta C: ad occidente della Corsica

In base alle analisi effettuate, in sintesi, si evince che:

- il numero di movimenti delle navi lungo la rotta Liguria-Livorno, interessante l'area di ubicazione del Terminale, rappresenta il 9% rispetto al totale dei movimenti del Porto di Livorno (somma degli arrivi e delle partenze);
- al traffico diretto a Livorno occorre sommare quello dei traffici che, pur non transitando per il porto di Livorno, interessano l'area di ubicazione del Terminale. Di tali traffici, che sono quelli provenienti dai porti liguri e diretti verso Sud e Sud-Est (o viceversa), il più significativo e continuo è quello delle bettoline Enel transitanti nella rotta Piombino/La Spezia (circa 450 passaggi/anno);

- gli altri traffici o sono sostanzialmente trascurabili (es. Carrara) o si svolgono, normalmente, lungo la rotta indicata come G-C e potrebbero interessare l'area del Terminale solo in particolari condizioni meteo, quando le navi tendono a viaggiare più vicino alla costa.

5.4.2 Popolamenti Ittici e Aree di Pesca

Considerando un'area più vasta rispetto a quella interessata dal Terminale, gli studi effettuati, riportati in Appendice B al presente documento, testimoniano la presenza di popolamenti tipici dei fondali del margine inferiore della piattaforma continentale.

All'interno dell'area vasta, nell'intervallo batimetrico compreso tra 100 e 150 m sono presenti popolamenti demersali caratteristici della biocenosi del detritico del largo, con presenza del crinoide (appartenente agli Echinodermata) *Leptometra phalangium*, specie tipica dei fondali fangosi del Mediterraneo occidentale a tali profondità. Tra le specie catturate sono risultate particolarmente abbondanti il triglide *Lepidotrigla cavillone*, il serranide *Serranus hepatus* ed il cefalopode *Eledone cirrhosa*, tutte specie tipiche di questa fascia batimetrica.

Sono inoltre presenti, seppur con minore abbondanza, altre specie di notevole importanza commerciale come il nasello *Merluccius merluccius*, la triglia di fango *Mullus barbatus*, la rana pescatrice *Lophius budegassa* ed il gattuccio, *Scyllorhinus canicula*. Tra i crostacei, il gambero rosa *Parapenaeus longirostris* rappresenta la specie dominante.

L'area vasta è oggetto di sfruttamento da parte delle imbarcazioni operanti con reti a strascico di fondo appartenenti alla marinerie di Livorno e Viareggio. Nel complesso si tratta di imbarcazioni medio-grandi, con tonnellaggio medio di circa 21 t, potenza motrice media di circa 180 kW, ed una lunghezza media di 14.7 m LFT.

L'areale di pesca dei pescherecci con reti a strascico di Livorno e Viareggio è molto vasto:

- le imbarcazioni di Livorno operano a Sud, tra l'Isola d'Elba e la Capraia fino, a Nord, al confine con le acque liguri, interessando indistintamente i compartimenti marittimi di Livorno, Portoferraio e Viareggio;
- la maggior parte delle strascicanti di Viareggio esercita la pesca a Nord-Ovest del porto fino a 400-500 m di profondità, con una zona di maggior concentrazione sui bassi fondali della piattaforma continentale, specialmente per quanto riguarda le imbarcazioni di piccole dimensioni, molto numerose nella flottiglia a strascico viareggina. Le barche di maggiori dimensioni si possono spingere anche a considerevole distanza dal porto base, fino ad arrivare a Sud all'Isola di Gorgona e in prossimità della Capraia.

Altre tipologie di pesca (es. pesca artigianale con reti ed attrezzi da posta, pesca con reti a circuizione, pesca con rapidi o ramponi) vengono effettuate prevalentemente sui fondali in prossimità della costa, senza interazioni con l'area interessata dalla presenza del Terminale.

6 VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI POTENZIALI E MISURE DI MITIGAZIONE

Nel presente capitolo è riportata la valutazione degli impatti potenziali connessi alla modifica del sistema di ancoraggio esistente del Terminale FSRU. Tali impatti sono associati unicamente alle operazioni legate alla posa delle nuove ancore e sostituzione delle catene esistenti, avranno pertanto, come già accennato nel Capitolo 4, una durata limitata e quantificata al massimo in circa 25 giorni. Resta pertanto inteso che, una volta terminate le operazioni, non è previsto alcun impatto sulle componenti ambientali in fase di esercizio del Terminale legato al nuovo sistema di ancoraggio, eccezion fatta per quanto concerne l'occupazione di fondale (da parte delle nuove ancore) e la modifica di habitat connessa alla presenza delle nuove strutture (ancore e catene).

6.1 ATMOSFERA

Le attività previste di posa delle No.4 nuove ancore con rispettive catene e sostituzione delle No.4 catene esistenti sarà effettuata, come accennato al Paragrafo 4.2.2, attraverso un mezzo navale tipo le cui principali caratteristiche emissive sono riportate nella tabella seguente (OLT Offshore LNG Toscana S.p.A, 2012a; 2012b):

Tabella 6.1: Caratteristiche Emissive del Mezzo Navale Tipo

Emissioni (g/s)			
NO _x	CO	SO ₂	PM ₁₀
12,0	1,8	7,6	1,6

Tali valori sono riferiti alla condizione di DP Mode (Dinamic Positioning), utilizzata durante tutte le fasi operative connesse all'attività e considerando che il mezzo navale tipo in oggetto utilizzi MGO (Marine Gas Oil) quale combustibile.

Valutando quindi che nel loro complesso le attività saranno svolte in 11 giorni, che è la quantità di tempo effettivamente necessaria per svolgere le operazioni, si stima che le emissioni in aria siano pari a circa:

- NO_x: 11.4 t;
- CO: 1.7 t;
- SO₂: 7.2 t;
- PM₁₀: 1.5 t.

Si evidenzia che solo in caso di sopraggiunte necessità potrà essere richiesto il supporto di un ulteriore mezzo navale, previo comunicazione alle Autorità competenti.

In considerazione dell'ubicazione delle aree di intervento (12 miglia nautiche dalla costa) e della breve durata delle attività, si valuta che **l'impatto associato sulla componente atmosfera sia di modesta entità, temporaneo e reversibile.**

Al fine di limitare il più possibile gli impatti, si eviterà di mantenere il mezzo alla massima potenza quando non strettamente richiesto dalle operazioni.

6.2 AMBIENTE IDRICO

6.2.1 Alterazione delle Caratteristiche di Qualità delle Acque Marine dovuta alla Risospensione dei Sedimenti

Il presente paragrafo riporta i risultati delle valutazioni condotte con l'ausilio del software MIKE3 relativamente alla risospensione di sedimenti dovuta alle attività di modifica del sistema di ancoraggio esistente del Terminale (sostituzione di No. 4 ancore e delle rispettive No. 4 catene).

Gli obiettivi delle simulazioni numeriche effettuate sono:

- stimare l'entità del fenomeno di sospensione, causa di un temporaneo intorbidimento delle acque, e individuare le zone entro cui il fenomeno è circoscritto;
- valutare lo spessore dei sedimenti risospesi che si ridepositano sul fondale;
- stimare la dispersione a mare di alcune sostanze che, in base alle analisi effettuate sui sedimenti (si veda il Paragrafo 5.2.2), risultano presenti negli stessi;
- valutare la durata delle perturbazioni sopraccitate e gli eventuali impatti connessi.

Per quanto riguarda le caratteristiche del fondale marino nell'area oggetto di studio si è fatto riferimento ai risultati della campagna di prelievo ed analisi dei sedimenti marini condotta dal CIBM nel sito di interesse, in data 12 Marzo 2012 (si veda il Paragrafo 5.2).

Per valutare i potenziali impatti derivanti dalla risospensione dei sedimenti e successiva messa in soluzione delle sostanze in essi contenute, si è proceduto alla simulazione con adeguato modello di calcolo della messa in sospensione dei sedimenti e la conseguente dispersione delle sostanze in essi riscontrate.

In particolare si è scelto di effettuare le simulazioni sui parametri Arsenico, Cromo totale e Nichel in quanto:

- le analisi di laboratorio hanno evidenziato per tali elementi una concentrazione superiore al corrispondente standard di qualità ambientale (SQA) dei sedimenti (Tabelle 2/A e 3/B dell'Allegato 1 alla Parte III del D.Lgs No. 152/2006);
- per tali elementi esistono degli standard di qualità ambientale (SQA) per le acque (Tabelle 1/A e 1/B dell'Allegato 1 alla Parte III del D.Lgs No. 152/2006) con cui confrontare i risultati delle simulazioni.

Le simulazioni sono state condotte con riferimento all'attività di sostituzione di una delle 4 ancore e della relativa catena di ancoraggio e sono ritenute rappresentative delle analoghe operazioni svolte per le altre ancore. In particolare sono state prese come riferimento le operazioni presso l'ancora No. 5 in quanto:

- la granulometria dei sedimenti in tale tratto di fondale è caratterizzata da una percentuale maggiore di argilla, quindi da una maggiore propensione a restare in sospensione;
- il campione rappresentativo di tale area di ancoraggio contiene mediamente valori di concentrazione di inquinanti più elevati.

Tale situazione, essendo conservativa, risulta, rispetto alle altre, la più idonea a valutare gli effetti di dispersione di solidi sospesi ed inquinanti connessi alla realizzazione delle attività in oggetto.

6.2.1.1 Descrizione dello Scenario Riprodotto e Ipotesi di Modello

Nel presente paragrafo viene descritta la costruzione del modello numerico rappresentante l'area indagata. In particolare si delineano:

- le principali caratteristiche del software MIKE 3;
- il dominio di calcolo e la durata delle simulazioni;
- le caratteristiche sedimentologiche del fondale simulato;
- la rappresentazione modellistica dell'attività di posa dell'ancora e sostituzione della rispettiva catena di ancoraggio;
- gli scenari meteomarinari analizzati.

6.2.1.1.1 Il Modello MIKE 3

Il software MIKE 3, sviluppato da DHI - Water & Environment, è un modello baroclinico tridimensionale non-idrostatico, applicabile in un'ampia gamma di scenari ambientali, quali aree marine, zone costiere, laghi ed estuari.

Il modello è costituito da un modulo base (Hydrodynamic Module – HD) e da diversi sotto moduli, che possono essere utilizzati in funzione degli obiettivi della simulazione.

Il modulo HD simula il moto variabile tridimensionale, tenendo in conto le variazioni di densità, le batimetriche e le forzanti esterne (condizioni meteorologiche, onde di marea, correnti ed altre caratteristiche idrografiche). Tale modulo è applicabile allo studio di una vasta serie di fenomeni collegati all'idraulica, laddove la struttura del moto tridimensionale è importante, tra cui:

- campi di marea e correnti;
- moti stratificati;
- circolazione oceanica;
- scambi di calore e di salinità.

Il modulo HD si basa sulla soluzione numerica delle equazioni 3D incomprimibili di Navier-Stokes, mediate alla Reynolds, con l'ipotesi di Boussinesq e l'assunzione di una pressione idrostatica. Così facendo, il modello comprende le equazioni di continuità, l'equazione dei momenti e l'equazione di temperatura e densità e viene risolto con uno schema a chiusura turbolenta.

Al modulo HD, nelle simulazioni in oggetto, è stato associato il modulo di convezione-diffusione Transport (T), che simula i fenomeni di diffusione/convezione/dispersione di traccianti (o di inquinanti considerati perfettamente miscibili in acqua) in un contesto tridimensionale. Tali fenomeni sono calcolati sulla base delle condizioni di moto ottenute tramite il modello idrodinamico (Modulo HD).

Per le valutazioni sulla dispersione dei sedimenti si è invece utilizzato il modulo Mud Transport (MT), che descrive l'erosione, il trasporto e la deposizione di fango o sabbia/fango sotto l'azione di correnti e onde.

Il Modulo MT è applicabile allo studio dei seguenti fenomeni:

- trasporto di sedimenti relativo a materiali coesivi fini o mescolanze sabbia/fango in ambienti costieri ed estuari, nei quali sono implicati aspetti ambientali e dove si può presentare una degradazione della qualità dell'acqua;
- sedimentazione in porti, canali di accesso navigabili, canali, fiumi e serbatoi;
- attività di dragaggio.

Il modulo è in grado di considerare:

- forzanti quali onde e/o correnti;

- flocculazione salina;
- processi di sedimentazione.

Anche nel caso del modulo MT, il trasporto di materiale è calcolato sulla base delle condizioni di moto ottenute col Modulo HD.

6.2.1.1.2 Dominio di Calcolo del Modello

Le operazioni in oggetto riguardano No. 4 delle No. 6 ancore disposte a raggiera intorno al Terminale galleggiante, localizzato a circa 12 miglia nautiche al largo delle coste toscane, tra Livorno e Marina di Pisa, ad una profondità del fondale di circa 120 m (si veda la precedente Figura 4.5).

Il dominio di calcolo utilizzato nelle simulazioni numeriche è un cerchio di raggio pari a 7 km e si estende verso NO rispetto alla posizione dell'ancora presa a riferimento (Ancora No. 5) perché la corrente prevalente (diretta verso NO) indirizza i plume di sedimenti in quella direzione.

Il dominio di calcolo è stato discretizzato sul piano orizzontale con una griglia triangolare (più o meno fitta a seconda della vicinanza alla prevista localizzazione dell'ancora) e su quello verticale in 6 strati di spessore variabile a seconda della profondità. Nella figura seguente è rappresentata la griglia di calcolo utilizzata nelle simulazioni numeriche.

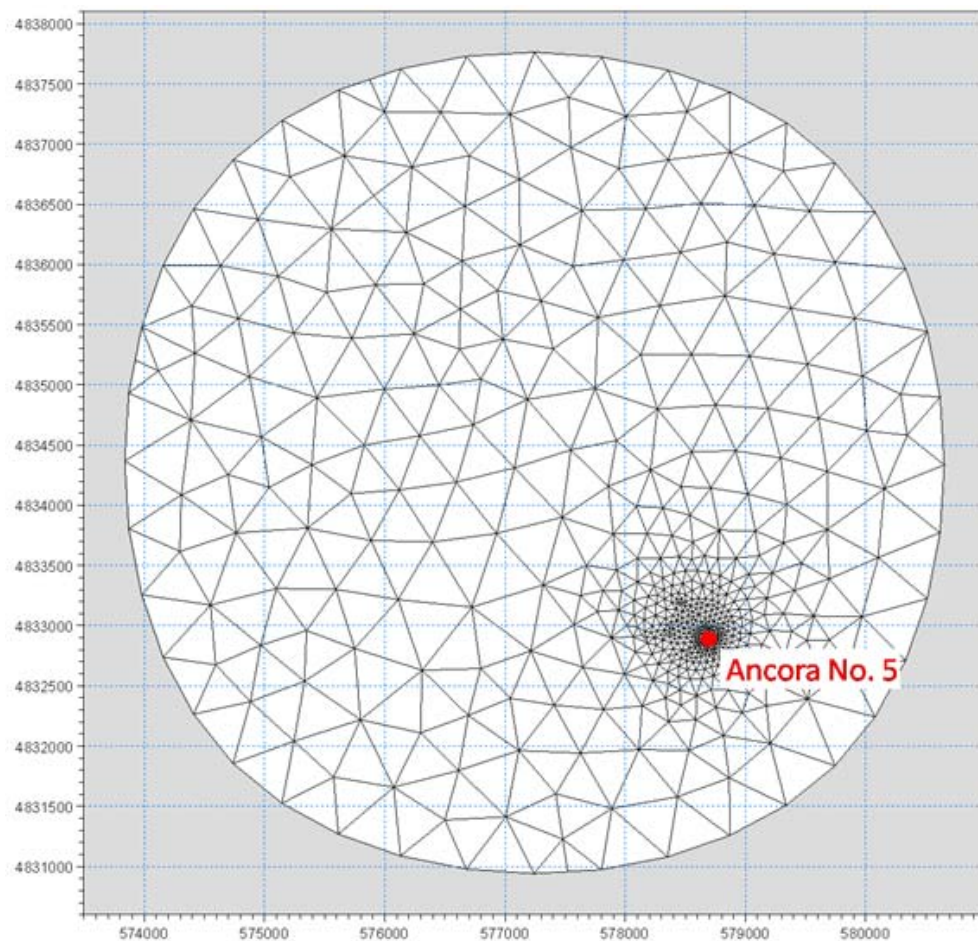


Figura 6.1: Griglia di Calcolo Utilizzata nelle Simulazioni

6.2.1.1.3 Rappresentazione delle Caratteristiche Sedimentologiche del Fondale

Allo scopo di simulare nella maniera più verosimile le condizioni del sito in esame, si sono assegnate all'area di fondale interessata dalla sostituzione dell'ancora No. 5 le caratteristiche chimico-fisiche del campione rappresentativo di tale punto (campione No. 5), caratterizzato dalla granulometria riportata nella tabella seguente.

Tabella 6.2: Caratteristiche Granulometriche

Litologia	%
Sabbia	2.47
Silt	47.68
Argilla	49.85
Totale	100

6.2.1.1.4 Temperatura e Salinità dell'Acqua di Mare

Poiché sia la temperatura che la salinità dell'acqua non influenzano in maniera sensibile l'andamento della concentrazione di solidi sospesi, tali variabili non sono state considerate; il fluido è dunque modellato come barotropico, ossia la sua densità risulta funzione solo della pressione.

6.2.1.1.5 Scenari Meteomarini Riprodotti

Il Terminale galleggiante e le relative ancore sono localizzati, come più volte indicato, a circa 12 miglia nautiche al largo delle coste toscane; nell'area la corrente marina ha direzione prevalente Nord-Ovest.

Per la scelta di opportuni scenari che descrivano le possibili condizioni meteomarine del sito in questione sono da tenere in conto le seguenti considerazioni:

- le operazioni di posa delle nuove ancore verranno eseguite in condizioni meteomarine favorevoli, dunque sono da escludersi condizioni meteomarine di burrasca;
- rispetto alla corrente di circolazione quella indotta dal moto ondoso non è significativa alla profondità in questione (circa 120 m): tale forzante è stata dunque trascurata in tutti gli scenari analizzati;
- il vento, alla piccola scala del modello, genera correnti superficiali non in grado di modificare l'andamento dei plume, localizzati a profondità superiori a -100 m.

Sulla base di quanto sopra, le simulazioni sono state effettuate esaminando due scenari differenti:

- S1: scenario in condizioni di calma/corrente debole, in cui è stata imposta una corrente di circa 1 cm/s in direzione NO; lo scenario permette di stimare le massime concentrazioni di sedimenti e inquinanti;
- S2: scenario in condizione di corrente significativa, in cui è stata imposta una corrente di circa 10 cm/s in direzione NO; lo scenario permette di stimare le massime distanze raggiunte dai plume.

Si evidenzia che per ciascuno scenario si è cautelativamente assunta una persistenza delle condizioni meteomarine pari alla durata dell'intera simulazione: tale ipotesi porta a incrementare l'estensione del pennacchio nella direzione prevalente della corrente.

6.2.1.1.6 Rappresentazione Modellistica delle Attività di Modifica del Sistema di Ancoraggio

Le simulazioni sono state condotte ipotizzando che la risospensione di sedimenti sia dovuta alle seguenti operazioni:

- posa dell'ancora da 40 t;
- rimozione della linea di ancoraggio (catena da 103 mm) collegata all'ancora esistente;
- messa in opera della nuova linea di ancoraggio (catena da 140 mm) e pre-tensionamento.

Ipotizzando cautelativamente uno spessore dello strato di ricoprimento naturale della catena esistente non superiore a 20 cm, la massima quantità di sedimento potenzialmente risospeso è quantificabile in circa 160 m³, inclusivo della rimozione dell'ancora temporanea utilizzata ai fini del pre-tensionamento.

Ai fini della simulazione si è ipotizzato uno scenario cautelativo che preveda che tale quantità sia risospesa nell'arco di 1 h.

Si è inoltre assunto conservativamente che tutto l'Arsenico, il Cromo Totale e il Nichel misurati nei sedimenti siano rilasciati in acqua.

6.2.1.1.7 Durata delle Simulazioni

La durata complessiva di ogni simulazione è stata scelta in modo da garantire l'esaurirsi della perturbazione provocata dalle operazioni in oggetto.

6.2.1.2 Risultati delle Simulazioni

I risultati delle simulazioni condotte sono descritti nei successivi Paragrafi e sono rappresentati mediante sezioni orizzontali dei plume di solidi sospesi e di inquinanti rispettivamente:

- a 1 m e 10 m dal fondo per quanto concerne i solidi sospesi;
- a 1 m e 5 m dal fondo per quanto concerne gli inquinanti.

Nella figura sottostante è riportato in blu l'inquadramento dell'area presa in esame (gli stessi limiti sono stati utilizzati per la rappresentazione dei risultati nelle figure che seguono) ed in giallo il dominio del modello numerico.



Figura 6.2: Key Map

6.2.1.2.1 Stima della Concentrazione di Solidi Sospesi

Scenario S1

Nello scenario S1 sono state rappresentate condizioni di calma/corrente debole, al fine di stimare la massima concentrazione di sedimenti sospesi e la massima durata della torbidità indotta dalle operazioni in oggetto.

Nelle figure seguenti sono rappresentati i risultati:

- al termine delle operazioni correlate alla posa dell'ancora No. 5 (Figura 6.3, ad 1 m dal fondo e Figura 6.4, a 10 m dal fondo);
- dopo 15 ore dal termine delle operazioni (Figura 6.5, ad 1 m dal fondo e Figura 6.6, a 10 m dal fondo);
- dopo 32 h, quando gli effetti delle operazioni sono in via di esaurimento (Figura 6.7, ad 1 m dal fondo e Figura 6.8, a 10 m dal fondo).

Inizialmente si è imposta una concentrazione di solidi sospesi nulla in ogni punto del dominio.

Durante le attività analizzate si stima che vengano dispersi 160 m³ di sedimenti, costituiti da sabbia, limo e argilla. La nuvola di solidi sospesi generata in corrispondenza del fondo tende, col passare del tempo e in virtù della debole corrente imposta in questo scenario, a disperdersi in direzione NO.

Al termine delle operazioni (t=0):

- in prossimità del fondo (sezione orizzontale nella Figura 6.3) è presente una nuvola di sedimenti di dimensioni ridotte (raggio di circa 80 m) e concentrazioni superiori a 500 mg/l, localizzata in corrispondenza del sito delle operazioni;
- allontanandosi dal fondo la concentrazione diminuisce rapidamente, divenendo trascurabile (inferiore a 1 mg/l) ad una profondità di circa -100m.

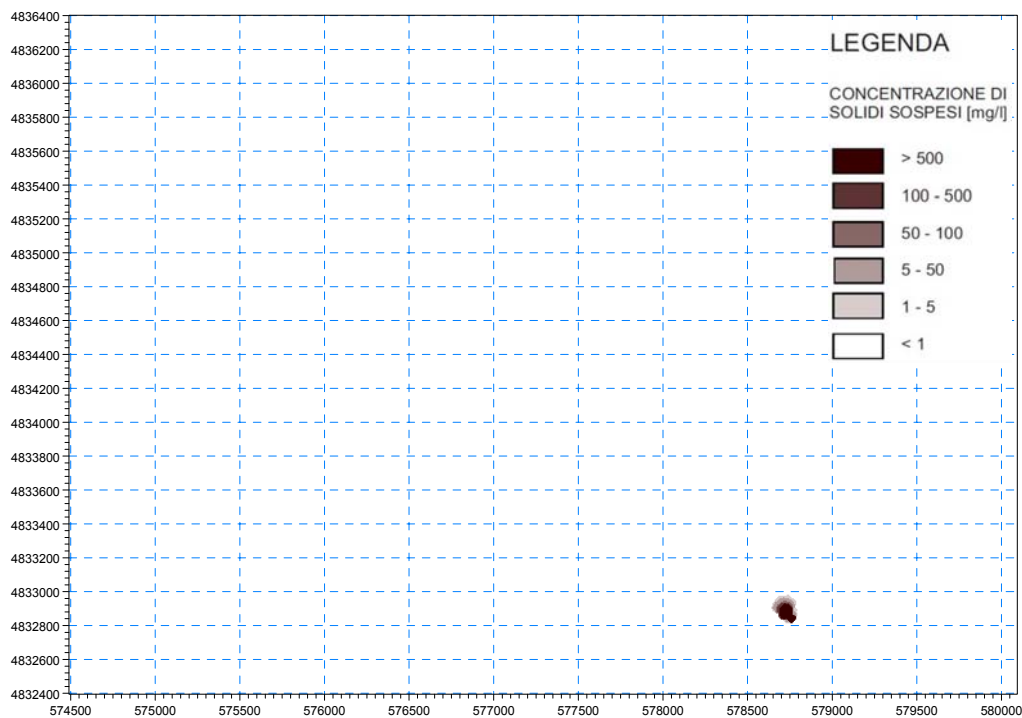


Figura 6.3: Concentrazioni di Solidi Sospesi, Scenario S1 (Corrente 1 cm/s), Sezione Orizzontale a 1 m dal Fondo, t=0 (Operazioni Terminate)

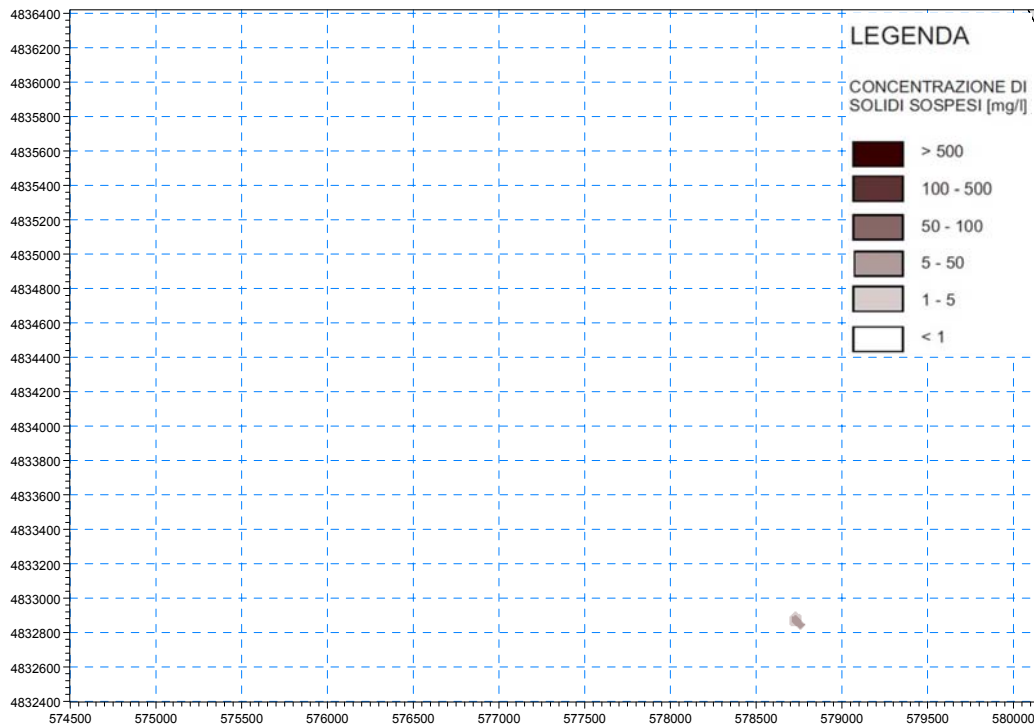


Figura 6.4: Concentrazioni di Solidi Sospesi, Scenario S1 (Corrente 1 cm/s), Sezione Orizzontale a 10 m dal Fondo, t=0 (Operazioni Terminate)

Dopo 15 h dal termine delle operazioni si rileva che:

- in prossimità del fondo, il plume si estende in direzione NO per circa 0.8 km con concentrazioni comprese tra 1 e 5 mg/l (Figura 6.5). La concentrazione massima stimata, limitata nell'intorno dell'area di intervento, è dell'ordine di 500 mg/l;
- allontanandosi dal fondo la concentrazione diminuisce rapidamente. A 10 m dal fondo la concentrazione massima è pari a 50 mg/l e diventa trascurabile dopo circa 300 m (Figura 6.5).

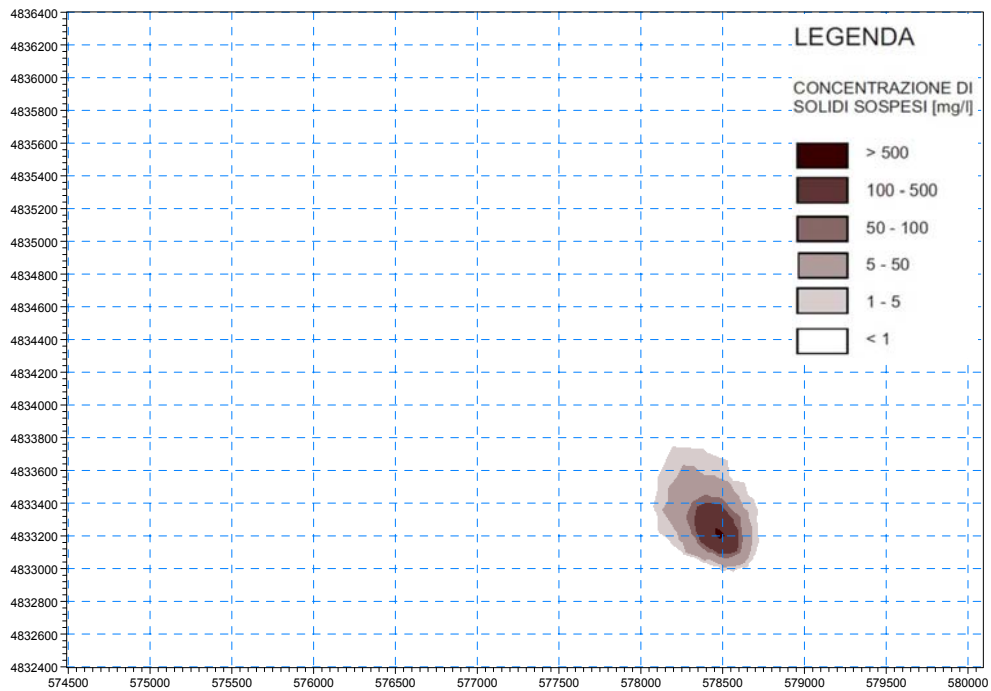


Figura 6.5: Concentrazioni di Solidi Sospesi, Scenario S1 (Corrente 1 cm/s), Sezione Orizzontale a 1 m dal Fondo, t=15h

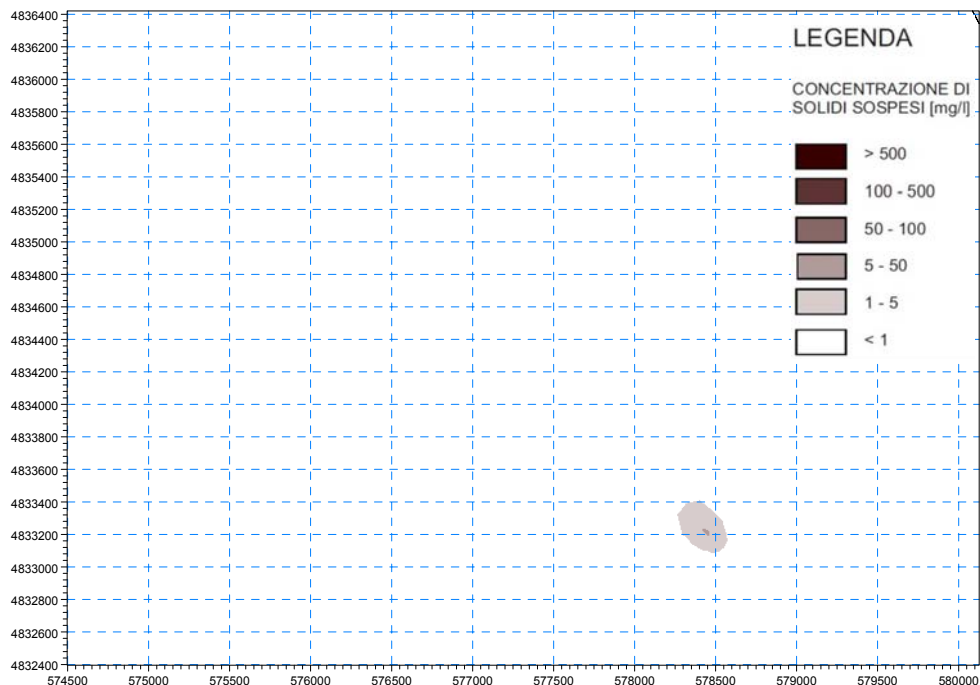


Figura 6.6: Concentrazioni di Solidi Sospesi, Scenario S1 (Corrente 1 cm/s), Sezione Orizzontale a 10 m dal Fondo, t=15h

Dopo 32 ore i risultati delle simulazioni mostrano che:

- in corrispondenza del fondo (Figura 6.7) il plume si estende per circa 1 km; gli effetti delle operazioni sono in via di esaurimento (concentrazioni comprese tra 1 e 60 mg/l);
- a 10 m dal fondo (Figura 6.8) la concentrazione è trascurabile (valori massimi di 1 mg/l).

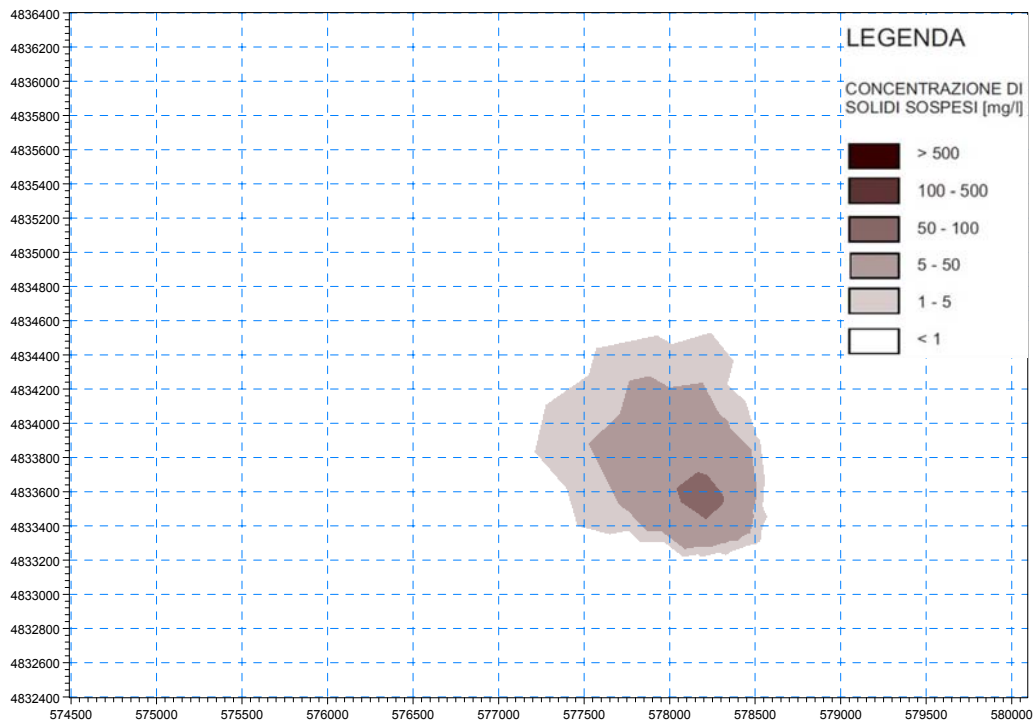


Figura 6.7: Concentrazioni di Solidi Sospesi, Scenario S1 (Corrente 1 cm/s), Sezione Orizzontale a 1 m dal Fondo, t=32h

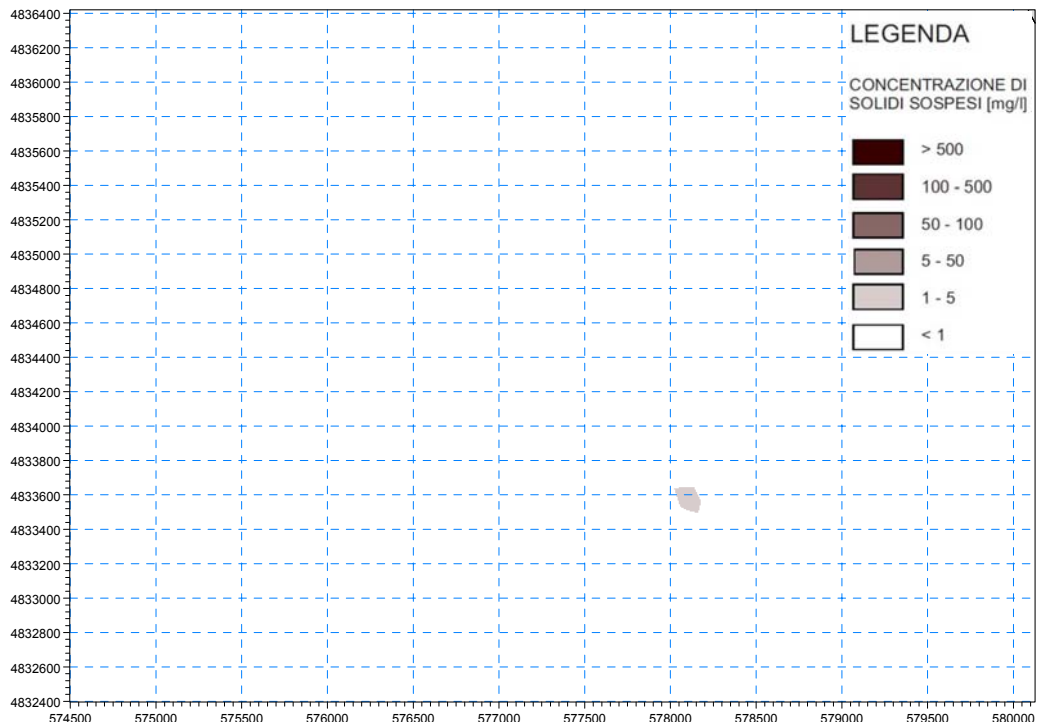


Figura 6.8: Concentrazioni di Solidi Sospesi, Scenario S1 (Corrente 1 cm/s), Sezione Orizzontale a 10 m dal Fondo, t=32h

Scenario S2

Lo scenario S2 (corrente di circa 10 cm/s in direzione NO) presenta, rispetto allo scenario precedente, plume più allungati nella direzione della corrente e durata della perturbazione ridotta.

Al termine delle operazioni connesse alla posa dell'ancora il plume con concentrazioni superiori a 1 mg/l si estende per circa 0.6 km (Figura 6.9), con valori di concentrazioni che diminuiscono rapidamente allontanandosi dal fondo (Figura 6.10).

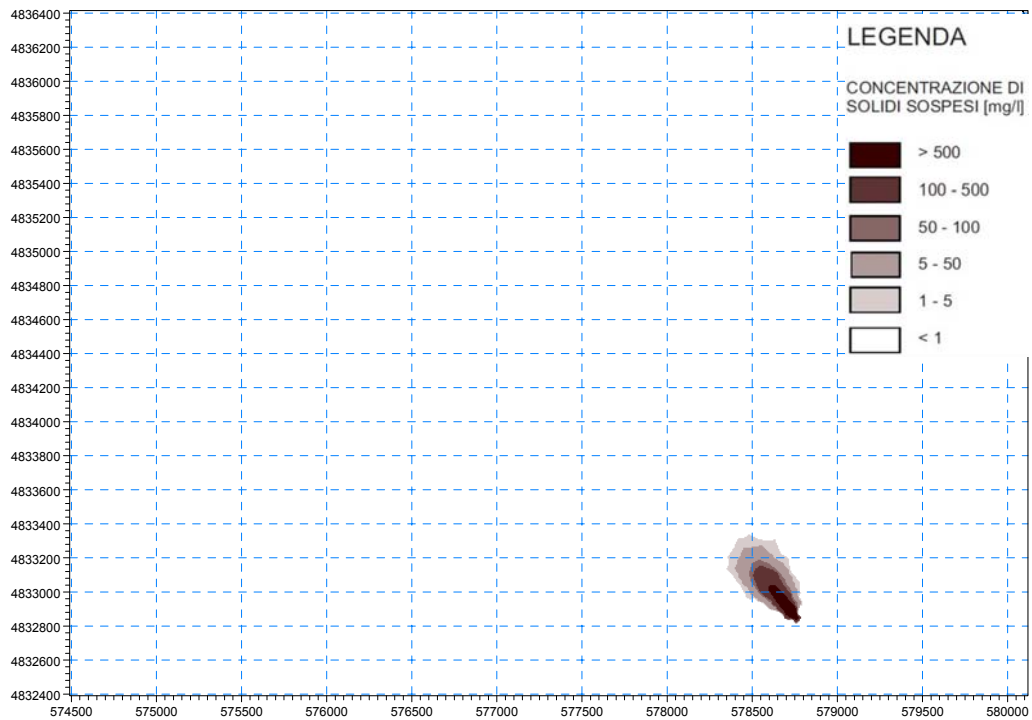


Figura 6.9: Concentrazioni di Solidi Sospesi, Scenario S2 (Corrente 10 cm/s), Sezione Orizzontale a 1 m dal Fondo, t=0 (Operazioni Terminate)

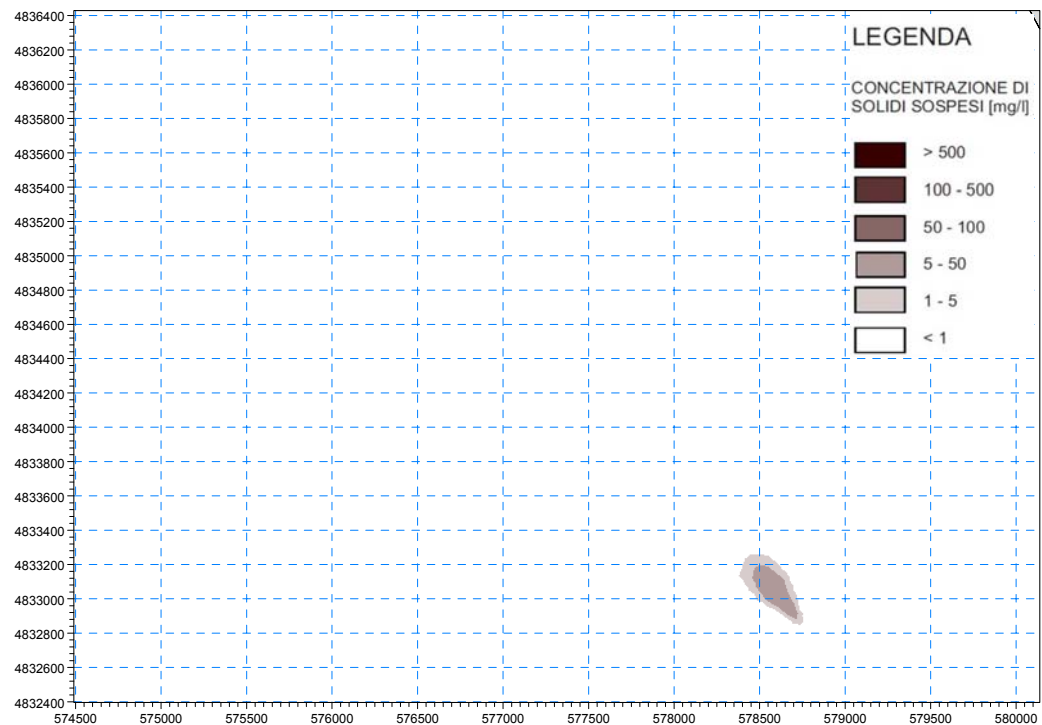


Figura 6.10: Concentrazioni di Solidi Sospesi, Scenario S2 (Corrente 10 cm/s), Sezione Orizzontale a 10 m dal Fondo, t=0 (Operazioni Terminate)

Dopo 1h si osserva che:

- in corrispondenza del fondo (Figura 6.11) il plume si estende per circa 0.8 km in seguito all'azione dispersiva della corrente;
- a 10 m dal fondo la concentrazione è inferiore a 50 mg/l (Figura 6.12).

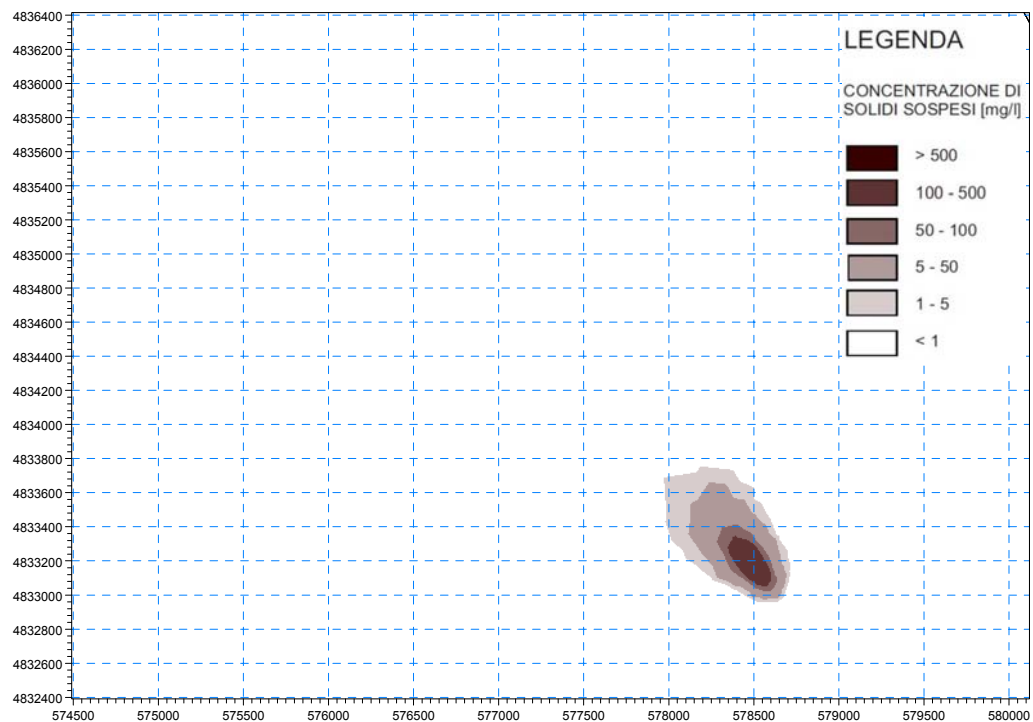


Figura 6.11: Concentrazioni di Solidi Sospesi, Scenario S2 (Corrente 10 cm/s), Sezione Orizzontale a 1 m dal Fondo, t=1h

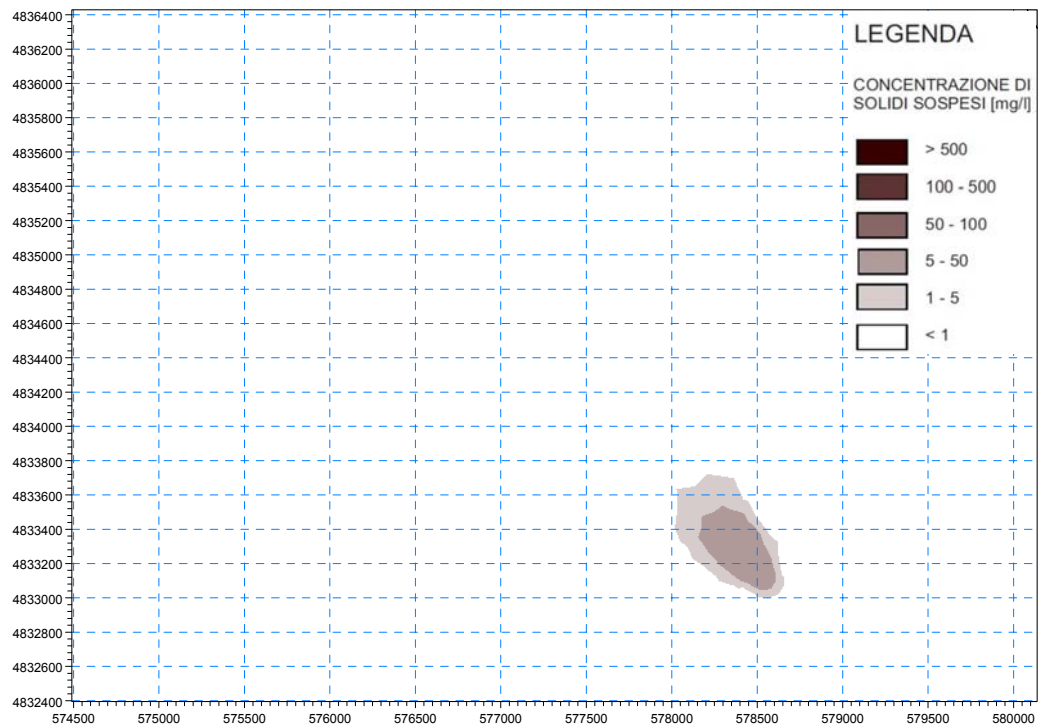


Figura 6.12: Concentrazioni di Solidi Sospesi, Scenario S2 (Corrente 10 cm/s), Sezione Orizzontale a 10 m dal Fondo, t=1h

Gli effetti delle operazioni in oggetto, nello scenario di corrente, si esauriscono rapidamente: le concentrazioni di sedimenti sono inferiori a 10 mg/l dopo 5 h (Figura 6.13) e diventano trascurabili (inferiori a 1 mg/l) dopo poche ore.

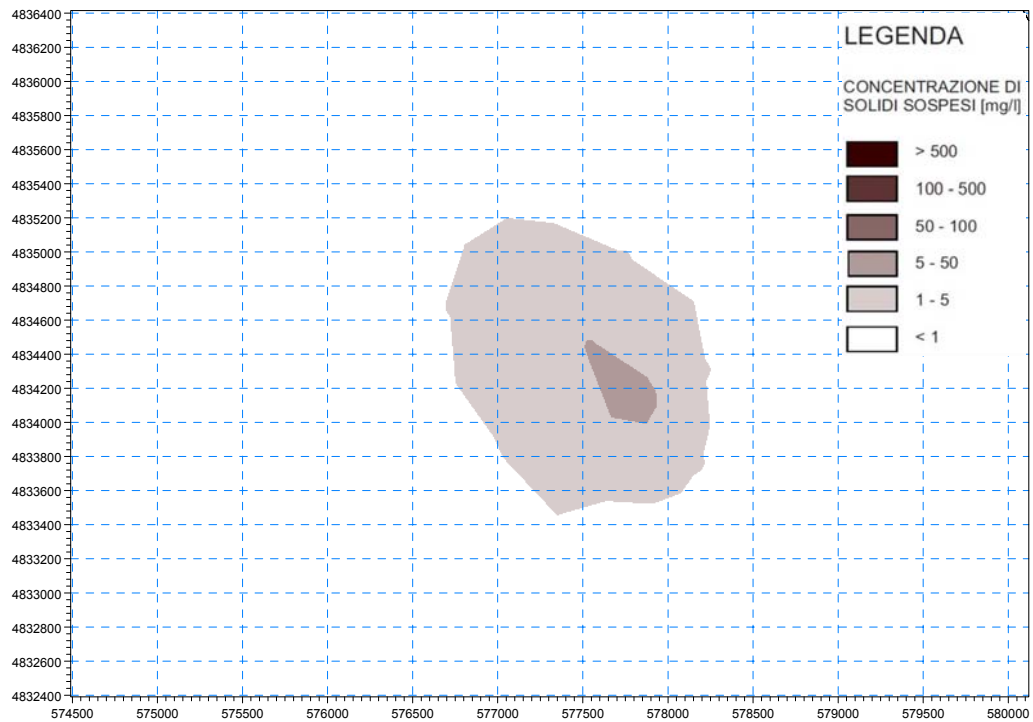


Figura 6.13: Concentrazioni di Solidi Sospesi, Scenario S2 (Corrente 10 cm/s), Sezione Orizzontale a 1 m dal Fondo, t=5h

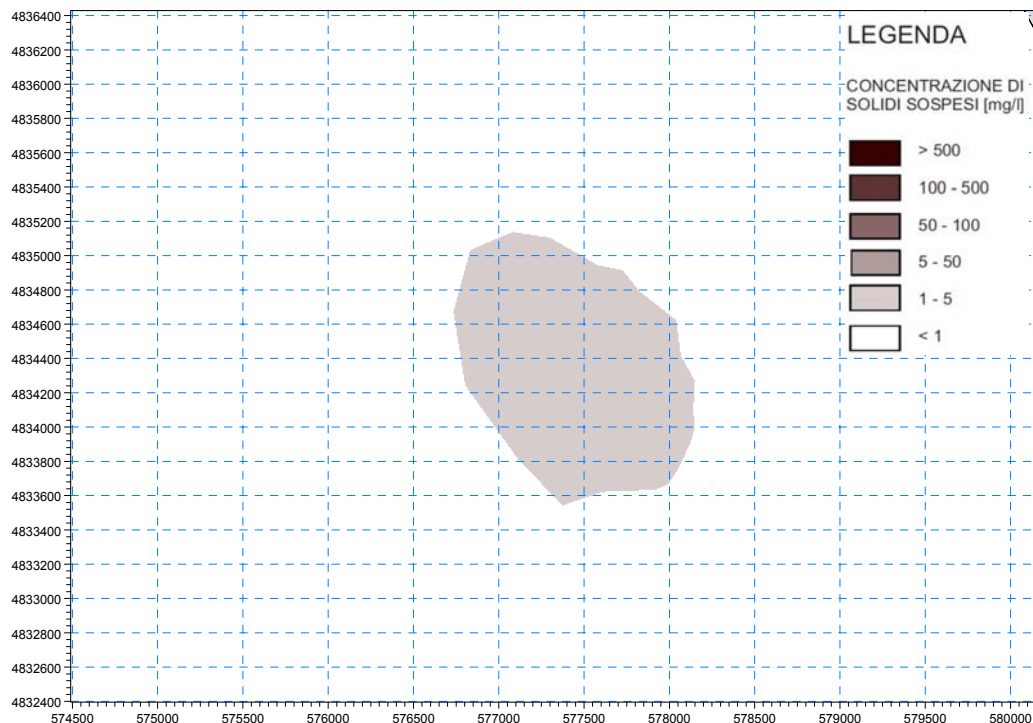


Figura 6.14: Concentrazioni di Solidi Sospesi, Scenario S2 (Corrente 10 cm/s), Sezione Orizzontale a 10 m dal Fondo, t=5h

6.2.1.2.2 Deposito di Sedimenti

I sedimenti che si depositano nei pressi del sito delle operazioni sono per la maggior parte costituiti da sabbie, che, essendo più pesanti, tendono a depositare velocemente. I sedimenti più fini, invece, caratterizzati da diametri molto più piccoli di quelli delle sabbie, non contribuiscono in maniera significativa allo spessore del deposito, ma si disperdono e generano i plume descritti nel paragrafo precedente.

I risultati mostrano un deposito assai limitato, con uno spessore massimo di circa 1 cm nei pressi del sito delle operazioni e assolutamente trascurabile già ad alcuni metri da esso.

6.2.1.2.3 Dispersione di Arsenico, Cromo Totale e Nichel

Scenario S1

Nello scenario S1 (calma/corrente debole) si osserva che:

- al termine delle operazioni, in prossimità del fondo, si raggiungono i massimi valori di concentrazione. A 20 m dal fondo le concentrazioni sono ritenute trascurabili, essendo di un ordine di grandezza inferiori al valore suggerito dagli standard di qualità ambientale (SQA) delle acque;
- dopo 15 ore dal termine delle attività in oggetto i valori di concentrazione sono notevolmente ridotti e i plume sono trascinati dalla debole corrente in direzione NO. Dopo circa 48 ore le concentrazioni risultano trascurabili per tutti gli inquinanti analizzati.

Si evidenzia che i risultati ottenuti sono ampiamente cautelativi, avendo ipotizzato che tutto l'Arsenico, il Cromo e il Nichel presenti nei sedimenti dispersi siano rilasciati in acqua.

Nelle figure seguenti sono presentate le sezioni orizzontali dei plume di Arsenico, Cromo e Nichel a 1 m dal fondo e a 5 m dal fondo, rispettivamente al termine:

- delle operazioni connesse alla posa della nuova ancora (da Figura 6.15 a Figura 6.20);
- dopo 15 ore dal termine delle operazioni (da Figura 6.21 a Figura 6.26);
- dopo 32 h, quando gli effetti delle operazioni sono in via di esaurimento (da Figura 6.27 a Figura 6.32).

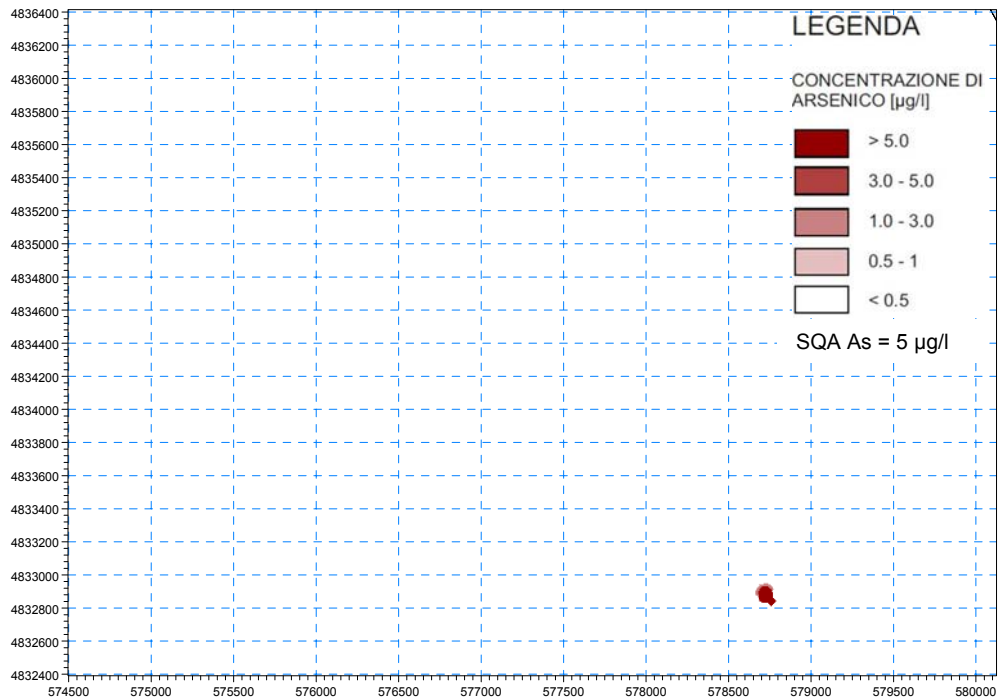


Figura 6.15: Concentrazioni di Arsenico, Scenario S1 (Corrente 1 cm/s), Sezione Orizzontale a 1 m dal Fondo, t=0 (Operazioni Terminate)

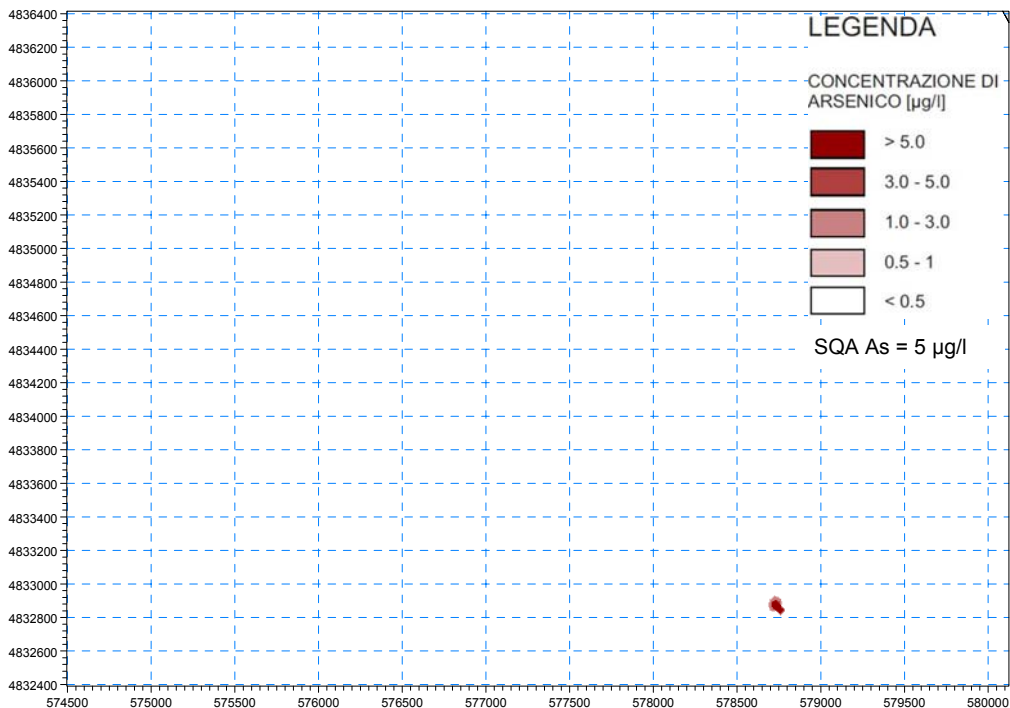


Figura 6.16: Concentrazioni di Arsenico, Scenario S1 (Corrente 1 cm/s), Sezione Orizzontale a 5 m dal Fondo, t=0 (Operazioni Terminate)

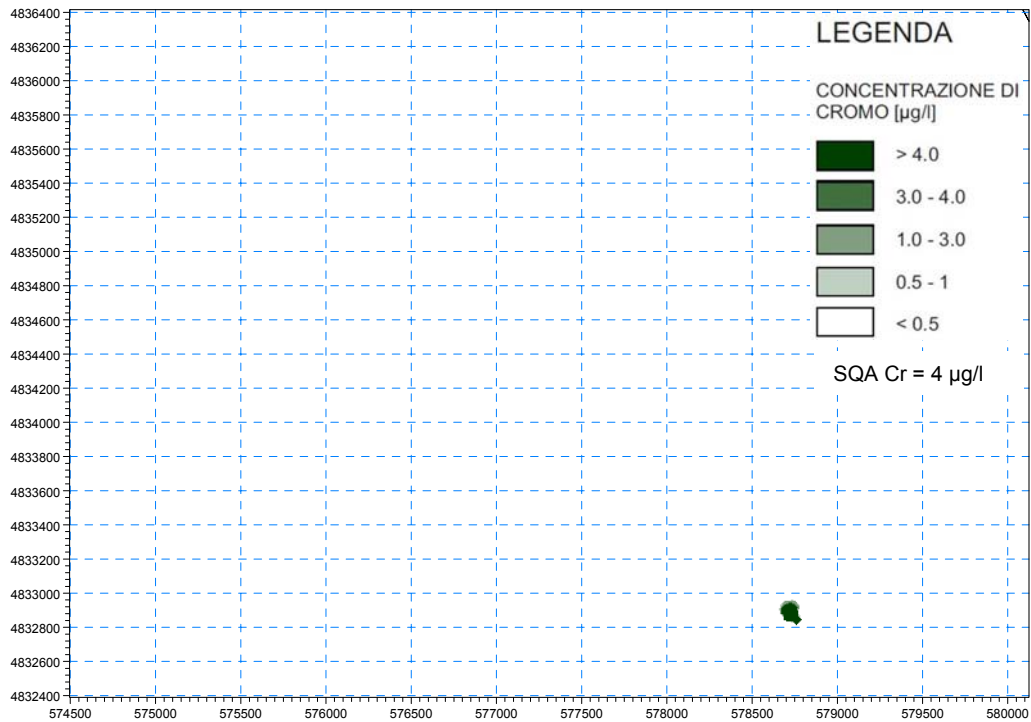


Figura 6.17: Concentrazioni di Cromo, Scenario S1 (Corrente 1 cm/s), Sezione Orizzontale a 1 m dal Fondo, t=0 (Operazioni Terminate)

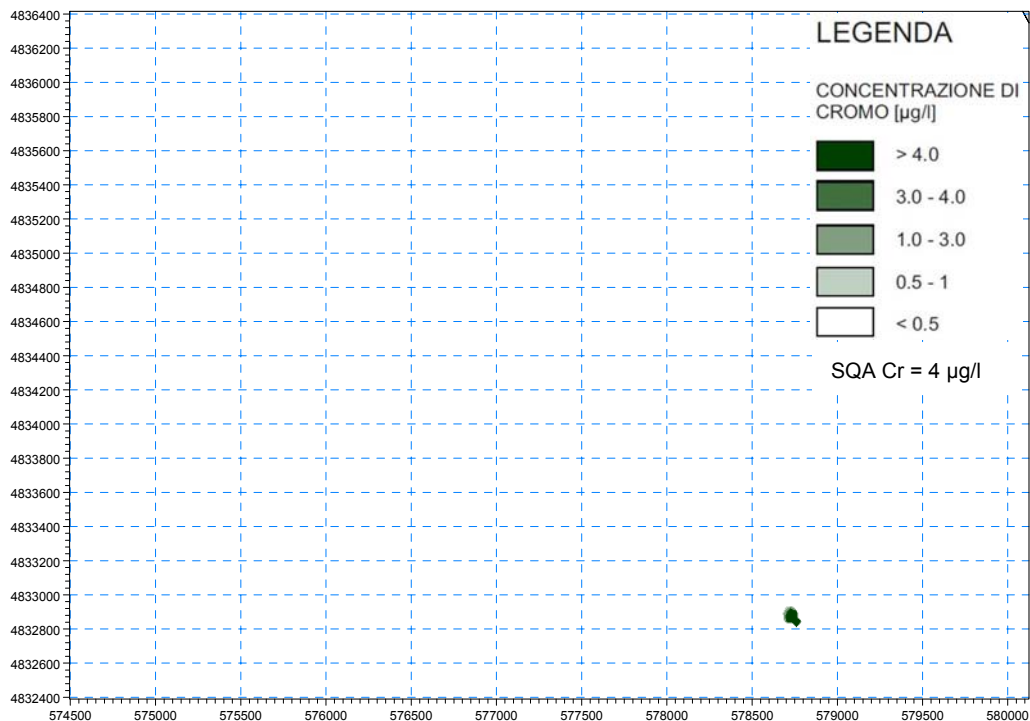


Figura 6.18: Concentrazioni di Cromo, Scenario S1 (Corrente 1 cm/s), Sezione Orizzontale a 5 m dal Fondo, t=0 (Operazioni Terminate)

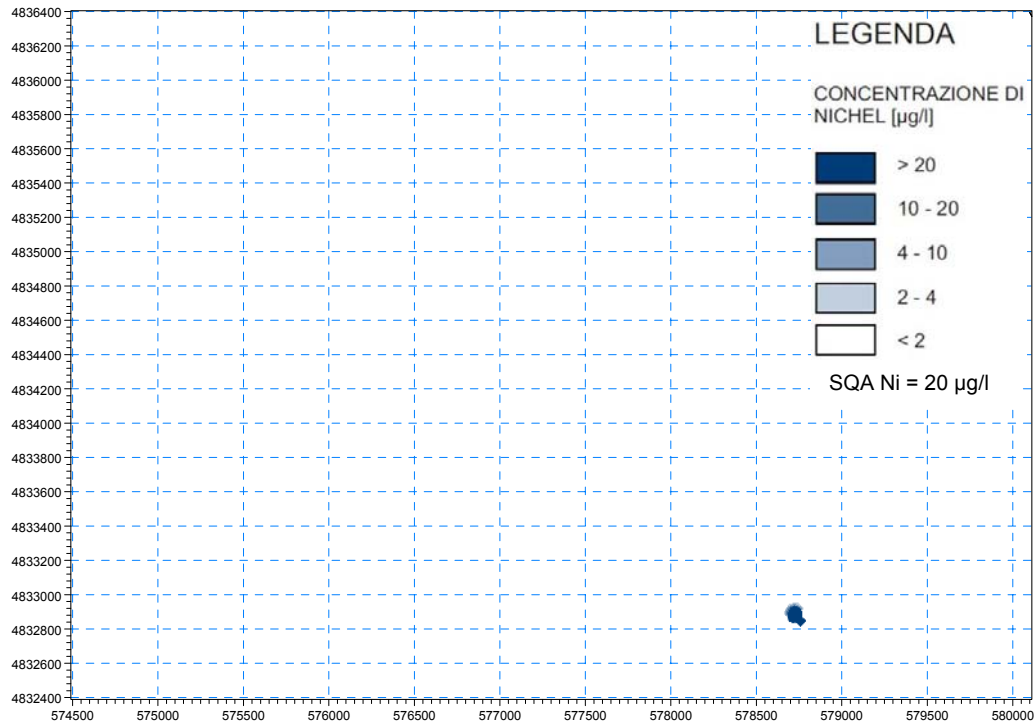


Figura 6.19: Concentrazioni di Nichel, Scenario S1 (Corrente 1 cm/s), Sezione Orizzontale a 1 m dal Fondo, t=0 (Operazioni Terminate)

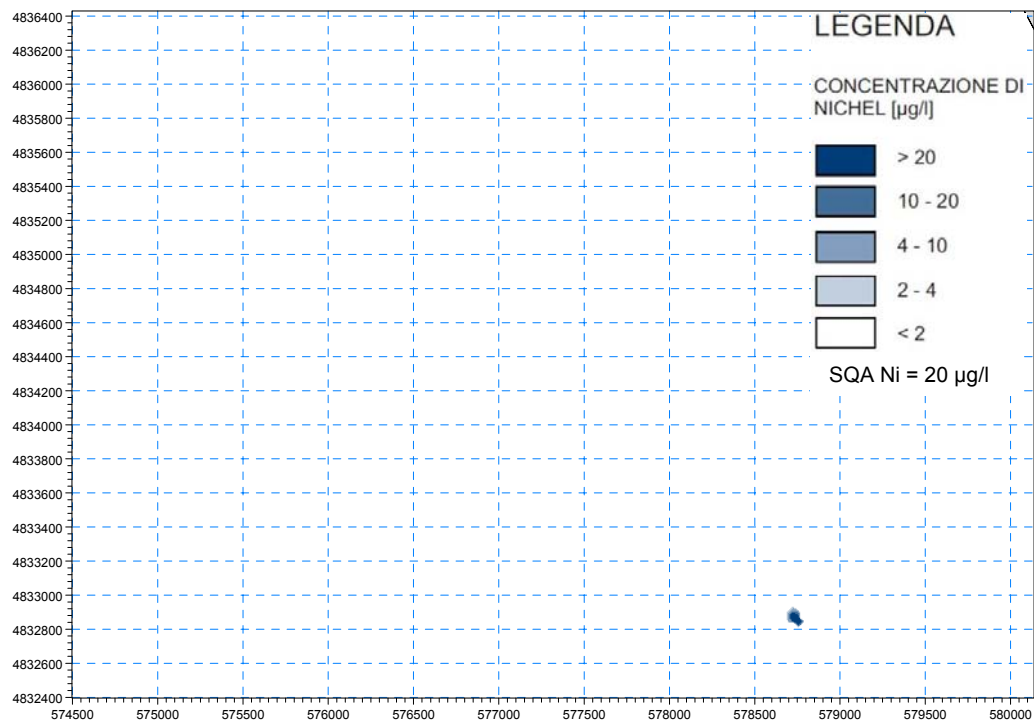


Figura 6.20: Concentrazioni di Nichel, Scenario S1 (Corrente 1 cm/s), Sezione Orizzontale a 5 m dal Fondo, t=0 (Operazioni Terminate)

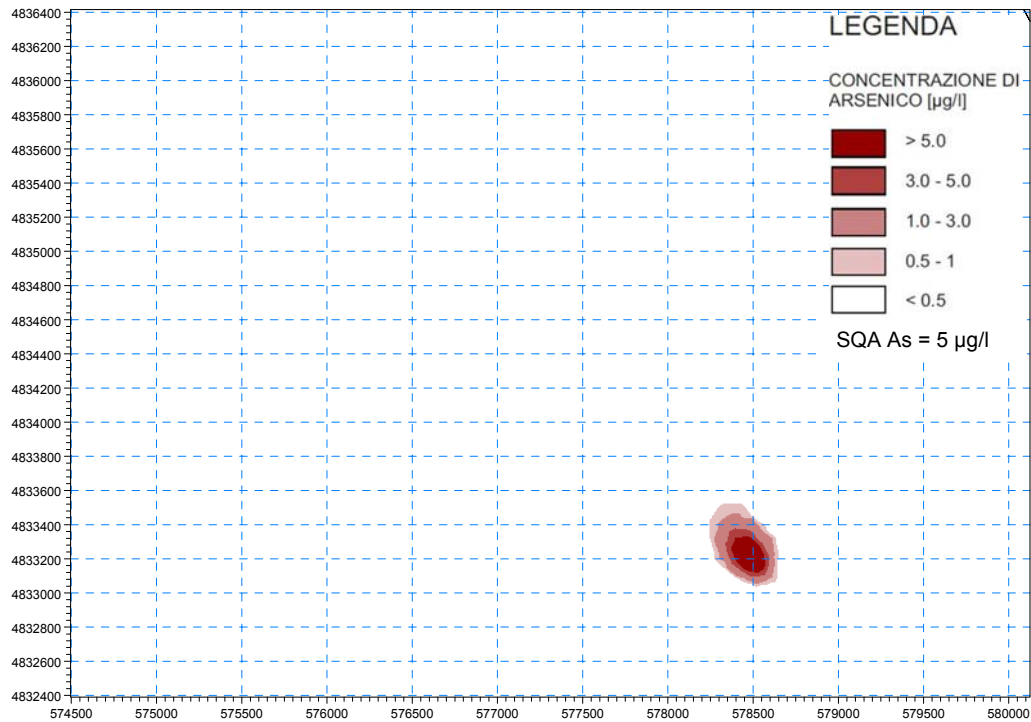


Figura 6.21: Concentrazioni di Arsenico, Scenario S1 (Corrente 1 cm/s), Sezione Orizzontale a 1 m dal Fondo, t=15h

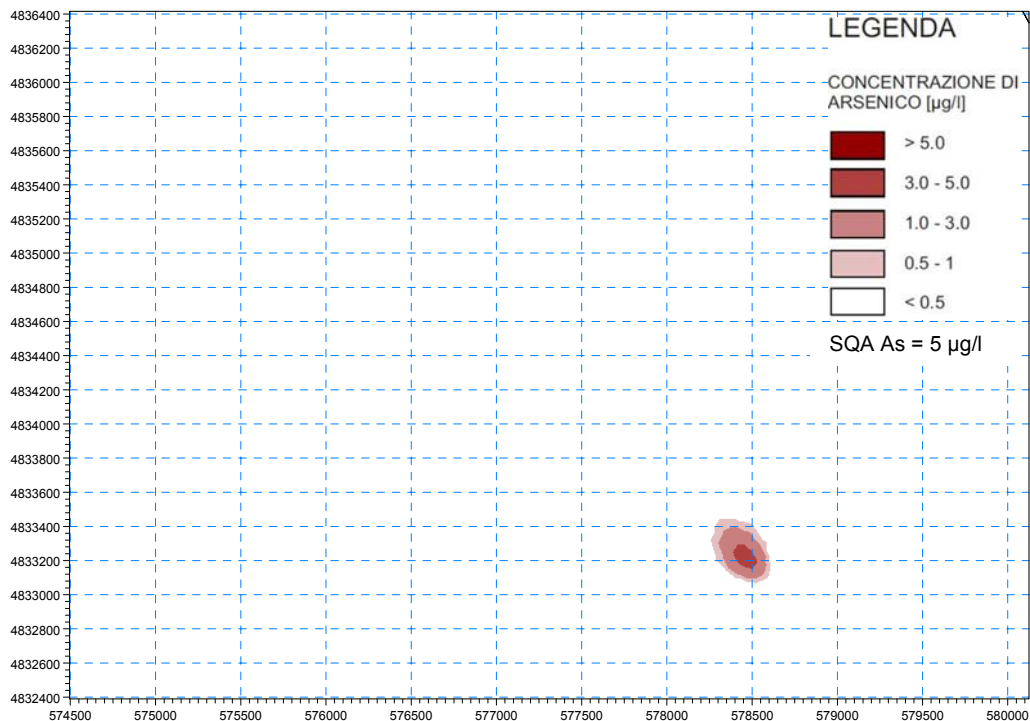


Figura 6.22: Concentrazioni di Arsenico, Scenario S1 (Corrente 1 cm/s), Sezione Orizzontale a 5 m dal Fondo, t=15h

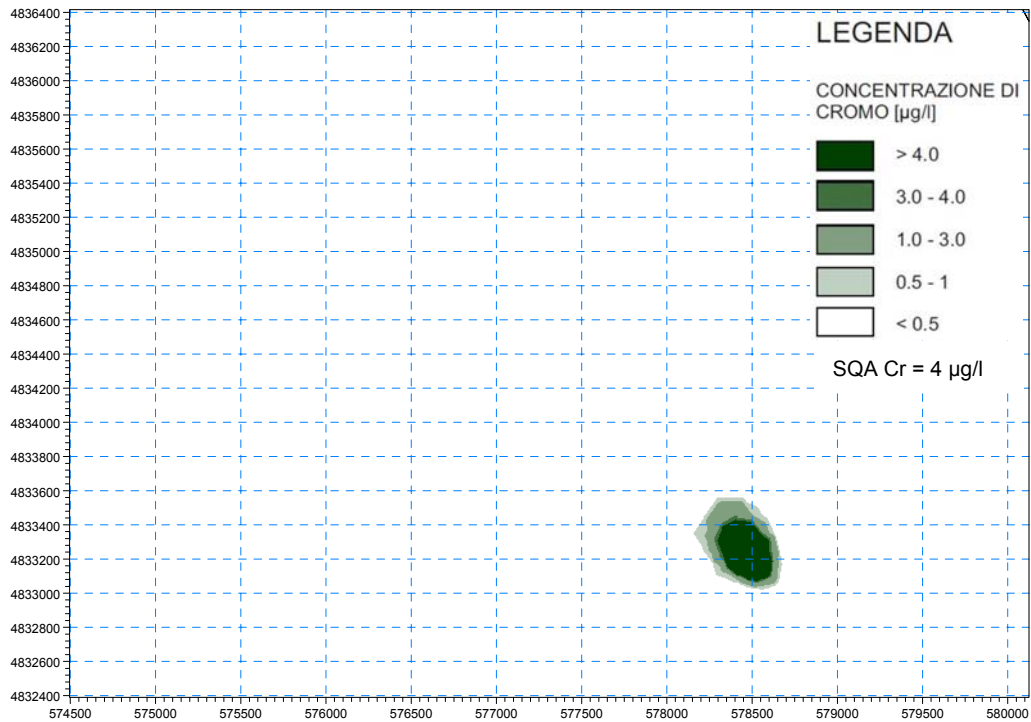


Figura 6.23: Concentrazioni di Cromo, Scenario S1 (Corrente 1 cm/s), Sezione Orizzontale a 1 m dal Fondo, t=15h

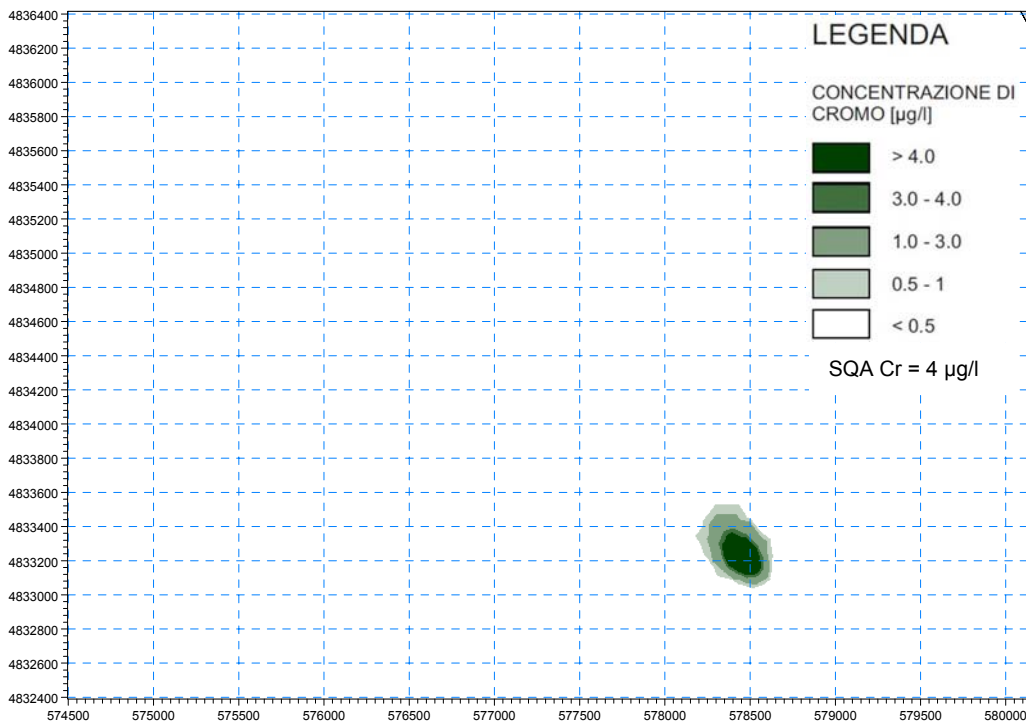


Figura 6.24: Concentrazioni di Cromo, Scenario S1 (Corrente 1 cm/s), Sezione Orizzontale a 5 m dal Fondo, t=15h

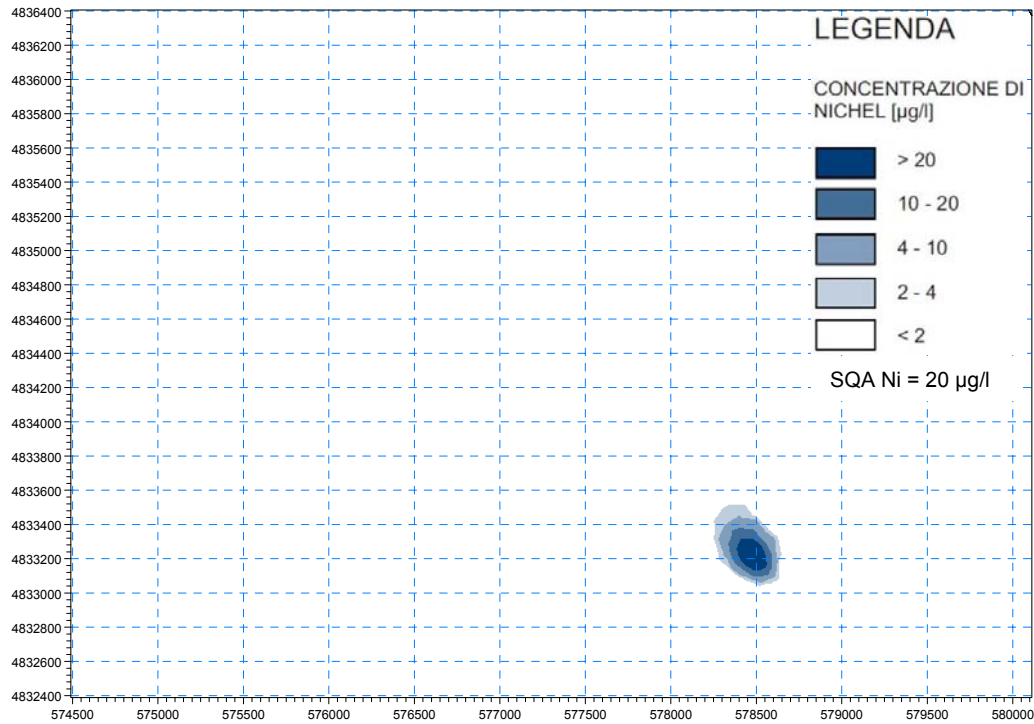


Figura 6.25: Concentrazioni di Nichel, Scenario S1 (Corrente 1 cm/s), Sezione Orizzontale a 1 m dal Fondo, t=15h

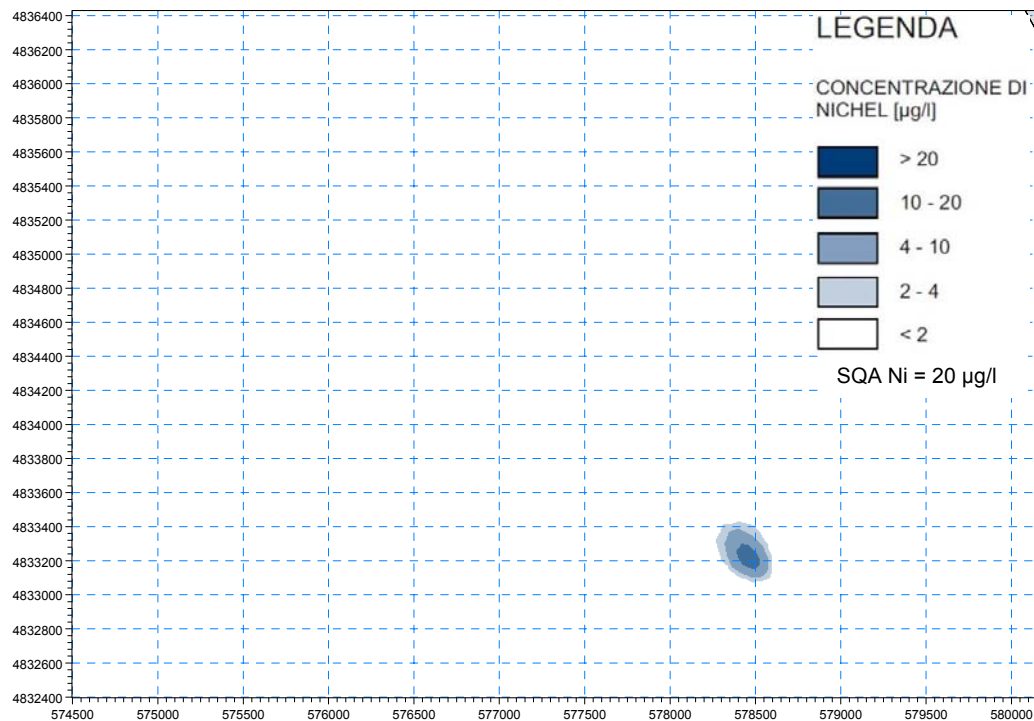


Figura 6.26: Concentrazioni di Nichel, Scenario S1 (Corrente 1 cm/s), Sezione Orizzontale a 5 m dal Fondo, t=15h

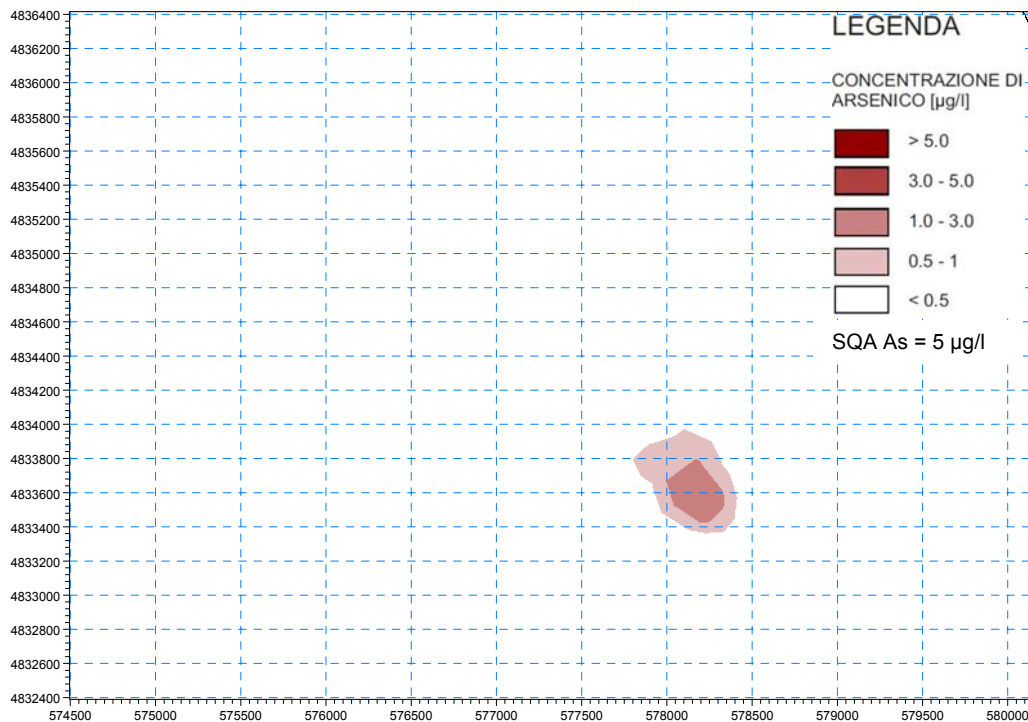


Figura 6.27: Concentrazioni di Arsenico, Scenario S1 (Corrente 1 cm/s), Sezione Orizzontale a 1 m dal Fondo, t=32h

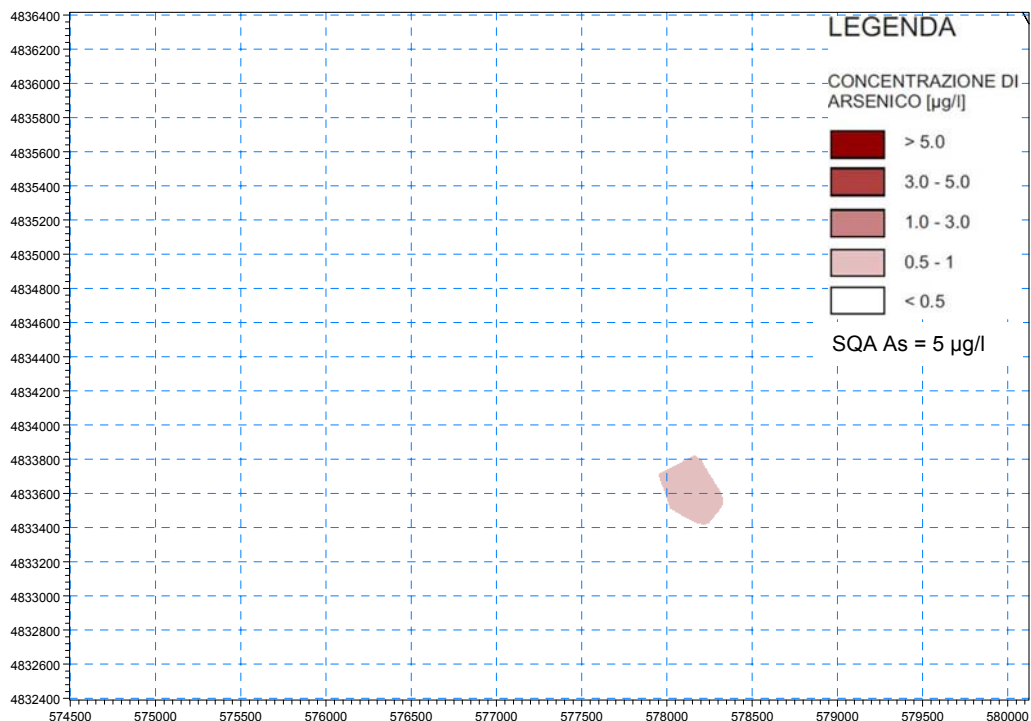


Figura 6.28: Concentrazioni di Arsenico, Scenario S1 (Corrente 1 cm/s), Sezione Orizzontale a 5 m dal Fondo, t=32h

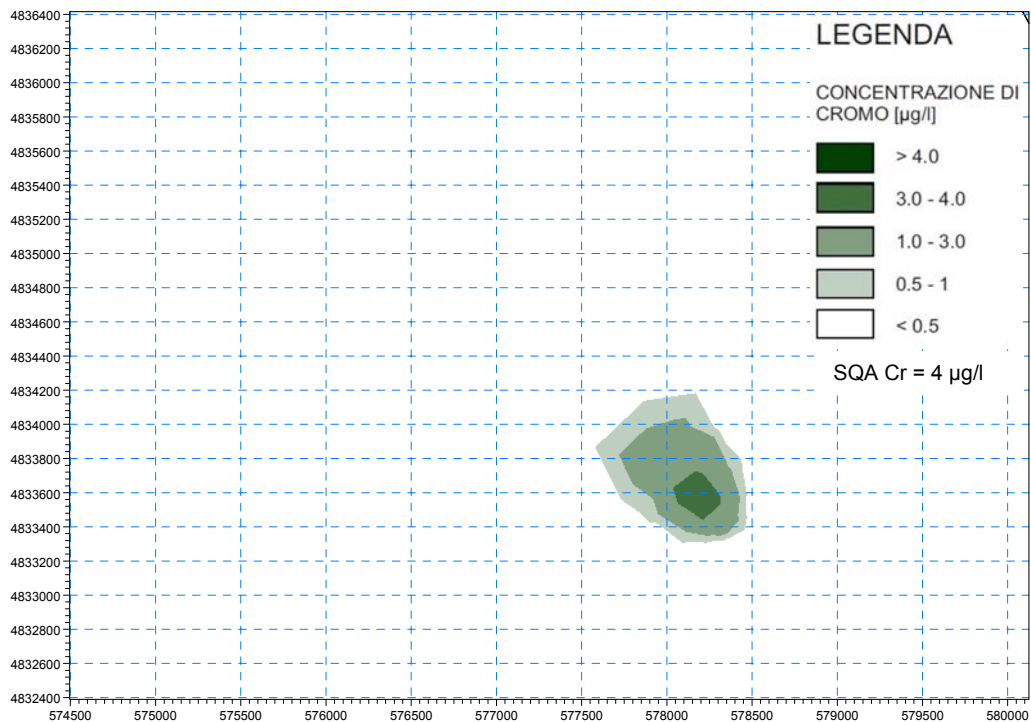


Figura 6.29: Concentrazioni di Cromo, Scenario S1 (Corrente 1 cm/s), Sezione Orizzontale a 1 m dal Fondo, t=32h

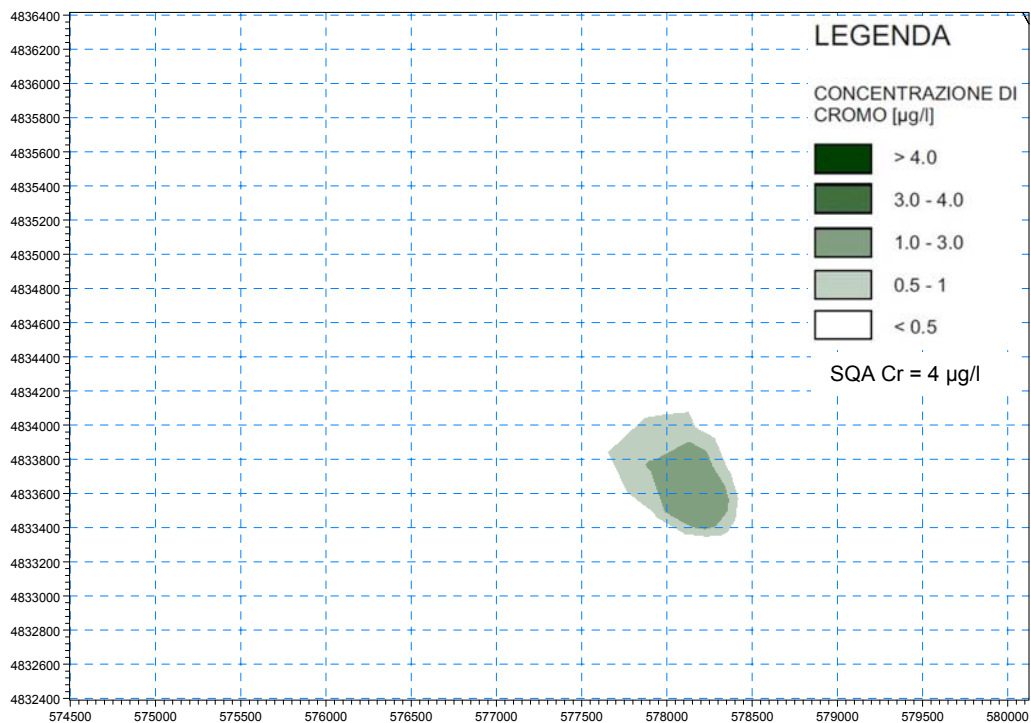


Figura 6.30: Concentrazioni di Cromo, Scenario S1 (Corrente 1 cm/s), Sezione Orizzontale a 5 m dal Fondo, t=32h

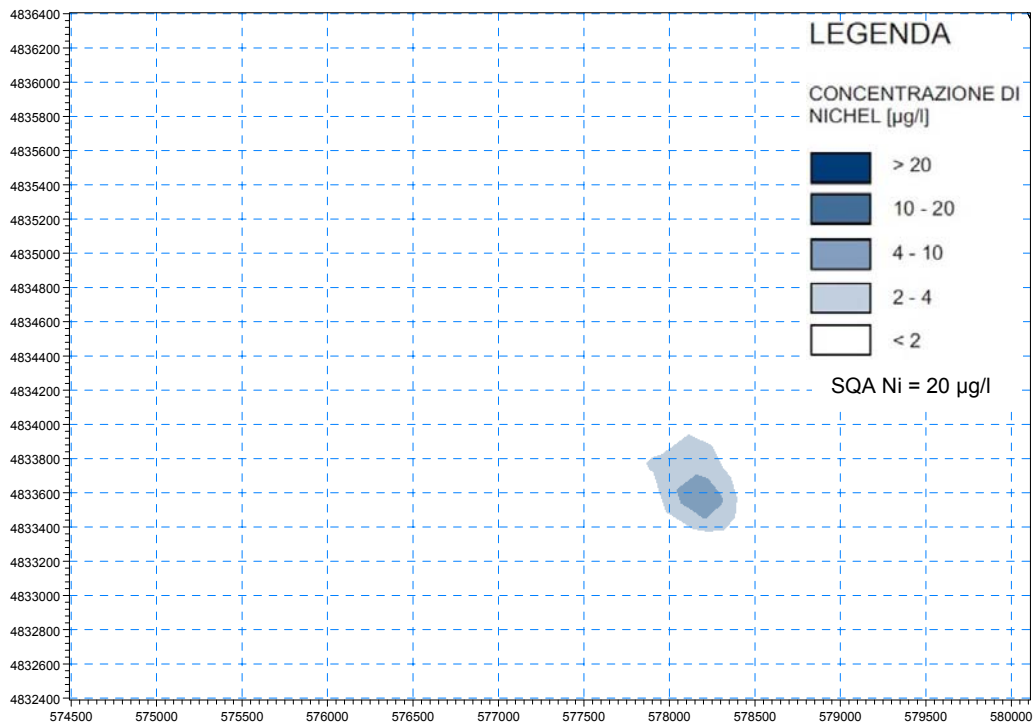


Figura 6.31: Concentrazioni di Nichel, Scenario S1 (Corrente 1 cm/s), Sezione Orizzontale a 1 m dal Fondo, t=32h

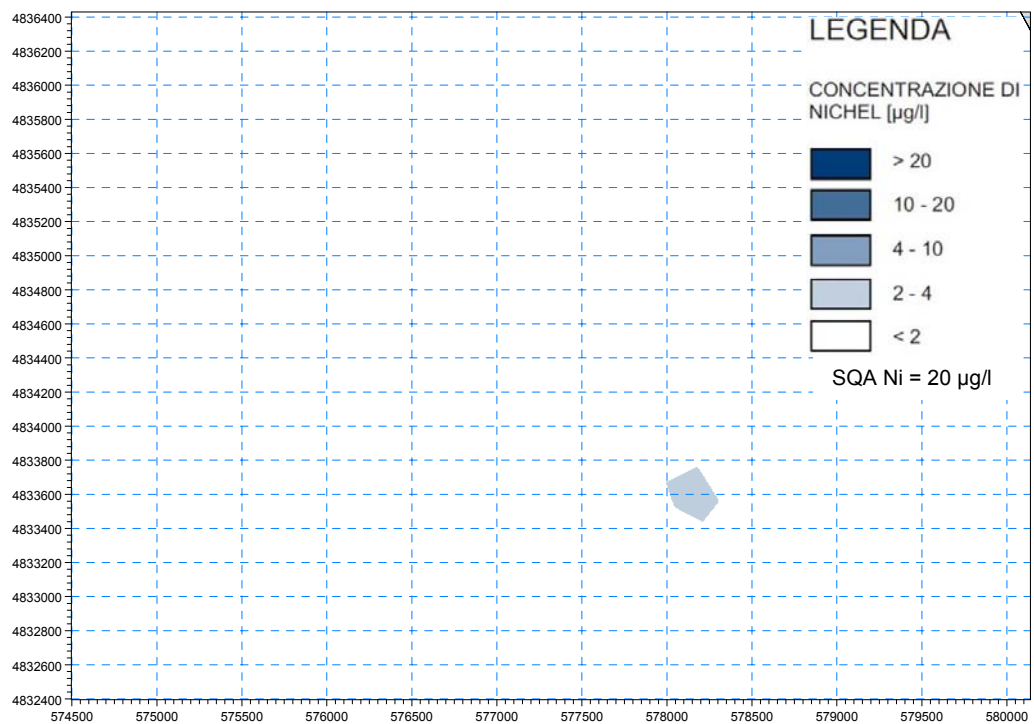


Figura 6.32: Concentrazioni di Nichel, Scenario S1 (Corrente 1 cm/s), Sezione Orizzontale a 5 m dal Fondo, t=32h

Scenario S2

Lo scenario S2 (corrente di circa 10 cm/s in direzione NO) presenta plume allungati nella direzione della corrente e durata della perturbazione ridotta rispetto allo scenario precedente.

Dall'analisi delle figure che seguono (sezioni orizzontali dei plume di Arsenico, Cromo e Nichel a 1 m dal fondo e a 5 m dal fondo) si osserva che:

- al termine delle operazioni si raggiungono, in prossimità del fondo, i massimi valori di concentrazione. Rispetto allo scenario precedente, i plume risultano più allungati di circa 300 m in direzione NO;
- dopo 1 h i valori di concentrazione sono notevolmente ridotti e i plume sono trascinati dalla corrente in direzione NO. Passate 4 ore dal termine delle operazioni le concentrazioni risultano trascurabili per tutti gli elementi analizzati.

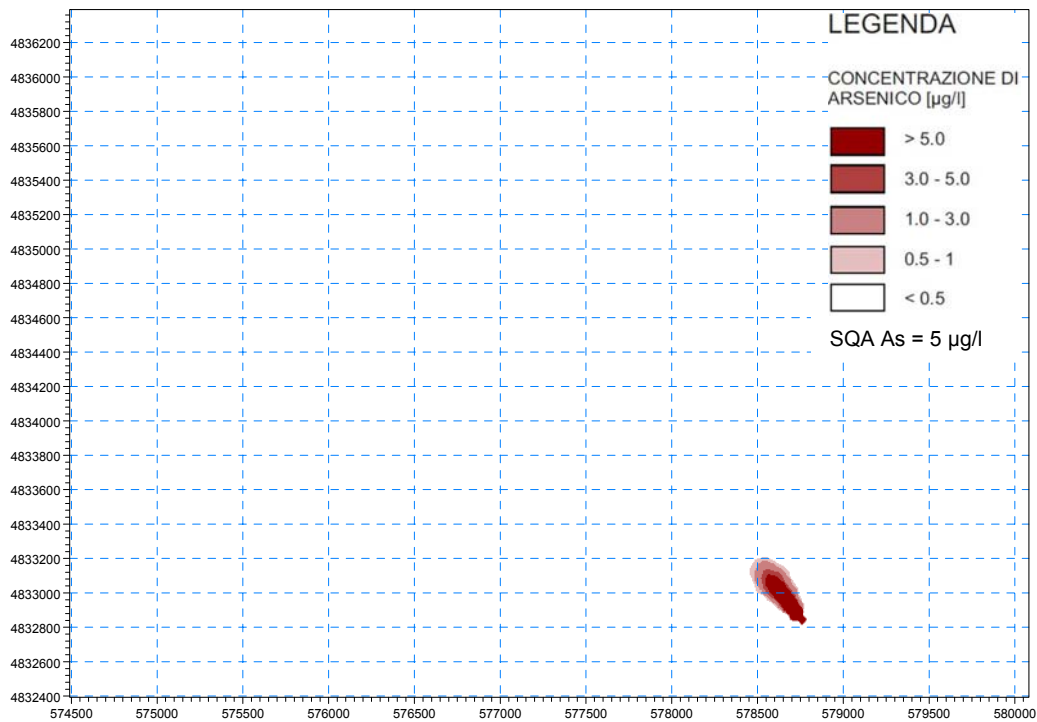


Figura 6.33: Concentrazioni di Arsenico, Scenario S2 (Corrente 10 cm/s), Sezione Orizzontale a 1 m dal Fondo, t=0 (Operazioni Terminate)

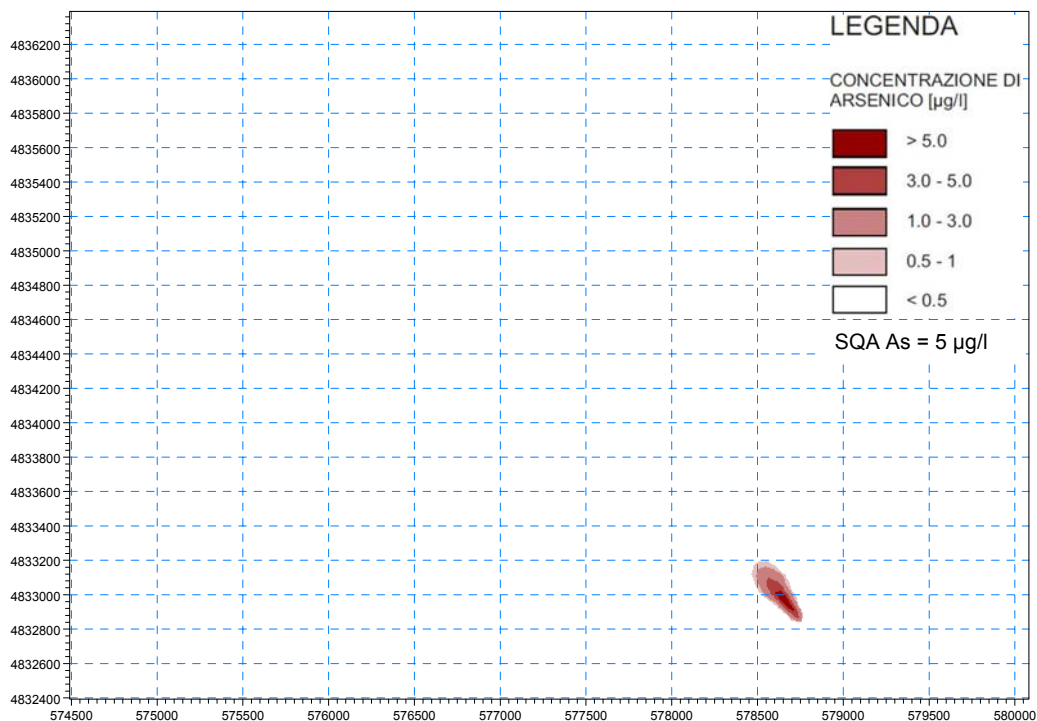


Figura 6.34: Concentrazioni di Arsenico, Scenario S2 (Corrente 10 cm/s), Sezione Orizzontale a 5 m dal Fondo, t=0 (Operazioni Terminate)

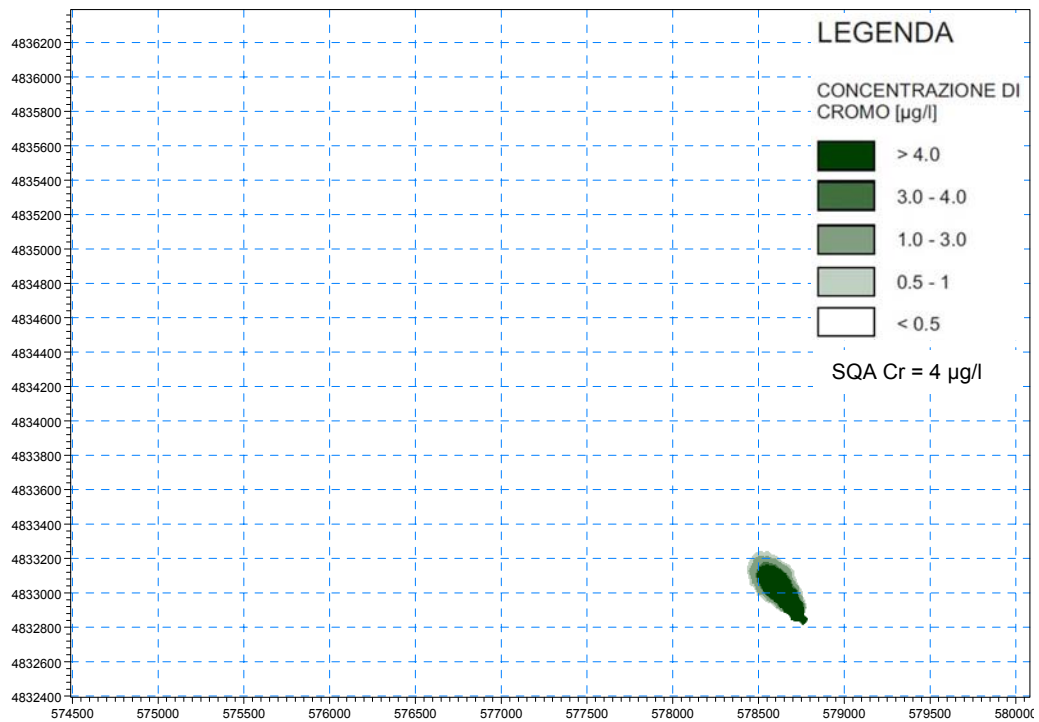


Figura 6.35: Concentrazioni di Cromo, Scenario S2 (Corrente 10 cm/s), Sezione Orizzontale a 1 m dal Fondo, t=0 (Operazioni Terminate)

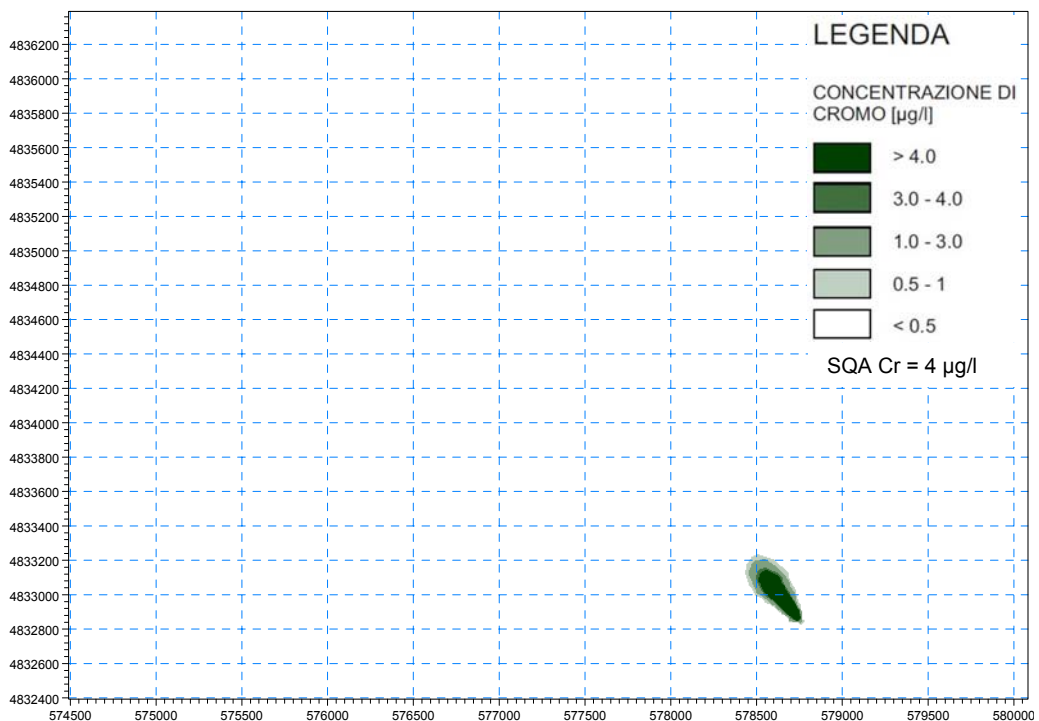


Figura 6.36: Concentrazioni di Cromo, Scenario S2 (Corrente 10 cm/s), Sezione Orizzontale a 5 m dal Fondo, t=0 (Operazioni Terminate)

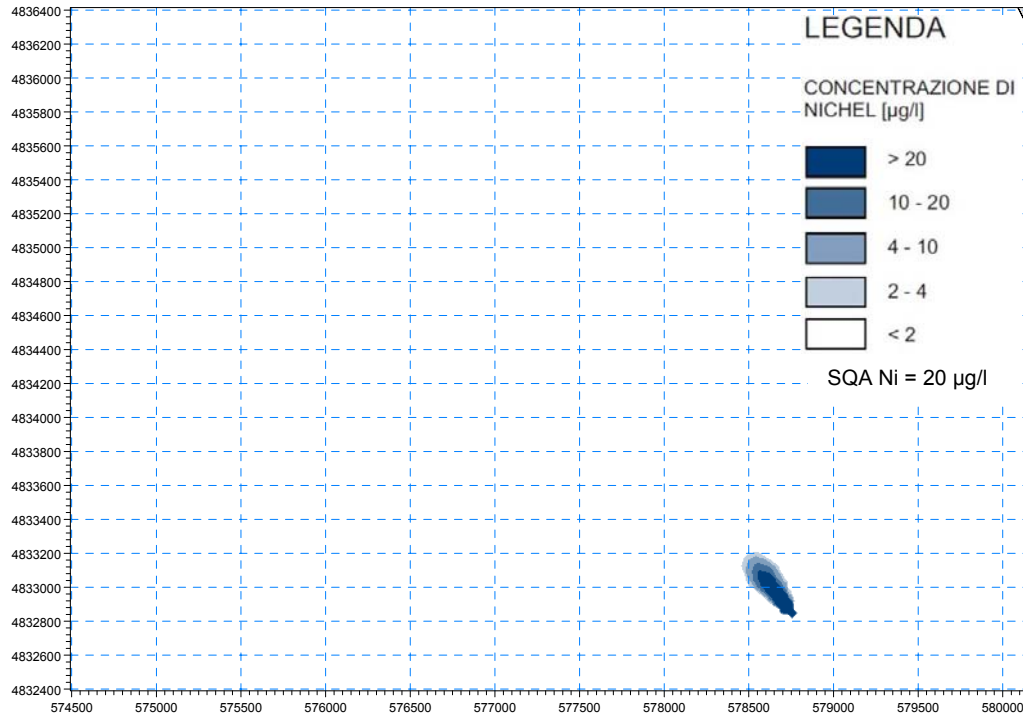


Figura 6.37: Concentrazioni di Nichel, Scenario S2 (Corrente 10 cm/s), Sezione Orizzontale a 1 m dal Fondo, t=0 (Operazioni Terminate)

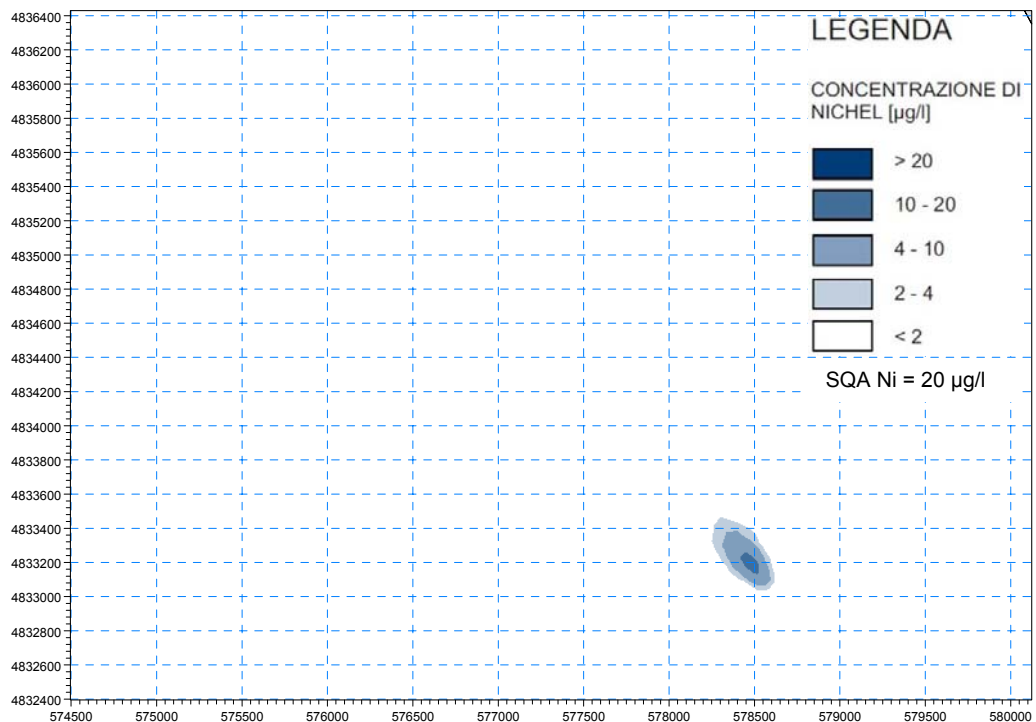


Figura 6.38: Concentrazioni di Nichel, Scenario S2 (Corrente 10 cm/s), Sezione Orizzontale a 5 m dal Fondo, t=0 (Operazioni Terminate)

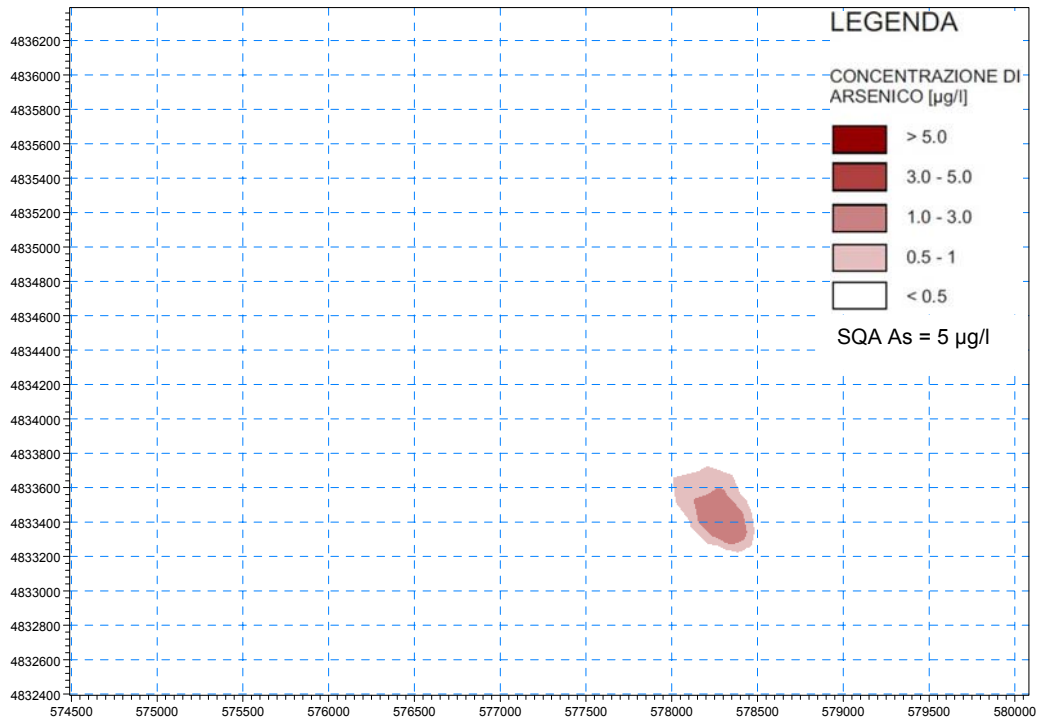


Figura 6.39: Concentrazioni di Arsenico, Scenario S2 (Corrente 10 cm/s), Sezione Orizzontale a 1 m dal Fondo, t=2h

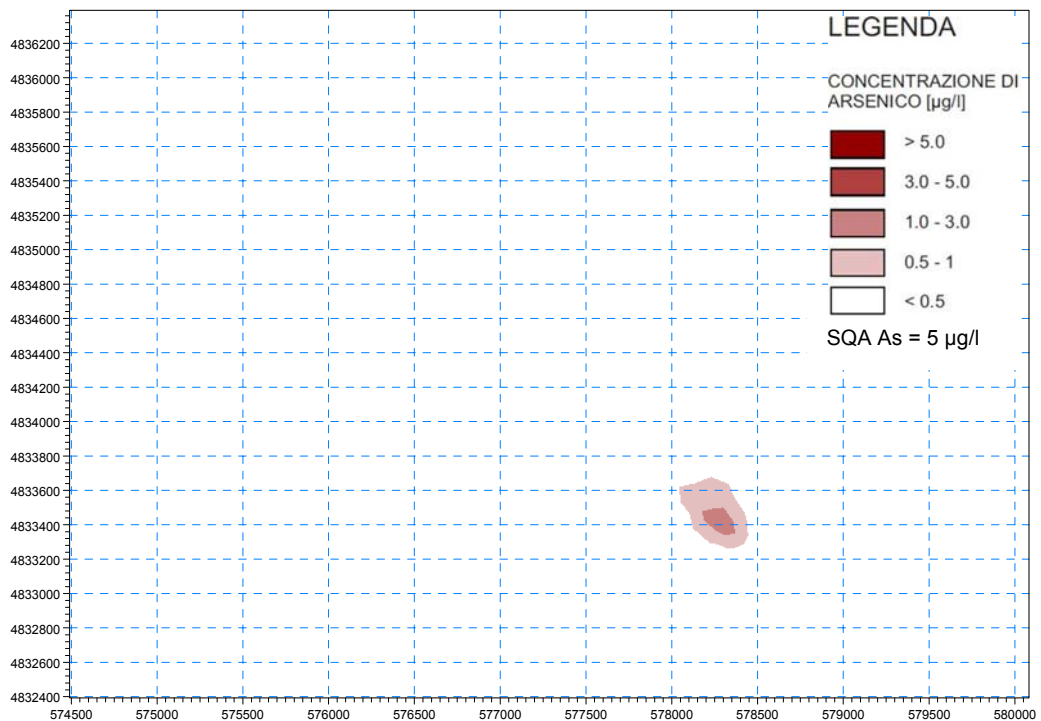


Figura 6.40: Concentrazioni di Arsenico, Scenario S2 (Corrente 10 cm/s), Sezione Orizzontale a 5 m dal Fondo, t=2h

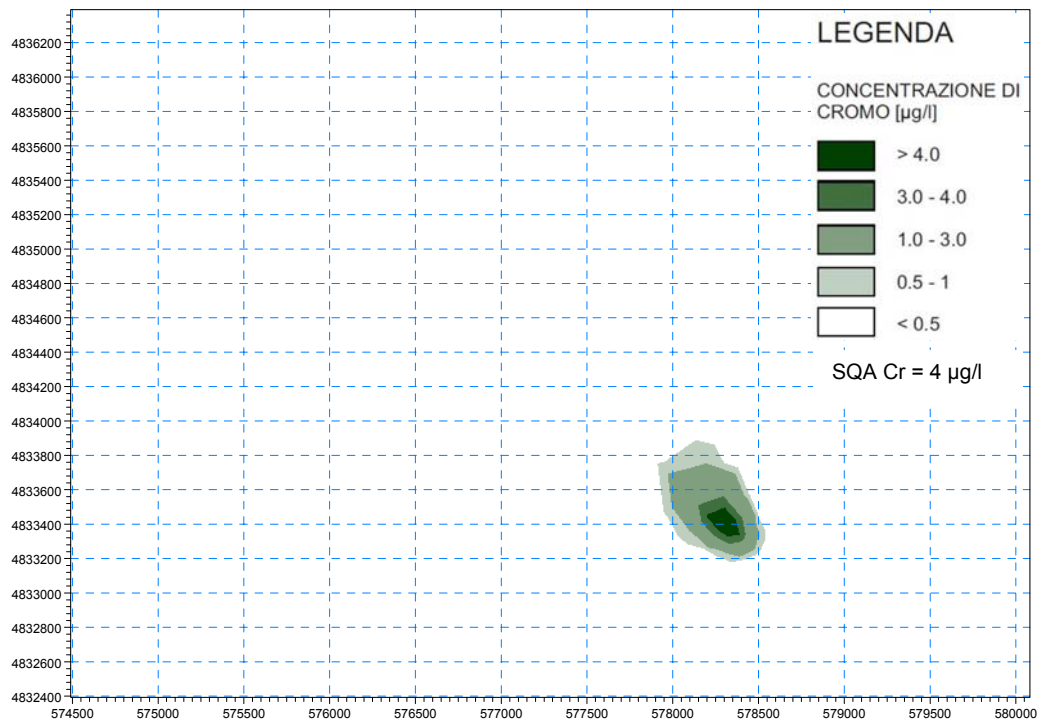


Figura 6.41: Concentrazioni di Cromo, Scenario S2 (Corrente 10 cm/s), Sezione Orizzontale a 1 m dal Fondo, t=2h

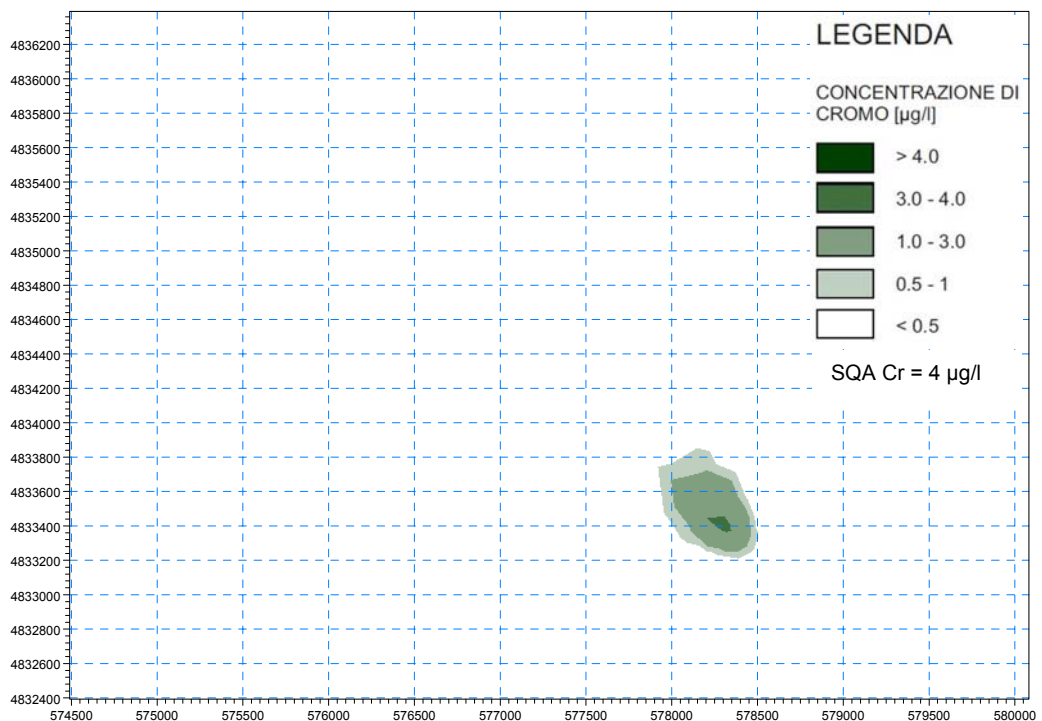


Figura 6.42: Concentrazioni di Cromo, Scenario S2 (Corrente 10 cm/s), Sezione Orizzontale a 5 m dal Fondo, t=2h

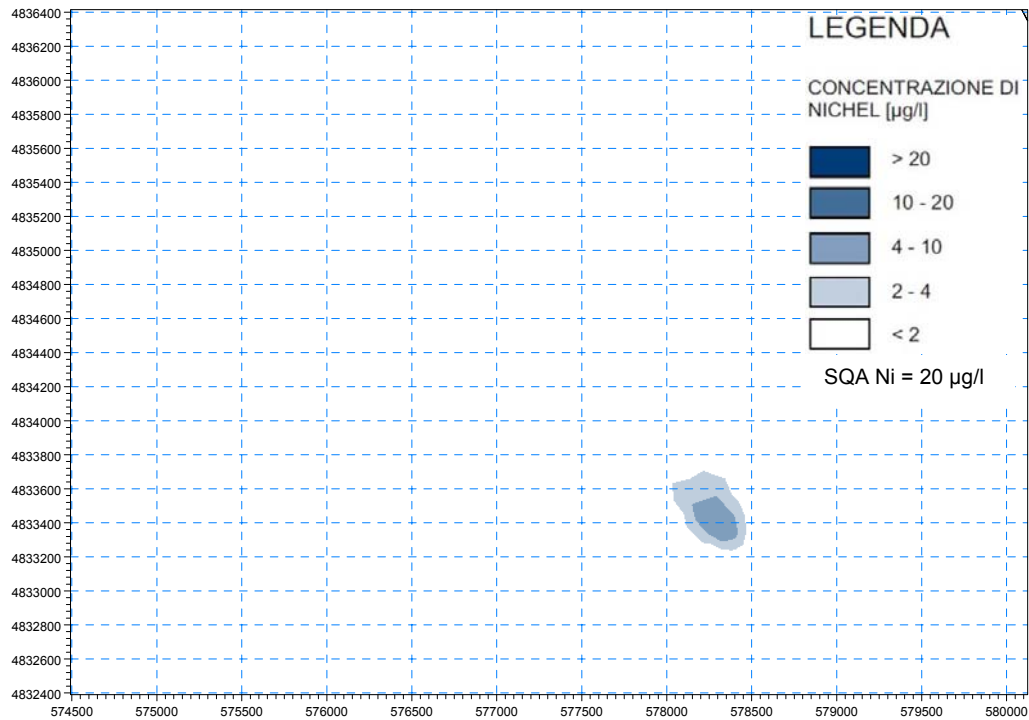


Figura 6.43: Concentrazioni di Nichel, Scenario S2 (Corrente 10 cm/s), Sezione Orizzontale a 1 m dal Fondo, t=2h

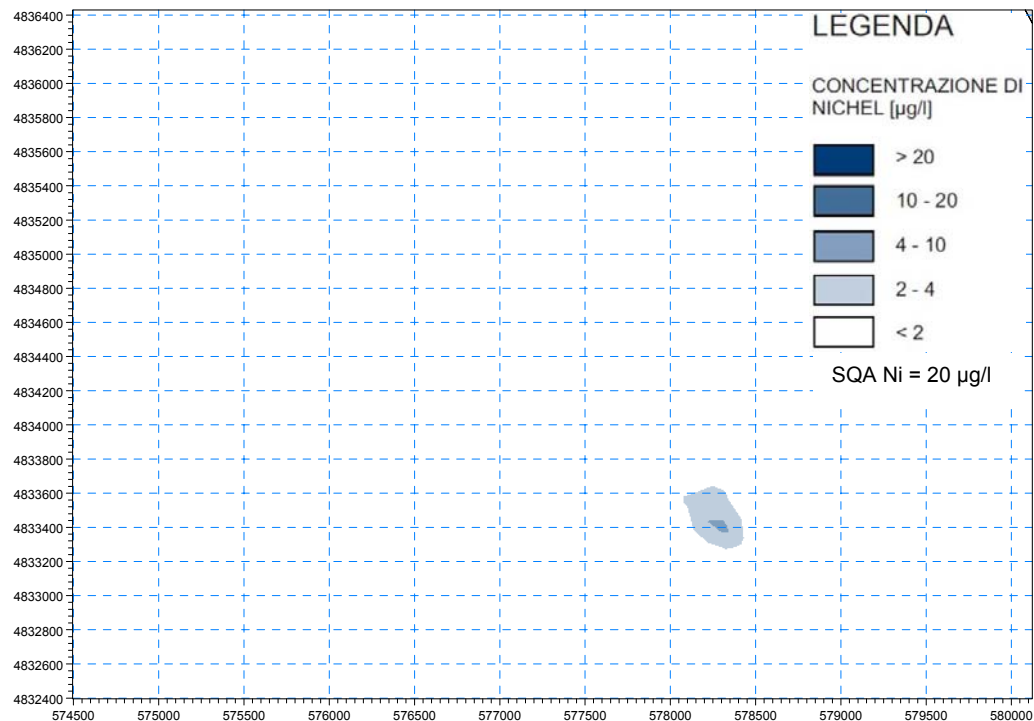


Figura 6.44: Concentrazioni di Nichel, Scenario S2 (Corrente 10 cm/s), Sezione Orizzontale a 5 m dal Fondo, t=2h

6.2.1.3 Conclusioni

Sulla base di quanto stimato tramite le simulazioni effettuate non si rilevano criticità, né per quanto concerne la risospensione di sedimenti, né per quanto riguarda il deposito, né per quanto riguarda potenziali effetti negativi sullo stato di qualità delle acque marine.

Si evidenzia ad ogni modo che tutte le attività saranno condotte in maniera tale da minimizzare la risospensione dei sedimenti: in particolare verranno adottati i mezzi e le tecnologie più idonei a tal fine.

Inoltre, tutte le operazioni saranno condotte con velocità moderata dei mezzi in maniera da minimizzare l'effetto di disturbo sul fondale marino e garantire la corretta infissione delle ancore (OLT, Saipem, 2012).

6.3 SUOLO E SOTTOSUOLO

6.3.1 Occupazione di Fondale

Come descritto al Paragrafo 4.2, l'intervento di modifica del sistema di ancoraggio esistente prevede la sostituzione di No. 4 delle No. 6 ancore esistenti e la rimozione delle No. 4 linee di ancoraggio relative alle ancore da sostituire e la messa in opera di No. 4 nuove linee di ancoraggio.

Le ancore esistenti saranno rimosse solo al termine della vita dell'impianto al fine di minimizzare le attività di movimentazione del fondale marino.

Rispetto al sistema di ancoraggio esistente è pertanto previsto un incremento della superficie occupata pari a circa 580 m², corrispondente alla superficie occupata dalle 4 nuove ancore, per la quale OLT ha sottoscritto in data 14 Giugno 2012 con la Capitaneria di Porto di Livorno, previo parere dell'Agenzia del Demanio e dell'Ufficio del Genio Civile per le OO.MM., un Atto Suppletivo di modifica della Concessione Demaniale.

La Concessione Demaniale rilasciata ad OLT per l'occupazione temporanea dello specchio acqueo e dell'area demaniale marittima è riferita ad un'area totale di 286,551 m² di cui circa 580 m², corrispondente alla superficie occupata dalle 4 nuove ancore.

Si evidenzia ad ogni modo che al termine della vita dell'impianto sia le ancore che le catene verranno rimosse: **l'impatto legato all'occupazione di fondale risulta essere pertanto reversibile, di lieve entità, a lungo termine.**

6.4 RUMORE

6.4.1 Impatto del Rumore Antropogenico sui Mammiferi Marini

6.4.1.1 Considerazioni Generali

L'esposizione al rumore di origine antropica può produrre un'ampia gamma di effetti sugli organismi acquatici, in particolare sui mammiferi marini, e specialmente sui cetacei, che comunicano, navigano, si orientano e individuano le prede grazie al suono. Le diverse specie di cetacei emettono suoni in specifici range di frequenza utilizzando dei veri e propri canali comunicativi in cui viaggiano le informazioni.

Un suono di basso livello può essere udibile ma non produrre alcun effetto visibile, viceversa può causare il mascheramento dei segnali acustici e indurre l'allontanamento degli animali dall'area esposta al rumore. Aumentando il livello del suono, gli animali possono essere soggetti a condizioni acustiche capaci di produrre disagio o stress fino ad arrivare al danno acustico vero e proprio con perdita di sensibilità uditiva, temporanea o permanente.

L'esposizione a rumori molto forti, come le esplosioni a breve distanza, può addirittura produrre danni fisici permanenti ad altri organi oltre a quelli uditivi e può in alcuni casi portare al decesso del soggetto colpito (ISPRA, 2012).

L'effetto fondamentale di un trauma acustico consiste nella diminuzione della capacità uditiva che si manifesta come innalzamento della soglia di sensibilità (innalzamento temporaneo (TTS) o permanente (PTS) del livello di soglia) che corrisponde ad una perdita di sensibilità uditiva. Tuttavia, l'esposizione al rumore può esercitare un effetto negativo sui cetacei anche se al di sotto dei livelli che provocano perdita di sensibilità uditiva. La continua esposizione a rumori di basso livello può avere ripercussioni sul comportamento e sul benessere psicofisico dei mammiferi marini provocando un impatto a lungo termine sulle popolazioni.

Southall et al. (2007) ha condotto uno studio specifico per valutare i livelli di esposizione al rumore al di sopra dei quali sono attesi effetti negativi sui vari gruppi di mammiferi marini. In particolare sono state considerate due categorie di effetti:

- danni;
- disturbi comportamentali.

I livelli di soglia proposti sono stati ulteriormente classificati in base alle capacità funzionali di udito dei diversi gruppi di mammiferi marini e alle diverse categorie di suoni di origine antropica tipici delle attività offshore.

Innanzitutto per quanto concerne le categorie di suono vengono identificate le seguenti 3 tipologie:

- impulso singolo;
- impulso multiplo;
- non impulsivo.

Le caratteristiche di tali tipi di rumore sono riportati nella seguente tabella:

Tabella 6.3: Tipo di Suono, Caratteristiche Acustiche (alla Sorgente) ed Esempi di Sorgenti Sonore Antropiche (Southall et al., 2007)

Sound type	Acoustic characteristics (at source)	Examples
Single pulse	Single acoustic event; > 3-dB difference between received level using impulse vs equivalent continuous time constant	Single explosion; sonic boom; single airgun, watergun, pile strike, or sparker pulse; single ping of certain sonars, depth sounders, and pingers
Multiple pulses	Multiple discrete acoustic events within 24 h; > 3-dB difference between received level using impulse vs equivalent continuous time constant	Serial explosions; sequential airgun, watergun, pile strikes, or sparker pulses; certain active sonar (IMAPS); some depth sounder signals
Nonpulses	Single or multiple discrete acoustic events within 24 h; < 3-dB difference between received level using impulse vs equivalent continuous time constant	Vessel/aircraft passes; drilling; many construction or other industrial operations; certain sonar systems (LFA, tactical mid-frequency); acoustic harassment/deterrent devices; acoustic tomography sources (ATOC); some depth sounder signals

Sulla base delle conoscenze attuali delle capacità uditive funzionali dei mammiferi marini, sono state definite le seguenti 5 categorie:

- cetacei sensibili alle basse frequenze (misticeti);
- cetacei sensibili alle medie frequenze (odontoceti);
- cetacei sensibili alle alte frequenze (odontoceti);
- pinnipedi in acqua;
- pinnipedi in aria.

Con riferimento ai cetacei, nella tabella seguente sono riportate, per ciascuna categoria sopra citata, le bande uditive stimate e i generi rappresentati per ciascun gruppo.

Tabella 6.4: Capacità Uditive Funzionali dei Cetacei (Southall et al., 2007)

Functional hearing group	Estimated auditory bandwidth	Genera represented (Number species/subspecies)	Frequency-weighting network
Low-frequency cetaceans	7 Hz to 22 kHz	<i>Balaena, Caperea, Eschrichtius, Megaptera, Balaenoptera</i> (13 species/subspecies)	M _{lf} (lf: low-frequency cetacean)
Mid-frequency cetaceans	150 Hz to 160 kHz	<i>Steno, Sousa, Sotalia, Tursiops, Stenella, Delphinus, Lagenodelphis, Lagenorhynchus, Lissodelphis, Grampus, Peponocephala, Feresa, Pseudorca, Orcinus, Globicephala, Orcaella, Physeter, Delphinapterus, Monodon, Ziphius, Berardius, Tasmacetus, Hyperoodon, Mesoplodon</i> (57 species/subspecies)	M _{mf} (mf: mid-frequency cetaceans)
High-frequency cetaceans	200 Hz to 180 kHz	<i>Phocoena, Neophocaena, Phocoenoides, Platanista, Inia, Kogia, Lipotes, Pontoporia, Cephalorhynchus</i> (20 species/subspecies)	M _{hf} (hf: high-frequency cetaceans)

Nella tabella seguente si riportano i valori soglia per i diversi tipi di suono che originano le prime significative risposte comportamentali nei diversi gruppi di cetacei.

Tabella 6.5: Valori soglia per diversi tipi di rumore capaci di causare le prime significative risposte comportamentali in diverse specie di mammiferi marini (ISPRA, 2012)

Valori soglia per Impulsi singoli (tipo battipali):
Sound exposure levels SEL: 183 dB re: 1 $\mu\text{Pa}^2\text{-s}$
Valori soglia per Impulsi multipli (tipo survey geosismici):
Cetacei bassa frequenza: 120 dB re: 1 μPa RL (RMS/pulse duration)
Cetacei media frequenza: 90-180 dB re: 1 μPa RL (RMS/pulse duration)
Cetacei alta frequenza: non applicabile
Valori soglia per rumori non impulsivi (tipo perforazione, navi etc):
Cetacei bassa frequenza: 100-110 dB re: 1 μPa RMS SPL
Cetacei media frequenza: 110-120 dB re: 1 μPa RMS SPL
Cetacei alta frequenza: 140-150 dB re: 1 μPa RMS SPL

Fonte: modificato da Southall et al. 2007, pp 456-460

Legenda :

SEL = Sound Exposure Level

SPL = Sound Pressure Level

Nelle tabelle seguenti si riportano i valori soglia elaborati per la perdita permanente (PTS) e temporanea (TTS) di sensibilità uditiva.

Tabella 6.6: Valori soglia per mammiferi marini esposti a diversi tipi di rumore capaci di originare perdita permanente (PTS) di sensibilità uditiva (ISPRA, 2012)

Marine mammal group	Sound type		
	Single pulses	Multiple pulses	Non-pulses (includes continuous noise)
Low-frequency cetaceans			
Sound pressure level	230 dB re: 1 μPa (peak)(flat)	230 dB re: 1 μPa (peak)(flat)	230 dB re: 1 μPa (peak)(flat)
Sound exposure level	198 dB re: 1 $\mu\text{Pa}^2\text{-s}$	198 dB re: 1 $\mu\text{Pa}^2\text{-s}$	215 dB re: 1 $\mu\text{Pa}^2\text{-s}$
Mid-frequency cetaceans			
Sound pressure level	230 dB re: 1 μPa (peak)(flat)	230 dB re: 1 μPa (peak)(flat)	230 dB re: 1 μPa (peak)(flat)
Sound exposure level	198 dB re: 1 $\mu\text{Pa}^2\text{-s}$	198 dB re: 1 $\mu\text{Pa}^2\text{-s}$	215 dB re: 1 $\mu\text{Pa}^2\text{-s}$
High-frequency cetaceans			
Sound pressure level	230 dB re: 1 μPa (peak)(flat)	230 dB re: 1 μPa (peak)(flat)	230 dB re: 1 μPa (peak)(flat)
Sound exposure level	198 dB re: 1 $\mu\text{Pa}^2\text{-s}$	198 dB re: 1 $\mu\text{Pa}^2\text{-s}$	215 dB re: 1 $\mu\text{Pa}^2\text{-s}$

Fonte: modificato da Southall et al. 2007

Tabella 6.7: Valori soglia per mammiferi marini esposti a diversi tipi di rumore capaci di originare perdita temporanea (TTS) di sensibilità uditiva (ISPRA, 2012)

Marine mammal group	Sound type		
	Single pulses	Multiple pulses	Non-pulses
Low-frequency cetaceans			
Sound pressure level	224 dB re: 1 μ Pa (peak)(flat)	224 dB re: 1 μ Pa (peak)(flat)	224 dB re: 1 μ Pa (peak)(flat)
Sound exposure level	183 dB re: 1 μ Pa ² -s	183 dB re: 1 μ Pa ² -s	195 dB re: 1 μ Pa ² -s
Mid-frequency cetaceans			
Sound pressure level	224 dB re: 1 μ Pa (peak)(flat)	224 dB re: 1 μ Pa (peak)(flat)	224 dB re: 1 μ Pa (peak)(flat)
Sound exposure level	183 dB re: 1 μ Pa ² -s	183 dB re: 1 μ Pa ² -s	195 dB re: 1 μ Pa ² -s
High-frequency cetaceans			
Sound pressure level	224 dB re: 1 μ Pa (peak)(flat)	224 dB re: 1 μ Pa (peak)(flat)	224 dB re: 1 μ Pa (peak)(flat)
Sound exposure level	183 dB re: 1 μ Pa ² -s	183 dB re: 1 μ Pa ² -s	195 dB re: 1 μ Pa ² -s

Fonte: modificato da Southall et al. 2007

Come evidenziato al Paragrafo 5.3.1, le specie da considerarsi regolari e più facilmente avvistabili nell'area di interesse risultano essere *Tursiops truncatus*, *Stenella coeruleoalba* e *Balaenoptera physalus*, quest'ultima in maniera più sporadica.

Con riferimento ai valori riportati nelle tabelle precedenti, per quanto concerne i cetacei sensibili alle medie frequenze (quali il Tursiopo e la Stenella) e considerando una tipologia di suono non impulsiva, associata ad un'attività quale quella in esame, sono previsti i seguenti valori di soglia:

- Valore di soglia per risposta comportamentale: 110-120 dB re: 1 μ Pa (SPL);
- Valore di soglia per perdita permanente (PTS) di sensibilità auditiva:
 - 230 dB re: 1 μ Pa (peak) (flat) (SPL),
 - 215 dB re: 1 μ Pa²-s (SEL);
- Valore di soglia per perdita temporanea (TTS) di sensibilità auditiva:
 - 224 dB re: 1 μ Pa (peak) (flat) (SPL),
 - 195 dB re: 1 μ Pa²-s (SEL).

6.4.1.2 Stima dell'Impatto e Misure di Mitigazione

Il livello massimo di emissione sonora del mezzo impiegato nelle attività legate alla modifica del sistema di ancoraggio del Terminale riferita alla fase di DP Mode (Dinamic Positioning) è stato stimato essere pari a circa 104 dB(A) (valore misurato) (OLT Offshore LNG Toscana S.p.A., 2012c). Si sottolinea che tale valore, essendo riferito alla sala motori, non tiene conto dei fattori di attenuazione (barriere fisiche).

I valori di soglia per perdita temporanea e permanente di sensibilità auditiva risultano notevolmente superiori rispetto a tali valori, quindi è ragionevole escludere l'insorgenza di possibili danni né temporanei né permanenti nei cetacei eventualmente presenti. L'unica conseguenza, legata alla risposta comportamentale, potrebbe risultare in un temporaneo allontanamento di tali specie.

Si evidenzia inoltre che l'area marina in cui si svolgeranno le attività è già interessata da traffici marittimi ed è dunque presumibile che la presenza del mezzo impiegato non incida in maniera significativa sul rumore di fondo.

In considerazione della tipologia di attività e della sua durata limitata (al massimo pari a 25 giorni) **l'impatto può quindi essere ragionevolmente considerato di lieve entità, temporaneo e reversibile.**

Si evidenzia ad ogni modo che, al fine di limitare il più possibile gli impatti, si eviterà di mantenere il mezzo alla massima potenza quando non strettamente richiesto dalle operazioni.

6.5 ECOSISTEMA MARINO

6.5.1 Effetti sugli Organismi Marini connessi alla Produzione di Emissioni Sonore Sottomarine

Per la valutazione di tale aspetto si rimanda a quanto già trattato al Paragrafo 6.4.1.

6.5.2 sottrazione e Modificazione degli Habitat connessa alla Presenza Fisica delle Nuove Strutture

La modifica prevista al sistema di ancoraggio esistente del Terminale comporta, rispetto alla situazione attuale, unicamente l'occupazione di ulteriori 580 m². A tale occupazione di fondale è potenzialmente associata una sottrazione di habitat.

Relativamente a tale aspetto, si evidenzia che, come descritto ai Paragrafi 5.2 e 5.3, le nuove ancore saranno posate, così come già avvenuto per le esistenti, su fondali siltoso-argillosi interessando biocenosi dei Fanghi Terrigeni Costieri. Non si ritiene pertanto che la sottrazione di habitat e la potenziale modificazione dei sedimenti intorno alle aree interessate sia in grado di provocare effetti significativi.

La presenza fisica delle nuove strutture (ancore e catene) crea condizioni di habitat differenti rispetto a quelle originali: le nuove strutture potranno pertanto fornire un nuovo substrato per futura colonizzazione da parte degli organismi bentonici.

In considerazione di quanto sopra **l'impatto connesso alla presenza fisica delle nuove ancore e catene risulta essere non significativo, a lungo termine e reversibile.**

6.6 ECOSISTEMA ANTROPICO

6.6.1 Interferenze con i Traffici Marittimi

In considerazione della tipologia di attività e della durata limitata della stessa, non sono prevedibili significative interferenze con il traffico marittimo locale.

Si sottolinea inoltre che l'attività, che sarà svolta da un unico mezzo, interesserà lo specchio acqueo nelle immediate vicinanze del Terminale che, dal momento di arrivo dello stesso, sarà comunque interdetto alla navigazione per un raggio pari a 2 miglia nautiche centrato sul Terminale (si veda il Paragrafo 3.2)

In considerazione di quanto sopra **l'impatto connesso alle interferenze sui traffici marittimi legati alle attività di sostituzione del sistema di ancoraggio esistente risulta non significativo e temporaneo.**

6.6.2 Interferenze con le Attività di Pesca

Durante le operazioni connesse alla modifica del sistema di ancoraggio esistente si potrà avere un momentaneo disturbo e conseguente allontanamento delle specie ittiche presenti.

Come evidenziato nel Paragrafo 5.4.2 l'areale di pesca delle imbarcazioni a strascico delle marinerie di Viareggio e Livorno è molto vasto. L'area ove sarà ubicato il Terminale, e dove verranno effettuate le operazioni legate alla modifica del sistema di ancoraggio esistente, rappresenta una frazione trascurabile di tale areale.

Si sottolinea inoltre che nell'area del Terminale la pesca a strascico non risulta attualmente praticata in quanto la medesima è già interessata dal sistema di ancoraggio esistente.

Altre tipologie di pesca (es. pesca artigianale con reti ed attrezzi da posta, pesca con reti a circuizione, pesca con rapidi o ramponi) vengono invece effettuate prevalentemente sui fondali in prossimità della costa, senza alcuna interazione con l'area di interesse.

In considerazione di quanto sopra **l'impatto connesso alle interferenze con le attività di pesca legate alle operazioni per la modifica del sistema di ancoraggio esistente risulta non significativo e temporaneo.**

REFERENCES

CIBM, 2012, “Caratterizzazione fisica, chimica, ecotossicologica e microbiologica dei sedimenti marini e descrizione dei popolamenti bentonici e ittici dell’area circostante il terminale di rigassificazione” (Giugno 2012).

ISPRA, 2012, “Rapporto Tecnico, Valutazione e Mitigazione dell’Impatto Acustico dovuto alle Prospezioni Geofisiche nei Mari Italiani” (Maggio 2012).

OLT Offshore LNG Toscana S.p.A., 2012a, Comunicazione a D’Appolonia del 8 Giugno 2012 (Doc. No. 11-019-B41)

OLT Offshore LNG Toscana S.p.A., 2012b, Comunicazione a D’Appolonia del 8 Giugno 2012 (Doc. No. 11-019-B42)

OLT Offshore LNG Toscana S.p.A., 2012c, Comunicazione a D’Appolonia del 8 Giugno 2012 (Doc. No. 11-019-B40)

OLT Offshore LNG Toscana S.p.A., 2007, “Terminale Offshore di Rigassificazione GNL di Livorno, Studio sulla Sicurezza della Navigazione in prossimità del Terminale”.

OLT, Saipem, 2012, Relazione Tecnica “Modifica al Sistema di Ancoraggio del Terminale FSRU Toscana” (Doc No. 033470-AA-C00-000-NS-0001, Rev.A04 del 12/06/2012).

Regione Toscana, 2011, “L’Osservatorio Toscano dei Cetacei”, Allegato B.

B.L. Southall, A.E. Bowles, W.T. Ellison, J.J. Finneran, R.L. Gentry, C.R. Greene Jr., D. Kastak, D.R. Ketten, J.H. Miller, P.E. Nachtigall, W.J. Richardson, J.A. Thomas, & P.L. Tyack, 2007, “Marine Mammal Noise Exposure Criteria: Initial Scientific Recommendations”, Aquatic Mammals, Volume 33, Number 4, 2007 ISSN 0167-5427.

APPENDICE A
DETERMINAZIONE NO. 2313 DEL 23 MAGGIO 2012 EMESSA DAL SERVIZIO
AMBIENTE DELLA PROVINCIA DI PISA
(AUTORIZZAZIONE MOVIMENTAZIONE FONDALI MARINI PER POTENZIAMENTO
ANCORAGGIO TERMINALE GALLEGGIANTE DI RIGASSIFICAZIONE)



PROVINCIA DI PISA

SERVIZIO AMBIENTE

Proposta nr. 2340	Del 23/05/2012
Determinazione nr. 2313	Del 23/05/2012

Oggetto: Autorizzazione movimentazione fondali marini per potenziamento ancoraggio
Terminale galleggiante di rigassificazione , Soc. OLT Offshore LNG Toscana.

IL DIRIGENTE

VISTA la L.R. n. 88 del 01/12/98 relativa alla movimentazione di fondali marini connessi alla posa in mare di cavi e condotte non avente carattere internazionale;

VISTA la L.R. n. 19 del 04/04/2003 che modifica l'art 20 comma 2 della L.R. n. 88 del 01/12/98 attribuendo alle Provincie le funzioni amministrative relative al rilascio delle autorizzazioni riguardanti tra le altre l'attività di movimentazione di fondali marini connessa alla posa in mare di cavi e condotte non avente carattere internazionale;

PREMESSO che:

- la Società OLT Offshore LNG Toscana è titolare di un'autorizzazione alla realizzazione e all'esercizio di un terminale di rigassificazione galleggiante da collocare al largo delle coste Toscane rilasciata dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare con Decreto del 23 febbraio 2006;
- il suddetto progetto è stato sottoposto a Valutazione di Impatto Ambientale da parte del Ministero dell'Ambiente e del Territorio di concerto con il Ministero per i beni e le attività culturali, che ha espresso parere positivo con diverse prescrizioni di cui alcune riguardanti la realizzazione dei tratti di gasdotto a terra e a mare per il trasporto del gas naturale dal terminale galleggiante alla rete di distribuzione nazionale;

-che il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare demanda alle autorità competenti il rilascio delle autorizzazioni relative alle operazioni di movimentazione dei fondali marini;

-che il rilascio dell'autorizzazione alla movimentazione dei fondali marini per la realizzazione del tratto a mare è di competenza del Servizio Ambiente di questa Provincia;

-con D.D. n. 2013 del 11/03/2009 questa Provincia ha rilasciato l'autorizzazione alla movimentazione dei fondali marini per la realizzazione della condotta a mare di collegamento del terminale galleggiante offshore alla rete di distribuzione nazionale del gas, da parte della Soc. OLT Offshore LNG Toscana;

-la Società OLT Offshore LNG ha inoltrato a questa Provincia la richiesta di autorizzazione all'intervento di potenziamento del sistema di ancoraggio del Terminale galleggiante di rigassificazione, ai fini della movimentazione dei fondali marini che l'intervento comporta;

VALUTATE congiuntamente con ARPAT le modalità di esecuzione del suddetto intervento che prevede la sostituzione delle 4 catene già posizionate e delle relative 4 ancore per garantire un ulteriore sovradimensionamento del sistema di ancoraggio;

CONSIDERATO che l'intervento non comporta l'asportazione di sedimenti marini ma la risospensione dei sedimenti naturalmente depositatisi sulle catene e sulle ancore dal momento della loro collocazione, completatisi nel febbraio 2011, fino ad oggi per un quantitativo stimato di circa 160 mc per ciascuna ancora e con una tempistica breve pari a circa 25 giorni, tali da non determinare problematiche di natura ambientale ;

RITENUTO di poter procedere al rilascio dell'autorizzazione all'intervento richiesto con le modalità previste dal progetto inoltrato dalla Soc. OLT Offshore LNG e con la prescrizione di realizzare comunque l'intervento in periodi di non balneazione;

ACCERTATA la propria competenza a determinare ai sensi dell'art. 107 del T.U. n. 267 del 18.8.2000 e dell'articolo 1.3.10 del regolamento sull'ordinamento degli Uffici e dei Servizi di questo Ente;

DETERMINA

- 1)di autorizzare l'intervento di cui in premessa per quanto di competenza di questa amministrazione ai sensi della L.R. n. 19 del 04/04/2003, limitatamente alla movimentazione dei fondali marini con le modalità previste dal progetto inoltrato dalla Soc. OLT Offshore LNG;
- 2)di prescrivere:
 - a) di realizzare l'intervento in periodi di non balneazione;
 - b) di comunicare a questa Provincia la data di inizio e di fine dei lavori;

3)di precisare che contro il presente provvedimento è ammesso ricorso in opposizione, da presentare al Dirigente di Servizio competente entro 30 giorni dalla pubblicazione del presente atto. E' fatta salva comunque la possibilità di ricorrere o per via giurisdizionale al TAR della Regione Toscana o per via straordinaria al Capo dello Stato, rispettivamente entro 60 giorni o 120 giorni ai sensi di Legge. E' comunque possibile rivolgersi al difensore civico provinciale in forma scritta e anche in modo informale, senza termine di scadenza;

4)di trasmettere copia del presente atto alla Società OLT Offshore LNG Toscana S.p.A. Via Gaspare Spontini, 22 00198 Roma, all'ARPAT di Pisa.

IL DIRIGENTE

Laura Pioli

Ai sensi dell'art. 124 , comma 1 T.U. Enti locali il presente provvedimento è in pubblicazione all'albo pretorio informatico per 15 giorni consecutivi dal 23/05/2012 al 07/06/2012.

IL RESPONSABILE

Luisa Bertelli

L'atto è sottoscritto digitalmente ai sensi del Dlgs n. 10/2002 e del T.U. n. 445/2000

APPENDICE B
“CARATTERIZZAZIONE FISICA, CHIMICA, ECOTOSSICOLOGICA E MICROBIOLOGICA
DEI SEDIMENTI MARINI E DESCRIZIONE DEI POPOLAMENTI BENTONICI E ITTICI
DELL’AREA CIRCOSTANTE IL TERMINALE DI RIGASSIFICAZIONE”



OLT OFFSHORE LNG TOSCANA SPA

**Caratterizzazione fisica, chimica,
ecotossicologica e microbiologica dei
sedimenti marini e descrizione dei
popolamenti bentonici e ittici dell'area
circostante il terminale di rigassificazione
FSRU Toscana**

Giugno, 2012



Consorzio per il Centro Interuniversitario di Biologia Marina "G. Bacci"

V.le N. Sauro, 4 Livorno



INDICE

Premessa	3
Capitolo 1 – Materiali e metodi	
1.1 CAMPIONAMENTO	4
1.2 METODICHE DI ANALISI	
1.2.1 Analisi fisiche	6
1.2.2 Analisi chimiche	6
1.2.3 Analisi microbiologiche	7
1.2.4 Analisi ecotossicologiche	7
1.2.5 Comunità bentoniche	10
1.2.6 Popolamenti ittici	10
Capitolo 2 – Risultati	
2.1 Analisi fisiche	11
2.2 Analisi chimiche	11
2.3 Analisi microbiologiche	15
2.4 Analisi ecotossicologiche	15
2.5 Comunità bentoniche	18
2.6 Popolamenti ittici	23
Capitolo 3 – Conclusioni	25
Riferimenti bibliografici	25
Appendice	
Schede granulometriche	27
Riferimenti normativi	30

Premessa

Il presente studio, commissionato da OLT Offshore LNG Toscana Spa, è rivolto alla descrizione delle caratteristiche ambientali dei fondali di un'area marina situata al largo della costa toscana tra Pisa e Livorno, futura sede del terminale di rigassificazione galleggiante FSRU Toscana.

In particolare sono state valutate le caratteristiche fisiche, chimiche, microbiologiche ed ecotossicologiche dei sedimenti dell'area ed è stata effettuata la caratterizzazione del popolamento macrobentonico.

Lo studio è stato condotto in corrispondenza di 4 stazioni di prelievo situate nell'intorno dell'area destinata ad accogliere il terminale galleggiante.

Per quanto riguarda l'interpretazione dei risultati si precisa che, attualmente, non esistono limiti normativi riferibili al caso in esame.

Si è ritenuto, tuttavia, utile confrontare i risultati ottenuti con gli standard di qualità del D.M. 56/2009 (ripresi nel D.M. 260/2010) nonché con i valori del Livello Chimico di Base (LCB) e del Livello Chimico Limite (LCL) riportati nel "Manuale per la Movimentazione dei sedimenti marini" Icram-Apat Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (2006) (di seguito Manuale dei sedimenti).

Inoltre sono stati tenuti in considerazione anche i valori chimici cautelativi per alcune sostanze pericolose prioritarie riportati nel medesimo Manuale.

Tutti i riferimenti (riportati in allegato) devono essere considerati del tutto indicativi essendo stati messi a punto per finalità differenti da quella in esame.

.

Capitolo 1 – Materiali e metodi

1.1 CAMPIONAMENTO

Le operazioni di campionamento sono state effettuate il 12 marzo 2012, le stazioni di prelievo sono riportate in **tabella 1** e nella **figura 1**.

Il sedimento è stato prelevato mediante box corer. Dal campione raccolto sono stati prelevati i primi 5 cm per le analisi fisiche e chimiche.

I sedimenti destinati a tali analisi sono stati portati, il giorno stesso del campionamento, presso i laboratori e sottoposti ad analisi.

Il campionamento dei sedimenti per la caratterizzazione di popolamenti bentonici è stato effettuato tramite benna Van Veen con volume pari a 25 litri e superficie di campionamento di 0,1 m². Ciascun campione è stato setacciato su maglia 0,5 mm e fissato in formalina al 8 % in acqua di mare per ridurre eventuali fenomeni di shock osmotico. In ciascuna stazione sono state prelevate 3 repliche. Una ulteriore replica è stata prelevata per le analisi eco tossicologiche.

Tabella 1 - Coordinate teoriche e reali delle stazioni di campionamento. Viene inoltre riportata la codifica interna con cui sono stati accettati i campioni presso la nostra sede e la profondità delle stazioni di campionamento.

Stazione	Coordinate teoriche					
	Gauss-Boaga		WGS-84			
	Est	Nord	Nord UTM	Est UTM	Latitudine	Longitudine
3	1580292	4832002	4 831 985	580 262	43° 38,191'	9° 59,702'
4	1579271	4831988	4 831 971	579 241	43° 38,191'	9° 58,942'
5	1578776	4832875	4 832 858	578 746	43° 38,673'	9° 58,582'
6	1579276	4833755	4 833 738	579 246	43° 39,145'	9° 58,962'

Stazione	Ora di inizio	Coordinate reali		Prof. (m)	Ora di fine	Codifica interna
		WGS-84				
		Latitudine N	Longitudine E			
3	9:55	43°38,150'	9°59,716'	104	10:33	124/12
4	10:44	43°38,140'	9°58,920'	114	11:09	125/12
5	11:18	43°38,657'	9°58,565'	118	12:04	126/12
6	13:13	43°39,111'	9°58,970'	112	13:49	127/12

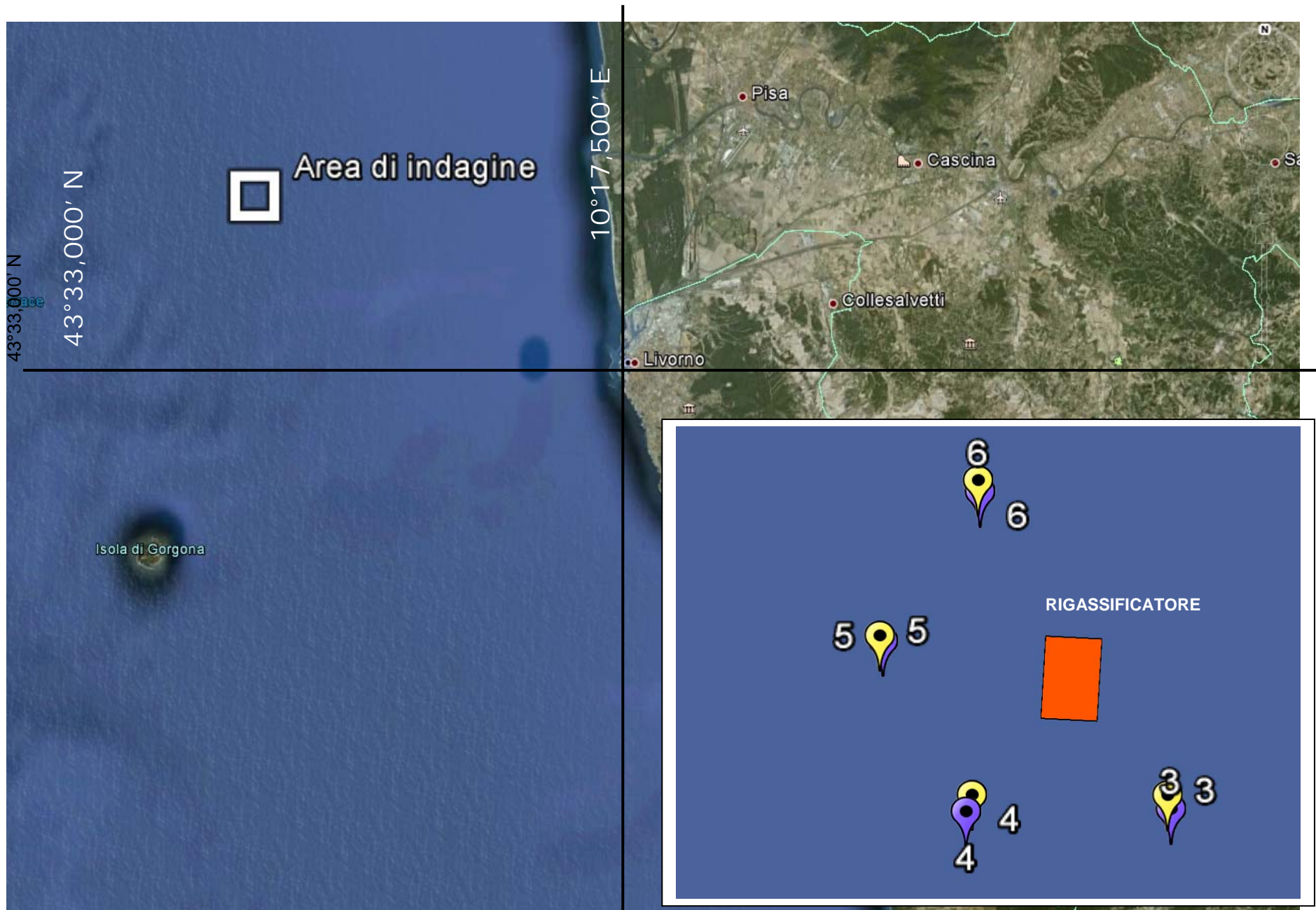


Figura 1 – Area di studio. Sono indicati i punti teorici (gialli) ed i punti reali (blu).

1.2 METODICHE DI ANALISI

1.2.1 Analisi fisiche

Per le **analisi granulometriche** i campioni di sedimento sono stati pesati tal quali per la determinazione del peso umido utilizzando una bilancia elettronica tipo “Europe” Successivamente sono stati posti in contenitori di alluminio e introdotti in stufa a 110°C per almeno 24 h. Una volta raggiunta la completa essiccazione si è proceduto alla misurazione del peso secco. Per la separazione in sabbie e peliti ogni campione è stato immerso in acqua tiepida sino alla sua completa disaggregazione; si è quindi proceduto alla setacciatura con maglie da 63 µ. Il materiale trattenuto dal setaccio, definito come sabbie, è stato fatto essiccare in stufa a 130°C per almeno 24 h ed è stato sottoposto ad indagine granulometrica, ovvero è stata analizzata la distribuzione percentuale in peso dei grani costituenti il campione secondo le loro dimensioni. Per questa analisi è stato utilizzato un set di setacci aventi dimensioni delle maglie decrescenti (4000 µ, 2000 µ, 1000 µ, 500 µ, 250 µ, 125 µ, 63 µ). Una volta terminata la setacciatura sono stati pesati i residui di ogni setaccio ed è stata determinata la percentuale conchigliare presente. I dati così ottenuti sono stati riportati su un diagramma semilogaritmico e uniti mediante la cosiddetta “curva granulometrica”. Le peliti sono state analizzate tramite sedigrafo.

1.2.2 Analisi chimiche

Gli **Idrocarburi C>12** sono stati determinati tramite il metodo ISO 16703:2004.

Gli **Idrocarburi C<12** sono stati determinati tramite il metodo EPA 5021 A 2003 + EPA 8260 C 2006.

Gli **Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)** sono stati determinati tramite il metodo EPA 3545A 2007+EPA 3620C 2007+ GC/MS.

I **Policlorobifenili (PCB)** sono stati determinati tramite il metodo EPA 3545A 2007+EPA 3620C 2007+ GC/MS.

Per la determinazione della **Sostanza organica** un'aliquota di campione è stata seccata in stufa a 35 °C fino a peso costante, è stata quindi accuratamente polverizzata ed omogeneizzata in mortaio. Ne sono state prelevate 3 aliquote di 5 g ciascuna e poste in muffola a 375 °C per 12 h; sono state quindi pesate e per differenza è stata calcolata la percentuale di sostanza organica.

Il **TOC (Total Organic Carbon)** è stato determinato tramite il metodo UNI EN 13137:2002.

Per la determinazione dei **metalli** (escluso il mercurio) la mineralizzazione del sedimento è stata effettuata su circa 0.45 grammi di sostanza secca, mediante un sistema di digestione a microonde opportunamente programmato, utilizzando una miscela acida composta da 9 ml di HNO₃, 3 ml di HCl (acidi concentrati). Al termine della mineralizzazione i campioni vengono filtrati e portati ad un volume finale di 25 ml utilizzando acqua Millipore.

Per la determinazione di **Al, Cr tot, Ni, Cu, V e Zn** l'analisi è stata condotta mediante CP-AES (Varian ICP-720ES – **Foto 1**) seguendo la metodica EPA 6010C (edizione corrente del Febbraio 2007), mentre per **As, Cd, Pb** l'analisi è stata condotta mediante AAS (fornetto di grafite Varian SpectrAA-240Z - Foto 2), seguendo metodica EPA 7010 (edizione corrente del Febbraio 2007).



Foto 1 - Varian ICP-720ES



Foto 2 Varian SpectrAA-240Z



Foto 3 DMA-80 Analizzatore Diretto del Mercurio FKV

Per la determinazione del **Hg** l'analisi è stata condotta mediante tecnica AAS previa decomposizione termica ed amalgamazione (DMA-80 Analizzatore Diretto del Mercurio FKV – Foto 3) seguendo metodica EPA 7473 (edizione corrente del Feb 2007).

La prova viene effettuata direttamente sul campione tal quale (senza passaggio di mineralizzazione) pesando aliquote comprese tra 10 e 100 mg.

L'accuratezza delle procedure di digestione (ove effettuata) e di analisi dei campioni è stata verificata impiegando i materiali standard di riferimento (LGC 6137 o MESS-3); le tarature degli strumenti sono effettuate con soluzioni standard certificate.

1.2.3 Analisi microbiologiche

Le **analisi microbiologiche** per la ricerca di coliformi fecali, coliformi totali, streptococchi fecali, salmonella, sono state effettuate seguendo le seguenti metodologie.

Coliformi totali	Coliformi fecali	Streptococchi fecali (Enterococchi)	Salmonella spp
APAT CNR IRSA 7010 B Man 29 2003	APAT CNR IRSA 7020 A Man 29 2003	CNR IRSA 1, 3.3 Q 64 Vol.1 1983	APAT 3 Man 20 2003

1.2.4 Analisi ecotossicologiche

Si precisa che il Manuale dei sedimenti indica di effettuare le analisi ecotossicologiche su 1/3 dei campioni. Nel presente caso di studio, sono state scelte le stazioni 3 e 6 che rappresentano il 50% delle stazioni previste.

Vibrio fischeri

Vibrio fischeri è un batterio marino Gram-negativo ed eterotrofo, appartenente alla famiglia delle Vibrionaceae. Il sistema Microtox[®] è un test biologico di tossicità acuta basato sull'utilizzo della bioluminescenza naturale di questa specie. Poiché in presenza di contaminanti l'emissione di luce diminuisce, la misura dell'eventuale **inibizione della bioluminescenza**, a seguito dell'esposizione del batterio ad una sostanza nota o ad un campione naturale di acqua o sedimento, consente di valutare il grado di tossicità acuta della sostanza o della matrice testata.

Il saggio biologico è stato applicato all'acqua di mare filtrata a 0,45 µm. È stato adottato il protocollo "Basic" (Azur Environmental, 1995), a partire da una concentrazione del 90% del campione di acqua, con la sostituzione dei diluenti standard (NaCl al 3,5%) con acqua marina naturale. Tale modifica al protocollo originale è stata apportata poiché l'acqua di mare fornisce un ambiente osmotico e fisiologico più idoneo all'attività metabolica dei batteri rispetto al diluente

standard e consente di ottenere, pertanto, risultati più verosimili nello studio di ambienti marino-salmastri.

La relazione dose-risposta, ovvero concentrazione del campione-inibizione della bioluminescenza, è stata elaborata mediante un software dedicato (Microtox Omni™ v. 1.16), che consente di individuare l'EC50 (e/o l'EC20), cioè la concentrazione del campione cui corrisponde una riduzione della bioluminescenza pari al 50% (20%) (vedi schema sottostante).

<i>V. fischeri</i>	Tossicità
EC20 ≥ 90%	Assente
EC20 < 90% e EC50 ≥ 20%	Bassa
20% ≤ EC50 ≤ 90%	Media
EC50 < 20%	Alta

Corophium orientale

Il principio del **saggio biologico “a breve termine”** con gli organismi *C.orientale*, consiste nell'esposizione di un numero stabilito di organismi per 10 giorni al sedimento tal quale, con la finalità di stimare la percentuale di mortalità degli organismi stessi.

Gli anfipodi sono campionati setacciando il loro sedimento nativo (con setaccio a maglia di 0,5 mm) che permette di selezionare organismi di ~4 mm idonei per il test, scartando gli individui maturi e le forme giovanili. Gli anfipodi selezionati sono portati in laboratorio ed acclimatati alle seguenti condizioni :

- Temperatura dell'acqua : 16 ± 2°C
- Salinità : 36 ± 2 ‰
- Illuminazione : continua
- O₂ disciolto nell'acqua sovrastante il sedimento : > 60 %.

Procedimento del saggio - Il saggio è allestito secondo il protocollo: ISO 16712:2005(E): Water quality- Determination of acute toxicity of marine or estuarine sediment to amphipods.

Circa 200 cc di sedimento tal quale sono introdotti all'interno di un barattolo da 1L e sopra a questi sono aggiunti circa 750 cc di acqua di mare naturale filtrata. Per ogni campione sono allestite 4 repliche e in ciascun barattolo sono inseriti 25 individui.

Come il sedimento di controllo viene utilizzato il sedimento nativo proveniente da un sito non contaminato. Dopo 10 giorni il contenuto di ogni barattolo è setacciato e sono contati gli organismi vivi. Sono considerati morti gli anfipodi che, dopo una delicata stimolazione, non mostrano alcun movimento degli arti. La sensibilità degli organismi, (96hLC50) è determinata tramite l'esposizione per 96 ore a concentrazioni 0,8; 1,6; 3,2; e 6,4 mg/l CdCl₂.

All'inizio e alla fine del saggio biologico sono misurati i seguenti parametri dell'acqua sovrastante, il sedimento: pH, salinità, NH₄⁺ e ossigeno disciolto. La valutazione della tossicità (vedi schema sottostante) è stata eseguita prendendo in considerazione la percentuale di mortalità degli organismi osservata nei campioni da saggiare corretta con la formula di Abbott (M).

<i>C. orientale</i>	Tossicità
M ≤ 15%	Assente
15% < M ≤ 30%	Bassa
30% < M ≤ 60%	Media
M > 60%	Alta

Paracentrotus lividus

Il **saggio biologico di fecondazione**, è basato sulla capacità fecondativa dei gameti maschili, esposti alla matrice da testare (elutriato) di fecondare le uova (spermio tossicità). L'assenza o una riduzione rilevante di fecondazione indica eventuale tossicità acuta della matrice testata.

Preparazione dell'elutriato - Gli elutriati sono preparati dai sedimenti freschi secondo il protocollo: Evaluation of Dredged Material Proposed for Discharge in Waters of the U.S. -Testing Manual EPA 823-B-98-004. February 1998.

Un'aliquota del sedimento da testare è unita con il volume calcolato dell'acqua di mare naturale filtrata in rapporto 1: 4. Le sospensioni ottenute sono poste in agitazione per 1 ora e in seguito centrifugate a temperatura di 10°C per 20' a 3000 rpm. Il soprannatante, che rappresenta l'elutriato, è prelevato con cautela e conservato a temperatura di -30°C.

Prima dell'allestimento del test sono misurati i seguenti parametri dell'elutriato: pH e la salinità.

Procedimento del test - Il test è allestito in tre repliche secondo protocollo : Short-term Methods for Estimating the Chronic Toxicity of Effluents and Receiving Waters to West Coast Marine and Estuarine Organisms. , EPA/600/R-95/136. August, 1995. con le modifiche per la specie *P.lividus*: Standard Guide for Conducting Static Acute Toxicity Tests with Echinoid Embryos. ASTM/E 1563-1998

L'emissione dei gameti maschili e femminili è provocata mediante l'iniezione di 0,5 ml di KCl 1M nella cavità celomatica degli organismi. Lo sperma (minimo da tre maschi) è raccolto "a secco" e conservato a 4°C. Le uova (minimo da tre femmine) sono raccolte ad umido singolarmente per ogni femmina. Dopo la loro valutazione di maturità, sono unite, diluite in acqua di mare naturale filtrata alla concentrazione richiesta per il test e conservate a 16°C. La quantità degli spermatozoi è determinata in camera di conta (Thoma). Sulla base del conteggio è preparata la sospensione dello sperma stimando il rapporto predefinito (1/15 000) tra uovo e sperma che garantisce la percentuale di fecondazione nei limiti di 75-95%. Lo sperma è esposto per un'ora alle concentrazioni previste degli elutriati (100,50 e 25%) ed all'acqua di mare naturale filtrata (controllo). Le uova sono inoculate dopo un'ora e lasciate in contatto con lo sperma per venti minuti. Il test è bloccato mediante l'aggiunta di 1ml di formaldeide (37%). La sensibilità (EC50) dei gameti maschili è determinata mediante la loro l'esposizione (60 min.) alle diluizioni (16, 32, 46,64 µg/l) del tossico di riferimento Cu(NO₃)₂·3H₂O. Il valore del EC50 è calcolato con il metodo Trimmed Spearman-Kärber versione 1,5.

Stima della tossicità

Al fine di calcolare la percentuale di uova che nel controllo non sono state fecondate viene applicata la correzione di "Abbott" secondo la seguente formula:

$$(x - y) * 100 * (100 - y)^{-1}$$

x = % di uova non fecondate nel campione da testare;

y = % di uova non fecondate nel controllo.

La tossicità degli elutriati è stata stimata sulla base dei valori di EC20 ed EC50 calcolati con il metodo Maximum Likelihood Probit (TOXCAL-2007) come riportato nello schema sottostante.

<i>P. lividus</i>	Tossicità
EC20 ≥ 90%	Assente
EC20 < 90% e EC50 > 100%	Bassa
40% ≤ EC50 < 100%	Media
EC50 < 40%	Alta

1.2.5 Comunità bentoniche

I campioni per lo studio dei **popolamenti macrobentonici** sono stati raccolti tramite benna Van-Veen come meglio descritto nel paragrafo 1.1.

I campioni sono stati quindi esaminati in laboratorio. Prima di procedere al sorting, i campioni sono stati lavati, per eliminare la formalina. Il sorting è stato effettuato con l'ausilio di uno stereomicroscopio da dissezione. La determinazione tassonomica è stata fatta, quando possibile, fino al livello di specie. Gli individui sono stati conservati in alcool al 70%. Dopo la determinazione tassonomica è stata costruita una matrice per poter calcolare i seguenti parametri strutturali: numero totale di individui (N), numero di specie (S), ricchezza specifica di Margalef (D), diversità specifica di Shannon-Wiener (H') ed equitabilità di Pielou (J).

1.2.6 Popolamenti ittici

La maggior parte delle informazioni relative alla struttura ed alla composizione specifica delle **comunità ittiche** presenti nell'area interessata dalla presenza del rigassificatore (circa 112 m di profondità) proviene, oltre che dalla letteratura scientifica e tecnica, dalle indagini sperimentali condotte dal Consorzio per il Centro Interuniversitario di Biologia Marina ed Ecologia Applicata "G. Bacci" (CIBM) di Livorno nell'ambito di progetti di ricerca nazionali e comunitari, tra i quali il Gruppo Nazionale Risorse Demersali (GRU.N.D.) (Relini, 1998), il Mediterranean International Trawl Surveys (MEDITS) (Bertrand et al., 2002), e la Raccolta Dati sulle Risorse alieutiche (DCF, Data Collection Framework, Reg. CE 199/2008; CE 665/2008).

2.1 ANALISI FISICHE

Nella **tabella 2** sono riportati i risultati delle analisi granulometriche. Tutti i sedimenti sono costituiti quasi esclusivamente dalla componente pelitica con percentuali confrontabili di silt ed argilla.

Solo nel campione 4 queste due frazioni esibiscono percentuali molto diverse: la componente siltosa, infatti, è più che doppia rispetto a quella argillosa.

La percentuale di sabbia è trascurabile in tutti i campioni. Il valore massimo è stato riscontrato nel campione 6 (7,75%). Per ulteriori informazioni si vedano le schede granulometriche riportate in allegato. Per la codifica riportata sulle schede si faccia riferimento alla **tabella 1** (codifica interna).

Tabella 2 – Percentuali delle principali classi granulometriche

	sabbia	silt	argilla	Classificazione di Shepard
3	2,65	48,56	48,78	Argilla siltosa
4	3,26	66,26	30,48	Silt argilloso
5	2,47	47,68	49,85	Argilla siltosa
6	7,75	52,35	39,90	Silt argilloso

2.2 ANALISI CHIMICHE

Il contenuto di sostanza organica risulta omogeneo tra le stazioni e varia tra 3,6% (stazione 6) e 3,8% (stazioni 4 e 5).

Al contrario il carbonio organico totale risulta più basso nella stazione 4 rispetto alle altre stazioni che presentano percentuali di TOC pressoché identiche tra loro (**Tabella 3**).

Tabella 3 – Concentrazione di sostanza organica e TOC (total organic carbon). Dati espressi in percentuale s.s.

	Sostanza organica	TOC
3	3,7	1,4
4	3,8	1
5	3,8	1,5
6	3,6	1,5

Nella **tabella 4** e nella **figura 2** sono riportate le concentrazioni dei metalli ricercati.

Le concentrazioni di questi contaminanti variano all'interno di intervalli piuttosto ristretti ad indicare che essi presentano tenori omogenei tra le stazioni in accordo alla simile composizione granulometrica.

Dal raffronto con gli standard di qualità del D.M. 56/2009 (ripresi nel D.M. 260/2010) si evince che Cr, Ni, Pb e As presentano concentrazioni maggiori rispetto a detti standard, ma nel caso del Pb si tratta di differenze molto modeste.

Nella quasi totalità dei casi le concentrazioni rilevate sono inferiori al livello chimico di base indicato nel Manuale dei sedimenti nella colonna relativa ai sedimenti aventi una percentuale di pelite maggiore del 10%.

Le poche eccezioni riguardano Cr, Zn che esibiscono nella maggior parte delle stazioni tenori maggiori di tale limite. In due campioni il Ni risulta più elevato rispetto al Livello Chimico Limite. Va comunque sottolineato che si tratta, in tutti i casi, di differenze estremamente modeste.

Tabella 4 – Risultati della ricerca dei metalli.

	Unità di misura	Alluminio	Arsenico	Cadmio	Cromo	Rame	Mercurio	Nichel	Piombo	Vanadio	Zinco
3	% s.s	3,62	22,14	0,0717	107,94	33,35	0,311	73,54	35,46	87,10	112,50
4	mg/kg s.s.	4,07	19,57	0,0694	113,30	32,71	0,269	75,73	33,60	96,67	113,43
5	mg/kg s.s.	4,20	22,64	0,0653	117,89	35,14	0,307	76,59	36,24	98,62	119,10
6	mg/kg s.s.	3,36	15,56	0,0762	104,03	34,81	0,233	73,89	29,39	78,56	104,96

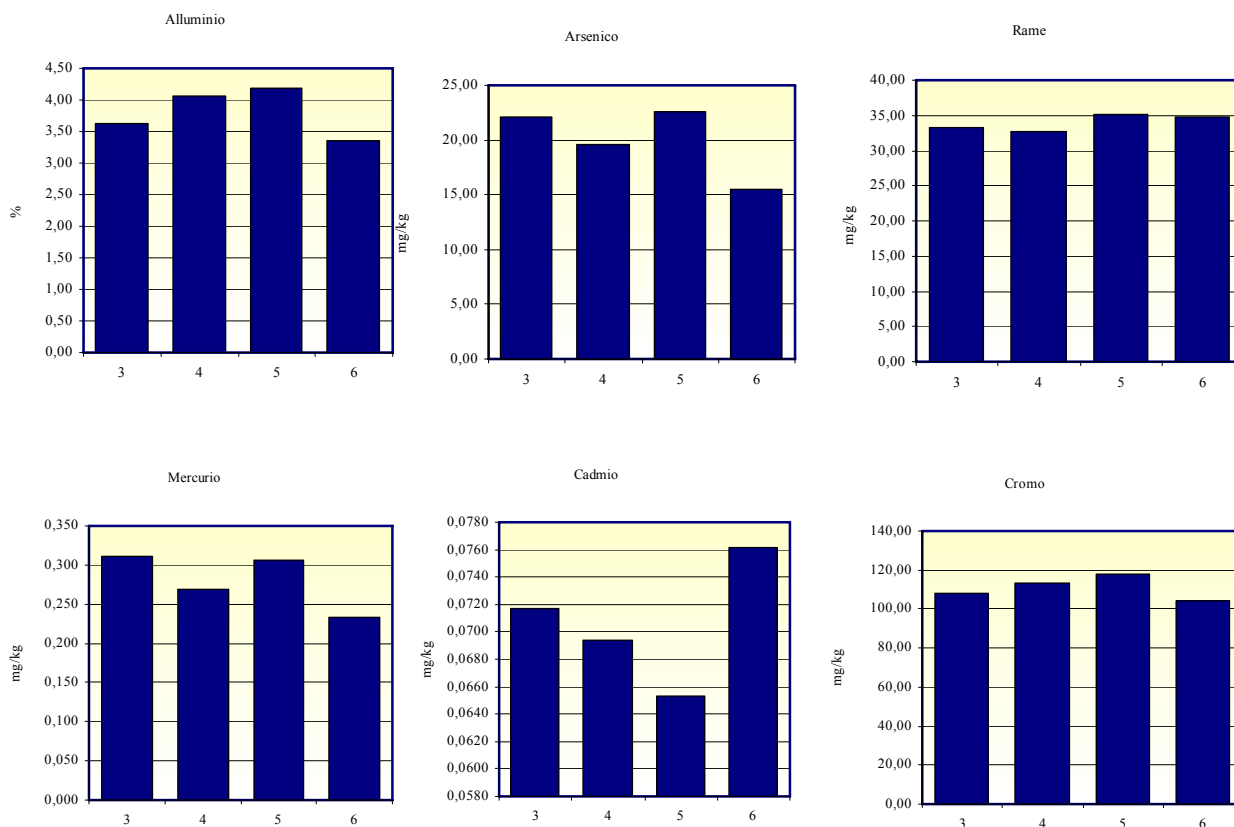


Figura 2 – Concentrazione dei metalli nei sedimenti analizzati.

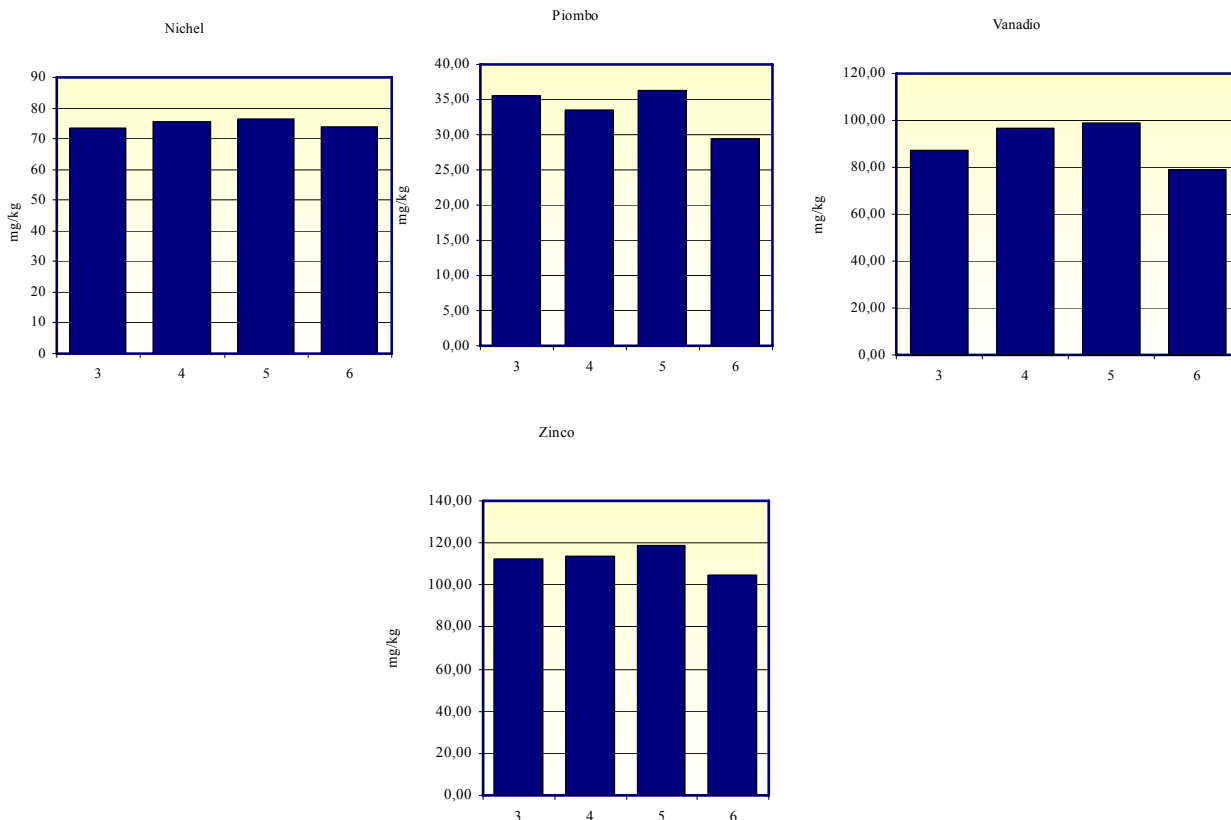


Figura 2 – Continuo.

Per quanto riguarda i composti organici (**Tabella 5**) i dati suggeriscono che complessivamente questi contaminanti sono presenti con modeste concentrazioni.

Infatti i PCB e gli idrocarburi leggeri sono risultati al di sotto del limite di quantificazione del metodo in tutte le stazioni e gli IPA totali esibiscono tenori inferiori al valore indicato come standard di qualità ambientale nel D.M. 56/2009 (800 µg/kg) e quindi anche al livello chimico di base (900 µg/kg) indicato nel Manuale dei sedimenti.

Per quanto riguarda i singoli composti si rileva che Benzo(b)fluorantene e Benzo(k)fluorantene risultano maggiori degli standard di qualità ambientale riportati nel D.M. 56/2009 e quindi, essendo i medesimi, anche dei valori cautelativi riportati nel Manuale dei sedimenti (rispettivamente 40 mg/kg e 20 mg/kg).

Il benzo(a)pirene risulta leggermente superiore allo standard di qualità riportato nel D.M. 56/2009 (30 mg/kg), ma inferiore all'LCB (80 mg/kg) riportato nel Manuale dei sedimenti.

Il Dibenzo(a,h)antracene risulta modestamente più elevato rispetto all'LCB (6 mg/kg) di detto Manuale.

Gli idrocarburi pesanti mostrano la concentrazione più alta nella stazione 3 (69 mg/kg).

Tabella 5 – Concentrazione di IPA, idrocarburi leggeri (C<12) e idrocarburi pesanti (C >12), PCB.
I dati sono espressi in mg/kg s.s.

	3	4	5	6
Benzo(a)antracene	0,049	0,032	0,038	0,040
Benzo(a)pirene	0,048	0,031	0,046	0,051
Benzo(b)fluorantene	0,095	0,066	0,073	0,085
Benzo(k)fluorantene	0,033	0,060	0,025	0,032
Benzo(g,h,i)perilene	0,053	0,041	0,043	0,049
Crisene	0,047	0,031	0,038	0,040
Dibenzo(a,h)antracene	0,015	0,011	0,013	0,014
Indeno(1,2,3-c,d)Pirene	0,052	0,037	0,041	0,048
Pirene	0,072	0,047	0,052	0,057
Fluorantene	0,076	0,050	0,054	0,064
Naftalene	0,007	< 0,0035	0,004	< 0,0035
Antracene	0,040	0,026	0,028	0,031
Acenaftene	0,005	0,005	0,004	0,005
Fluorene	0,007	0,004	0,005	0,005
Fenantrene	0,015	0,009	0,011	0,011
Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)	0,614	0,450	0,475	0,532
Idrocarburi leggeri C<12	< 1	< 1	< 1	< 1
Idrocarburi pesanti C>12	69	49	50	56
PCB 28	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
PCB 52	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
PCB 77	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
PCB 81	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
PCB 101	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
PCB 118	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
PCB 126	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
PCB 128	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
PCB 138	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
PCB 153	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
PCB 156	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
PCB 169	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
PCB180	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
PCB (Policlorobifenili)	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003

2.3 ANALISI MICROBIOLOGICHE

I dati relativi alle analisi microbiologiche (**Tabella 6**) indicano l'assenza di inquinamento fecale.

Tabella 6 – Risultati delle analisi microbiologiche

	Enterococchi intestinali	Coliformi totali	Coliformi fecali	Salmonella spp.
	UFC/g s.s.	MPN/g s.s.	MPN/g s.s.	/25 g
3	<10	<3	<3	assenza
4	<10	<3	<3	assenza
5	<10	<3	<3	assenza
6	<10	<3	<3	assenza

2.4 ANALISI ECO TOSSICOLOGICHE

Vibrio fischeri

QA-QC – I valori EC_{50} a 5 minuti di 0.78 mg l^{-1} e di 0.51 mg l^{-1} a 15 minuti con la sostanza di riferimento (Cu^{++}) rientrano all'interno del range di riferimento relativo al test Microtox® (0.42 – 1.16 mg l^{-1} e 0.03 – 0.75 mg l^{-1} rispettivamente per il test a 5 e 15 minuti) UNICHIM.

I risultati del test Microtox®, con il *V.fischeri*, eseguito sugli elutriati estratti dai sedimenti testati, sono riportati nella **Tabella 7**.

Tabella 7 – Risultati del test Microtox®, con il *V.fischeri*.

Campione	$EC_{20/50}$ 5'	$EC_{20/50}$ 15'	$EC_{20/50}$ 30'	Giudizio della tossicità
3	>90%	>90%	>90%	Assente
6	>90%	>90%	>90%	Assente

I risultati dei test Microtox® con il *V.fischeri* non hanno rilevato alcuna tossicità acuta degli elutriati testati.

Corophium orientale

Nella **Tabella 8** sono riportati i parametri (chimico-fisici) dell'acqua sovrastante ai sedimenti, registrati all'inizio ed al termine del test di tossicità acuta con *C. orientale*.

Tabella 8 - Parametri (chimico-fisici) dell'acqua sovrastante i sedimenti testati registrati all'inizio e al termine del test di tossicità acuta con il *C. orientale*.

Campione	Inizio del test					Fine del test				
	Temp. (°C)	Salinità (‰)	pH	NH ₄ ⁺ (mg/l)	O ₂ (%)	Temp. (°C)	Salinità (‰)	pH	NH ₄ ⁺ (mg/l)	O ₂ (%)
Controllo	16 ± 1°C	36	8,09	0,5	90 ± 5	15 ± 1°C	36	8,06	0,5	90 ± 5
3		38	8,10	0			39	8,10	0	
6		38	8,10	0			38	8,10	0	

La sensibilità rilevata degli organismi verso il tossico di riferimento (CdCl₂) LC50 = 3,31mg/l (LC = 2,77 mg/l e UC = 3,97mg /l) rientra nella carta di controllo del laboratorio per l'accettabilità del test.

Le percentuali di mortalità degli organismi *C.orientale*, registrate nel test "a breve termine" e la stima della tossicità cronica sono riportate nella **Tabella 9**.

Tabella 9 - Percentuali di mortalità degli organismi di *C.orientale* osservate nei sedimenti testati e successiva stima della tossicità acuta.

Campione	Numero degli organismi esposti	% degli organismi morti (± dev.st %)	% (corretta) degli organismi morti	Giudizio della tossicità
Controllo	100	0 ± 0,00	0	Assente
3	100	3 ± 2,00	3	Assente
6	100	7 ± 2,00	7	Assente

Le percentuali di mortalità degli organismi hanno dimostrato l'assenza di tossicità acuta in tutti i campioni.

Paracentrotus lividus

Nella **Tabella 10** sono riportati i parametri registrati negli elutriati utilizzati nel test di fecondazione (tossicità acuta) con il saggio biologico *P.lividus*.

Tabella 10 - Parametri registrati negli elutriati estratti dai sedimenti testati.

Campione	Salinità (‰)	pH
Controllo	39	8,19
3	38	7,80
6	37	7,89

La sensibilità dei gameti impiegati nel test di fecondazione nei confronti del nitrato di rame usato come tossico di riferimento EC50=30,53 µg/l (LC=28,59 µg/l; UC=32,59µg/l), rientra nei limiti della carta di controllo del laboratorio per l'accettabilità del test.

La **Tabella 11** riportata in seguito, rappresenta i risultati del saggio biologico di fecondazione e la stima dei valori dell'EC20 e dell'EC50.

Tabella 11 - Risultati del test di fecondazione con il saggio biologico *P.lividus* e stima della tossicità acuta.

Campione	Concentrazione dell'elutriato (%)	% di uova fecondate			Media (%) di uova fecondate	Correzione Abbott (uova non fecondate)	EC 20 (%)	EC 50 (%)	Giudizio di tossicità
		replica							
		1	2	3					
Controllo		84	85	82	16	0			Assente
3	100	66	64	66	35	22	78,7	>100	Bassa
	50	70	68	70	31	17			
	25	79	75	77	23	8			
6	100	68	68	70	31	18	> 90	>100	Assente
	50	78	78	78	23	8			
	25	82	81	81	19	3			

Gli esiti di fecondazione osservati nell'elutriato estratto dal sedimento della stazione 6 sono risultati conformi alla percentuale di uova fecondate nel controllo negativo e testimoniano l'assenza di tossicità acuta. La riduzione di uova fecondate rispetto al controllo negativo, osservata alla concentrazione di 100% dell'elutriato 3 e il valore dell'EC50 ottenuto ha dimostrato la presenza di tossicità acuta bassa.

2.5 COMUNITÀ BENTONICHE

Lo studio ha portato alla raccolta e determinazione di 601 individui appartenenti a 60 specie (**Tabella 12**) comprendenti policheti, molluschi, crostacei, sipunculidi ed echinodermi.

Tabella 12 – Lista delle specie rinvenute

<i>Falcidiens gutturosus</i> (Kowalevsky, 1901)	<i>Protodorvillea kefersteini</i> (McIntosh 1869)
<i>Callianassa</i> sp.	<i>Capitomastus minimus</i> (Langerhans, 1880)
Gammaridae ind	<i>Cirrophorus branchiatus</i> Ehlers, 1908
<i>Goneplax rhomboides</i> (Pennant, 1777)	<i>Euclymene</i> sp. Verrill, 1900
<i>Hippomedon bidentatus</i> Chevreux, 1903	<i>Kefersteinia cirrata</i> (Keferstein, 1862)
<i>Iphinoe</i> sp.	<i>Melinna palmata</i> Grube, 1870
<i>Leucothoe</i> sp.	<i>Nephtys hystricis</i> MacIntosh 1900
<i>Paraphoxus oculus</i> (G.O. Sars, 1879)	<i>Harmothoe antilopes</i> Mc Intosh, 1876
<i>Ampelisca</i> sp.	<i>Lumbrinerides acuta</i> (Verrill, 1875)
<i>Gnathia</i> sp.	<i>Praxillella gracilis</i> (M. Sars, 1861)
<i>Harpinia pectinata</i> G.O. Sars, 1891	<i>Amphicteis gunneri</i> (M. Sars, 1835)
<i>Metaphoxus simplex</i> (Bate, 1857)	<i>Eteone picta</i> Quatrefages, 1835
<i>Anthura graciis</i> (Montagu, 1808)	<i>Pista cristata</i> (O.F. Müller, 1776)
<i>Eriopisa elongata</i> (Bruzelius, 1859)	<i>Scolaricia typica</i> Eisig, 1914
<i>Harpinia crenulata</i> (Boeck, 1871)	<i>Spio multioculata</i> (Rioja, 1918)
<i>Carangoliopsis spinulosa</i> Ledoyer, 1970	<i>Scoletoma emandibulata mabiti</i> (Ramos, 1976)
<i>Apseudes latreilli</i> (Milne-Edwards, 1828)	<i>Marpysa bellii</i> (Audouin & Milne-Edwards, 1833)
<i>Corophium rotundirostre</i> Stephensen, 1915	<i>Goniada maculata</i> Örsted, 1843
<i>Amphiura chiajei</i> Forbes, 1843	<i>Poecilochaetus serpens</i> Allen, 1904
<i>Labidoplax digitata</i> (Montagu, 1815)	<i>Paradoneis ilvana</i> Castelli, 1985
<i>Corbula gibba</i> (Olivi, 1792)	<i>Pilargis verrucosa</i> (Saint-Joseph, 1899)
<i>Hydrobia</i> sp.	<i>Armandia cirrhosa</i> Philippi, 1865
<i>Nucula nitidosa</i> Winckworth, 1930	<i>Spio decoratus</i> Bobretzky, 1870
<i>Nucula sulcata</i> Bronn, 1831	<i>Ampharete acutifrons</i> (Grube, 1860)
<i>Saccella commutata</i> (Philippi, 1844)	<i>Acmira catherinae</i> (Laubier, 1967)
<i>Thyasira flexuosa</i> (Montagu 1803)	<i>Prionospio malmgreni</i> Claparède, 1870
<i>Turritella communis</i> Risso, 1826	<i>Monticellina dorsobranchialis</i> (Kirkegaard, 1959)
<i>Chone collaris</i> Langerhans, 1880	<i>Aponuphis fauveli</i> (Rioja, 1918)
<i>Maldane sarsi</i> Malmgren, 1865	<i>Aphelochaeta filiformis</i> (Keferstein, 1862)
<i>Phyllodoce lineata</i> Claparede (1870)	<i>Onchnesoma steenstrupii steenstrupii</i> Koren & Danielssen, 1875

I policheti sono il gruppo dominante sia in termini di numero di specie (54%) sia di abbondanza (83,69%). Ad essi seguono i crostacei che costituiscono poco più del 10 % dell'abbondanza, ma forniscono circa un terzo delle specie presenti (**Figura 3**). Ai molluschi appartengono il 13% delle specie campionate che nell'insieme costituiscono meno del 2% dell'abbondanza totale. Gli altri gruppi sono presenti in percentuali molto modeste.

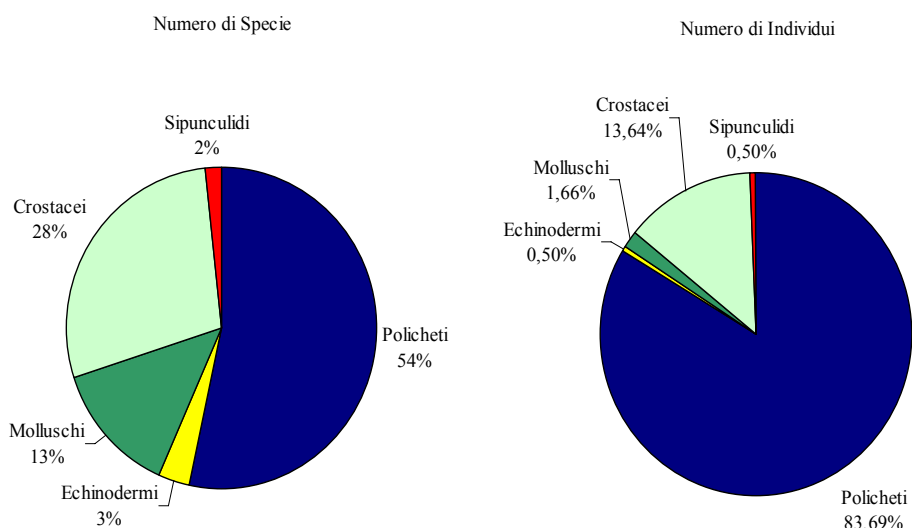


Figura 3 - Ripartizione del numero di specie e di individui tra i grandi taxa.

Dall'analisi delle singole stazioni si evince una elevata variabilità sia tra repliche (**Tabella 13**), sia tra stazioni.

Tabella 13 – Percentuali di similarità tra repliche (in neretto) e tra stazioni.

	3	4	5	6
3	<u>41,64</u>			
4	67,43	<u>34,62</u>		
5	54,71	59,43	<u>46,39</u>	
6	48,32	64,04	52,2	<u>57,89</u>

La variabilità minore è stata osservata per la stazione 6 dove la similarità tra repliche raggiunge quasi il 60%. Tale percentuale cala sensibilmente per le altre stazioni dove non raggiunge mai il 50%.

Nonostante il campionamento sia stato effettuato in un'area situata a profondità poco variabile, le stazioni sono caratterizzate da popolamenti bentonici che hanno tra loro bassi livelli di similarità che variano tra 67,43 %, massimo osservato tra le stazioni 3 e 4, e 48,32% minimo rilevato tra 3 e 6. Questa eterogeneità è dovuta prevalentemente a differenze nei valori di abbondanza con cui sono presenti le specie, ma anche alla loro distribuzione a patch. La lista, infatti annovera ben 18 specie (ad esempio *Chone collaris*, *Corbula gibba*, *Thyasira flexuosa*, *Turritella communis*) rinvenute in una sola replica e 10 (ad esempio *Capitomastus minimus*, *Melinna palmata*, *Nephtys hystricis*) presenti in sole 2. Pertanto, anche l'analisi dei dati di presenza/assenza conferma una elevata variabilità tra stazioni.

Solo due specie campionate (*Aphelochaeta filiformis*, *Aponuphis fauveli*) sono presenti in tutte le repliche.

Un altro fattore che contribuisce a incrementare l'eterogeneità tra le stazioni è la dominanza di specie presenti con uno o pochi individui.

Bastano le prime 6 specie (in termini di abbondanza) per costituire oltre il 60% dell'abbondanza totale (**Figura 4**).

La prima di queste (*Aphelochaeta filiformis*) consta di oltre 200 individui, la seconda (*Aponuphis fauveli*) scende a meno di 60, le restanti sono presenti con meno di 41 individui.

Il restante 40% dell'abbondanza è garantito dalle rimanenti specie di cui 35 sono presenti con meno di 4 individui.

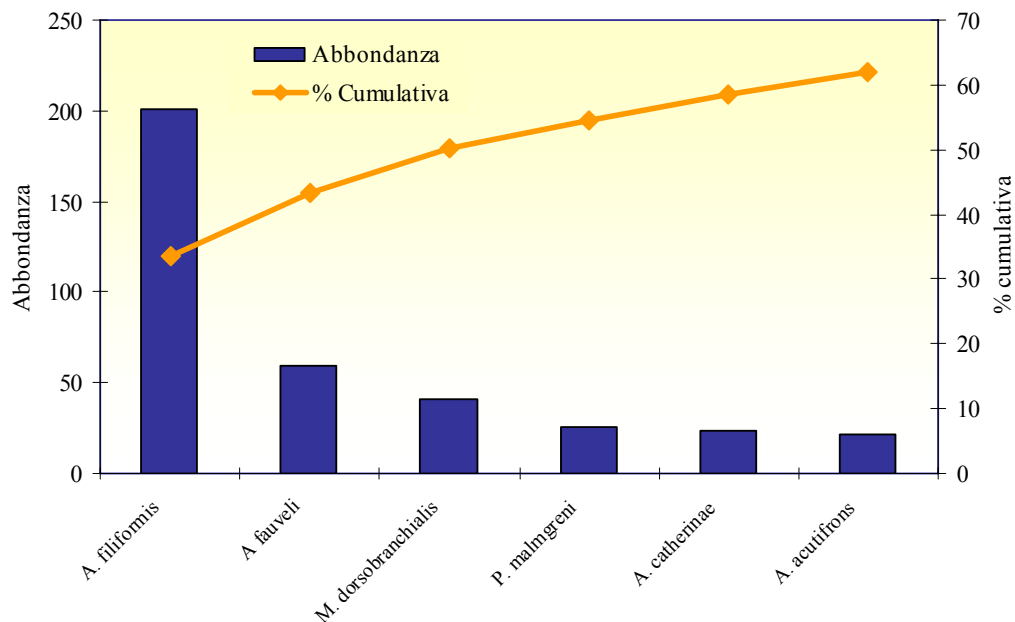


Figura 4 – Abbondanza delle principali specie rinvenute e loro contributo cumulativo all'abbondanza totale.

Analizzando le singole stazioni, pertanto, si evince che i valori di abbondanza sono complessivamente modesti e che anche le specie più abbondanti esibiscono abbondanze variabili tra le stazioni (**Tabella 14**).

Il polichete *Aphelochaeta filiformis*, ad esempio, pur essendo la specie dominante del panorama faunistico esibisce bassi valori di abbondanza nelle stazioni 1 e 4, fatto che contribuisce notevolmente a discriminare queste due stazioni dalle altre.

Tabella 14 – Abbondanza media delle specie che maggiormente contribuiscono alla similarità tra repliche (per i valori di similarità si rimanda alla **Tabella 13**).

	Abb. Media		Abb. Media
Stazione 3		Stazione 4	
<i>Aphelochaeta filiformis</i>	20	<i>Aphelochaeta filiformis</i>	6
<i>Ampharete acutifrons</i>	3,33	<i>Aponuphis fauveli</i>	4
<i>Aponuphis fauveli</i>	3,33	<i>Corophium rotundirostre</i>	1,67
<i>Monticellina dorsobranchialis</i>	5	<i>Spio decoratus</i>	3,33
		<i>Acmira catherinae</i>	2,33
Stazione 5		<i>Prionospio malmgreni</i>	3,33
<i>Aphelochaeta filiformis</i>	14,67	<i>Carangoliopsis spinulosa</i>	2
<i>Aponuphis fauveli</i>	5,33	<i>Armandia cirrhosa</i>	2
<i>Spio decoratus</i>	2	<i>Poecilochaetus serpens</i>	1
<i>Corophium rotundirostre</i>	2,33	<i>Prionospio malmgreni</i>	4,33
<i>Ampharete acutifrons</i>	1,67	<i>Spio multioculata</i>	0,67
<i>Pista cristata</i>	1,33		
<i>Eriopisa elongata</i>	1	Stazione 6	
<i>Harpinia pectinata</i>	0,67	<i>Aphelochaeta filiformis</i>	26,33
<i>Eteone picta</i>	1	<i>Aponuphis fauveli</i>	7
<i>Paradoneis ilvana</i>	1,33	<i>Monticellina dorsobranchialis</i>	5,33
		<i>Goniada maculata</i>	2
		<i>Prionospio malmgreni</i>	2,67

Dal punto di vista bionomico le specie più importanti risultano essere ad affinità limicola (*Aphelochaeta filiformis*, *Monticellina dorsobranchialis*, *Prionospio malmgreni*) o tipiche della biocenosi dei Fanghi Terrigeni Costieri (*Ampharete acutifrons*).

Anche le specie meno abbondanti rientrano in queste due categorie (es *Armandia cirrosa*, *Sthenelais boa*, *Labidoplax digitata*, *Sternaspis scutata*, *Nephtys hystricis*).

Questi risultati sono in accordo a quanto emerso dall'analisi tessiturale dei sedimenti che risultano dominati dalle frazioni fini.

I risultati dell'analisi strutturale del popolamento sono riportati in **Tabella 15**.

Il numero di specie e quindi la ricchezza e la diversità specifica risultano minime nella stazione 3. Questi parametri esibiscono valori intermedi nella stazione 6 ed aumentano nelle stazioni 4 e 5.

I valori di abbondanza oscillano tra 43, minimo osservato nella stazione 4 e 62, massimo rilevato nella stazione 6.

Tabella 15 – Parametri strutturali. S = numero di specie, N = numero di individui, d = Ricchezza di Margalef, J = equitabilità di Pielou, H'= Diversità di Shannon Wiever.

	S	N	d	J	H'(log2)
S3 I	18	82	3,8	0,733	3,05
S3 II	8	32	2,02	0,654	1,96
S3 III	9	21	2,63	0,864	2,74
S4 II	12	17	3,88	0,976	3,50
S4 III	29	58	6,90	0,891	4,33
S5 I	19	41	4,85	0,873	3,71
S5 II	18	53	4,28	0,771	3,21
S5 III	25	55	5,99	0,877	4,07
S6 I	12	35	3,09	0,792	2,84
S6 II	20	72	4,44	0,748	3,23
S6 III	19	80	4,11	0,742	3,15

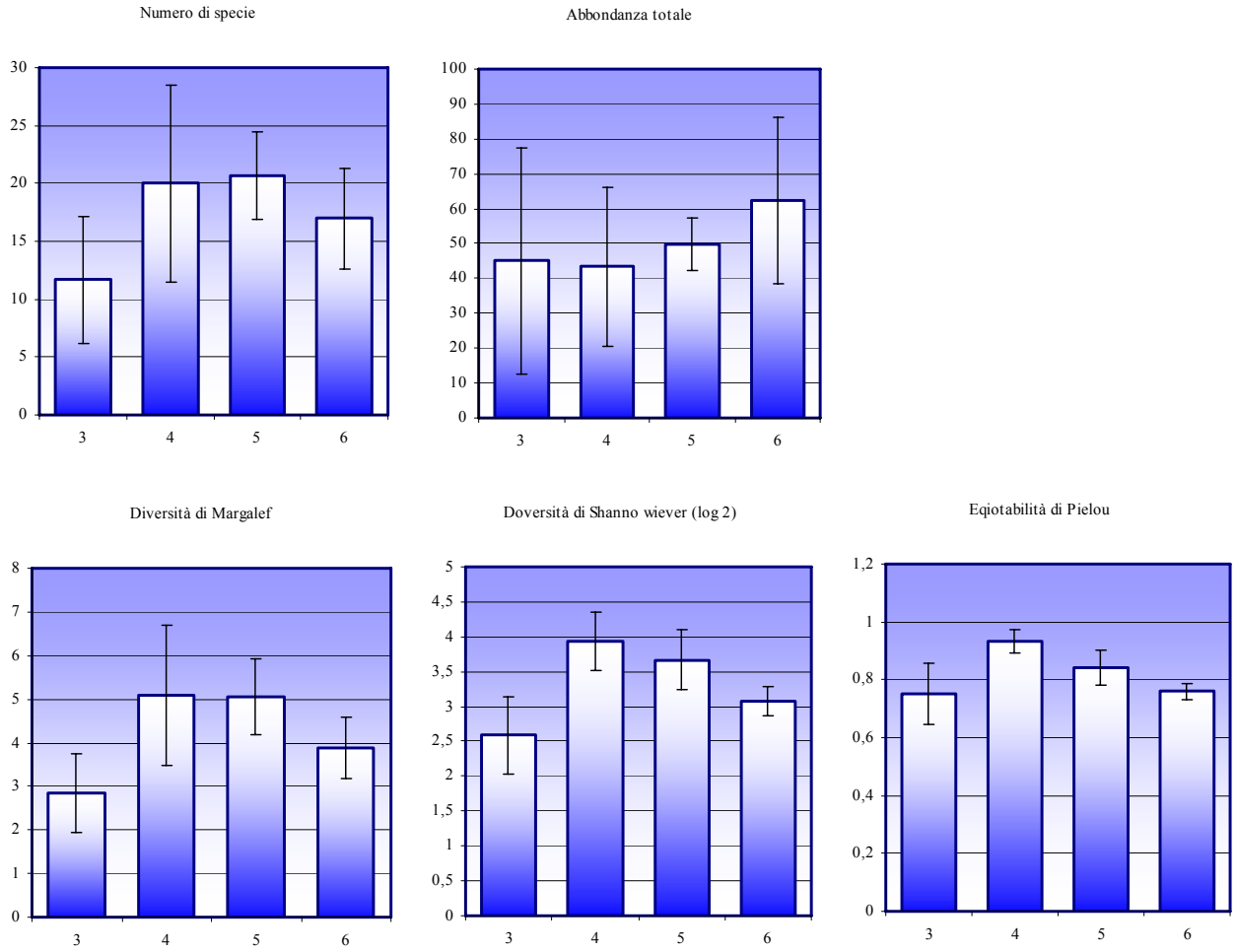


Figura 5 – Parametri strutturali.

Infine la stazione 4 risulta essere quella con il più elevato valore di equitabilità. Questo parametro indica il grado di ripartizione degli individui tra le specie rinvenute. Complessivamente questa stazione è quella con il più elevato livello strutturale.

2.6 POPOLAMENTI ITTICI

Si riporta in questo paragrafo una descrizione generale delle comunità ittiche demersali presenti in tutto l'areale entro il quale verrà installato il terminale. E' noto che i popolamenti ittici sono dotati di ampie capacità di movimento e pertanto la loro definizione e caratterizzazione in aree ristrette non fornisce dati significativi. Considerando un'area più vasta rispetto a quella interessata dal terminale, gli studi effettuati testimoniano la presenza di popolamenti tipici dei fondali del margine inferiore della piattaforma continentale. Nell'intervallo batimetrico compreso tra 100 e 150 m sono presenti popolamenti demersali caratteristici della biocenosi del detritico del largo, con presenza del crinoide (appartenente agli Echinodermata) *Leptometra phalangium*, specie tipica dei fondali fangosi del Mediterraneo occidentale compresi tra 100 e 150 m di profondità. Tra le specie catturate sono risultate particolarmente abbondanti il triglide *Lepidotrigla cavillone*, il serranide *Serranus hepatus* ed il cefalopode *Eledone cirrhosa*, tutte specie tipiche di questa fascia batimetrica. Sono inoltre, presenti, seppur con minore abbondanza, altre specie di notevole importanza commerciale come il nasello *Merluccius merluccius*, la triglia di fango *Mullus barbatus*, la rana pescatrice *Lophius budegassa* ed il gattuccio, *Scyliorhinus canicula*. Tra i crostacei, il gambero rosa *Parapenaeus longirostris* rappresenta la specie dominante.

Anche le aree di nursery individuate riguardano zone molto vaste. Nel caso del nasello (*Merluccius merluccius*), ad esempio, le maggiori abbondanze di individui vengono osservate tra le Isole di Gorgona e Capraia tra 100 e 200 m di profondità. Questa specie presenta la concentrazione di individui giovani principalmente nel periodo tardo estivo-autunnale.

La vasta area marina che include il rigassificatore è oggetto di sfruttamento da parte delle imbarcazioni operanti con reti a strascico di fondo appartenenti alla marinerie di Livorno e Viareggio, come è risultato da attività di monitoraggio dello sforzo di pesca condotta da oltre 25, anni sia da CIBM che dall'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente Toscana (ARPAT). L'area è sfruttata essenzialmente dalle imbarcazioni a strascico appartenenti alla marineria di Livorno che, secondo recenti stime, è costituita da circa 20 pescherecci. Oltre alla flotta livornese, su questi fondali, possono operare anche le strascicanti afferenti alla marineria di Viareggio.

Nel complesso si tratta di imbarcazioni medio-grandi, con tonnellaggio medio di circa 21 t, potenza motrice media di circa 180 kW, ed una lunghezza media di 14,7 m LFT.

L'areale di pesca dei pescherecci con reti a strascico di Livorno e Viareggio è molto vasto: le imbarcazioni di Livorno operano a sud, tra l'Isola d'Elba e la Capraia fino, a nord, al confine con le acque liguri, interessando indistintamente i compartimenti marittimi di Livorno, Portoferraio e Viareggio (**Figura 6**). La maggior parte delle strascicanti di Viareggio esercita la pesca a nord-ovest del porto fino a 400-500 m di profondità, con una zona di maggior concentrazione sui bassi fondali della piattaforma continentale, specialmente per quanto riguarda le imbarcazioni di piccole dimensioni, molto numerose nella flottiglia a strascico viareggina. Le barche di maggiori dimensioni si possono spingere anche a considerevole distanza dal porto base, fino ad arrivare a sud all'Isola di Gorgona e in prossimità della Capraia (**Figura 6**). Data l'ampiezza dell'areale di pesca delle imbarcazioni a strascico delle due marinerie, il sito scelto come sede per il rigassificatore, rappresenta una frazione trascurabile di detto areale.

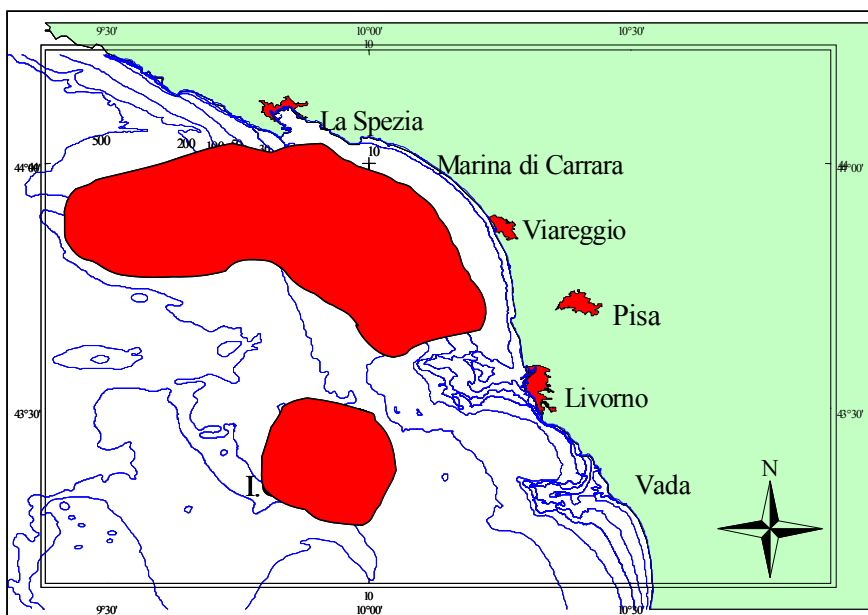
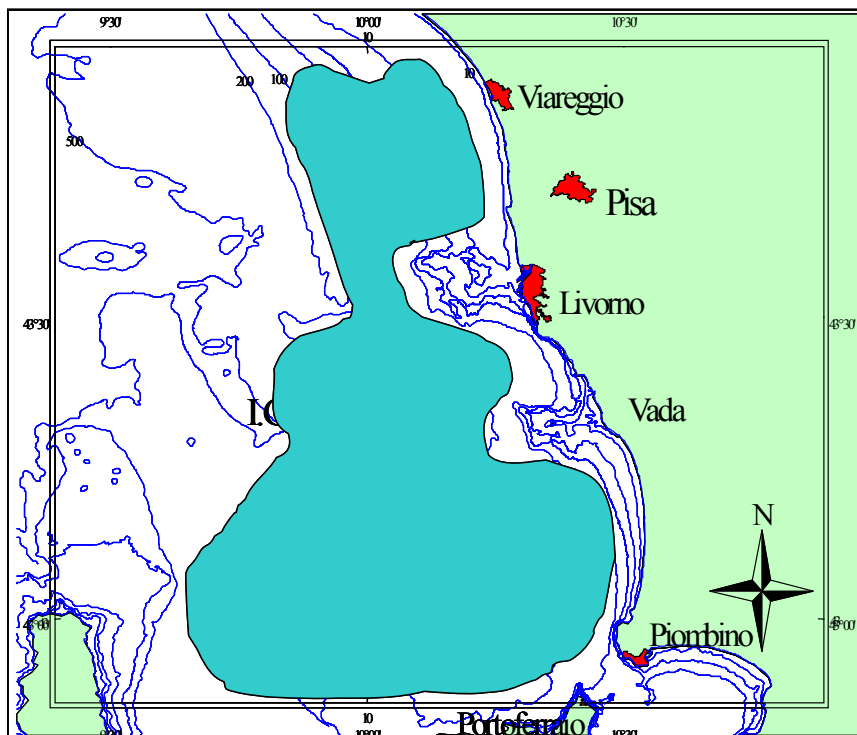


Figura 6 - Aree di pesca della marineria a strascico di fondo di Livorno (in alto) e di Viareggio (in basso).

Altre tipologie di pesca (es. pesca artigianale con reti ed attrezzi da posta, pesca con reti a circuizione, pesca con rapidi o ramponi) vengono effettuate prevalentemente sui fondali in prossimità della costa, senza interazioni con l'area interessata dalla presenza del terminale.

L'area oggetto dello studio è caratterizzata da un pianoro omogeneo con profondità compresa tra 112 e 118 metri.

I sedimenti sono costituiti quasi esclusivamente dalle frazioni fini (silt e argilla), mentre la componente sabbiosa rappresenta percentuali trascurabili in tutti i campioni analizzati.

La presenza di sostanza organica è in accordo al quadro bionomico dell'area. Quest'ultima, infatti, risulta ascrivibile, secondo i criteri di Pérès & Picard (1964) alla Biocenosi de fanghi Terrigeni Costieri tipicamente caratterizzata dalla presenza di biodetrito vegetale di origine terrigena.

I popolamenti macrobentonici esibiscono un modesto livello strutturale con poche specie e bassi valori di abbondanza.

Complessivamente il livello di contaminazione da metalli risulta modesto tanto che la maggior parte di loro esibisce tenori inferiori o paragonabili al Livello Chimico di Base e comunque inferiori o simili al Livello Chimico Limite e rientrano pertanto nei range stabiliti dal Manuale dei sedimenti. Nella maggior parte dei casi i tenori sono inferiori anche ai più restrittivi standard di qualità ambientale.

Analogamente i composti organici sono presenti in concentrazioni basse. I PCB e gli Idrocarburi leggeri sono risultati assenti.

Al contrario è stata rilevata la presenza di IPA e Idrocarburi pesanti. I primi (intesi come IPA Totali) inferiori agli standard di qualità del D.M. 56/2009, sebbene alcuni composti (Benzo(a)pirene, Benzo(b)fluorantene, Benzo(k) fluorantene superino i limiti riportati nel medesimo decreto.

Gli IPA totali sono inoltre minori dell'LCB riportato nel Manuale dei sedimenti in tutte le stazioni, sebbene il Dibenzo(a,h)antracene esibisca un tenore più elevato rispetto all'LCB corrispondente. In nessun caso, sono state osservate concentrazioni superiori all'LCL.

E' stata inoltre rilevata la presenza di alcuni composti (Benzo(b)fluorantene, Benzo(k) fluorantene), ritenuti sostanze Pericolose Prioritarie, presenti con concentrazioni maggiori rispetto ai valori chimici cautelativi indicati nel Manuale dei sedimenti.

Tuttavia, la batteria dei saggi biologici applicata ai sedimenti testati ha dimostrato la completa assenza di tossicità acuta. La presenza di tossicità acuta bassa, rilevata solo nell'elutriato estratto dal sedimento della stazione 6, indica unicamente un effetto modesto e di breve durata.

Complessivamente, pertanto, i risultati testimoniano che i sedimenti analizzati risultano non tossici e privi di inquinamento fecale.

Riferimenti bibliografici

- Abella A., Serena F., Fortunati L., Mammini U., Lari D., Ciardelli R. (2001). Use of GIS for the analysis of spatial data on fishing effort and seasonal changes in fishing strategies for Tyrrhenian Sea bottom trawl fisheries. Proceedings of the First International Symposium on Geographic Information Systems (GIS) in Fishery Science (Seattle, Washington, U.S.A.; 2-4 March 1999).
- Abella A., Serena F., Ria M. (2005). Distributional response to variations in abundance over spatial and temporal scales for juveniles of European hake (*Merluccius merluccius*) in the Western Mediterranean Sea. *Fish. Res.*, 71: 295-310.
- Auteri R., Baino R.T., Mannini P., Reale B., Righini P., Serena F., Silvestri R., Volani A., Volpi C. (1989). Opuscolo divulgativo sulla pesca a strascico in Toscana. Consorzio Regionale di Idrobiologia e Pesca.
- Bertrand J.A., Gil De Sola L., Papaconstantinou C., Rrelini G., Souplet A. (2002). The general specifications of the MEDITS survey. *Sci. Mar.*, 66 (Suppl. 2): 9-17.
- De Ranieri S. (1996). Studio ambientale relativo alla caratterizzazione di un'area marina da utilizzare per una serie di siti di scarico dei sedimenti provenienti dal dragaggio del Porto di Livorno. Ministero dei Lavori Pubblici, Relazione Tecnica, settembre 1996.
- De Ranieri S. (1998). Indagine ambientale per il riutilizzo di un'area marina per lo scarico di materiali dragati nel Porto di Livorno. Autorità Portuale del Porto di Livorno, Relazione Tecnica, settembre 1998.

- De Ranieri S. (2001). Realizzazione di indagini per la conoscenza e la valorizzazione delle attività di pesca e maricoltura in Toscana. Sottoprogetto 1: Realizzazione di mappe degli areali di pesca. Regione Toscana, Rapporto finale, Settembre 2001, voll. I e II.
- De Ranieri S. (2005a). Programma Nazionale Raccolta Dati Alieutici, modulo: Campagna scientifica di valutazione degli stock-GRUND anno 2004. Relazione finale MIPAAF.
- De Ranieri S. (2005b). Programma Nazionale Raccolta Dati Alieutici, modulo: Campagna scientifica di valutazione degli stock-MEDITs anno 2004. Relazione Biologica MIPAAF.
- De Ranieri S. (2006a). Programma Nazionale Raccolta Dati Alieutici, modulo: Campagna scientifica di valutazione degli stock-GRUND anno 2005. Relazione finale MIPAAF.
- De Ranieri S. (2006b). Programma Nazionale Raccolta Dati Alieutici, modulo: Campagna scientifica di valutazione degli stock-MEDITs anno 2005. Relazione Biologica MIPAAF.
- De Ranieri S. (2007). Programma Nazionale Raccolta Dati Alieutici, modulo: Campagna scientifica di valutazione degli stock-MEDITs anno 2006. Relazione Biologica MIPAAF.
- De Ranieri S. (2008). Programma Nazionale Raccolta Dati Alieutici, modulo G: Campagna scientifica di valutazione degli stock-MEDITs anno 2007. Relazione Biologica MIPAAF.
- De Ranieri S. (2009). Programma Nazionale Raccolta Dati Alieutici, modulo G: Campagna scientifica di valutazione degli stock-MEDITs anno 2008. Relazione Biologica MIPAAF.
- De Ranieri S. (2010). Programma Nazionale Raccolta Dati Alieutici, modulo G: Campagna scientifica di valutazione degli stock-MEDITs anno 2009. Relazione Biologica MIPAAF.
- De Ranieri S. (2011). Programma Nazionale Raccolta Dati Alieutici, modulo G: Campagna scientifica di valutazione degli stock-MEDITs anno 2010. Relazione Biologica MIPAAF.
- Fabi G., De Ranieri S. (1998). Trammel and gill net selectivity in the Adriatic and Tyrrhenian Sea. Study Contract N° 94/086, Unione Europea, Rapporto Finale, Agosto 1998, 162 pp.
- Fabi G., Sartor P. (2001). *Sepia officinalis*: impact of three set gear fishing techniques in the Adriatic and the Ligurian Sea. Study Contract N° 98/069, Unione Europea, Rapporto Finale, Aprile 2001.
- Fabi G., Sartor P. (2002). Study on the mixed-species catches of the rapido trawl fishery along the Italian coasts. Contract N° 99/051, Unione Europea, Rapporto Finale, Ottobre 2002.
- Fabi G., Sbrana M., Biagi F., Grati F., Leonori I., Sartor P. (2002). Set net selectivity for *Lithognathus mormyrus* (L., 1758), *Diplodus annularis* (L., 1758) and *Mullus barbatus* (L., 1758) in the Adriatic and Ligurian sea, (central and western Mediterranean). *Fish. Res.*, 54(3): 375-388.
- ICRAM (1997). Risultati della campagna di monitoraggio effettuata sulle aree marine utilizzate per lo scarico dei materiali dragati nel Porto di Livorno. Autorità Portuale di Livorno, Relazione Tecnica, Settembre 1997.
- Pères J.M., Picard J. (1964). Nouveau manuel de bionomie benthique de la Mer Méditerranée. Recl. Trav. Stn. Mar. End. Bull. 31: 1-137.
- Relini G. (1998). Valutazione delle risorse demersali. *Biol. Mar. Medit.*, 5(3): 3-19.
- Sartor P. (2005). Sperimentazione del palangaro di fondo e valutazione delle sue possibilità d'impiego da parte della flottiglia di pesca artigianale livornese. Progetto SFOP- Regione Toscana, relazione finale.
- Sartor P., Sbrana M., Viva C., De Ranieri S., Pellegrini D. (1992a). Risorse demersali dell'area compresa tra le Secche della Meloria e il fiume Arno. In: Rapporto finale per la caratterizzazione del sito di discarica dei fanghi di escavo del porto di Livorno in relazione allo sversamento dei primi 100.000 mc di materiale. ENEA Ed. Vol. I: 178-183.
- Sartor P., Sbrana M., Viva C., De Ranieri S., Pellegrini D. (1992b). Risorse demersali dell'area compresa tra le Secche della Meloria e il fiume Arno. In: Rapporto finale per la caratterizzazione del sito di discarica dei fanghi di escavo del porto di Livorno in relazione allo sversamento dei primi 100.000 mc di materiale. ENEA Ed. Vol. II: 162-166.
- Sbrana M. (2003). Individuazione di maglie più selettive nella pesca della sogliola, *Solea vulgaris*, con reti ad imbocco lungo il litorale livornese. Progetto SFOP- Regione Toscana, relazione finale.
- Sbrana M. (2003). Individuazione di maglie più selettive nella pesca con il tramaglio lungo il litorale livornese. Progetto SFOP- Regione Toscana, relazione finale.
- Sbrana M., Sartor P., Reale B., Biagi F. (1999). Inter-specific selectivity of experimental set nets along the Tuscany coast. *Biol. Mar. Medit.*, 6(1): 609-613.
- Sbrana M., Belcari P., Francesconi B., Rossetti I. (2001). Exploitation of *Solea vulgaris* (Quensel, 1806) with gill net in a coastal area along the Eastern Ligurian coast. *Rapp. Comm. int. Mer Medit.*, 36: 322-323.
- Sbrana M., De Ranieri S., Francesconi B. (2001). Catch efficiency and demographic structure of the catches of two types of trammel nets for the cuttlefish, *Sepia officinalis* Linnaeus, 1758, along the coastal area of Livorno. *Biol. Mar. Medit.*, 8(1): 779-782.
- Sbrana M., Reale B., Viva C. (2001). Catch efficiency of fixed experimental set nets along a coastal area of the eastern Ligurian Sea. *Biol. Mar. Medit.*, 8(1): 775-778.

Appendice: Schede granulometriche

Campione: 124_12	Certif.: 3066	Cantiere: OLT FSRU (comm.:008/LF/12)	Cliente: CIBM	Data di analisi: 19/03/2012
-------------------------	----------------------	---	----------------------	------------------------------------

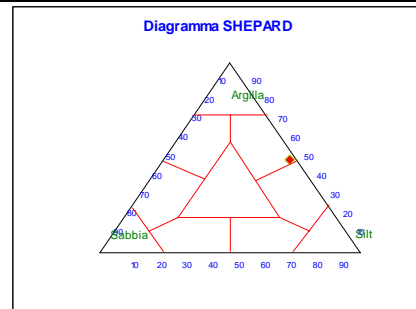
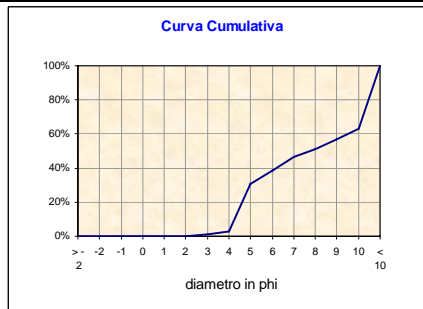
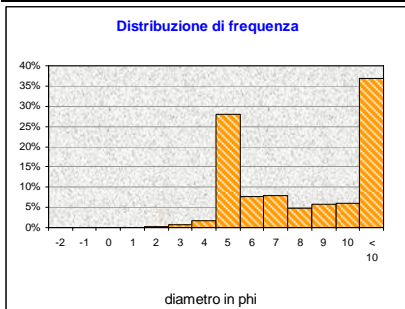
	g	phi	micron	%	Freq. Cumul.
Ghiaia	0,00	> -2	> 4000	0,00%	0,00%
	0,00	-2	4000	0,00%	0,00%
	0,00	-1	2000	0,00%	0,00%
Sabbia	0,00	0	1000	0,00%	0,00%
	0,00	1	500	0,00%	0,00%
	0,18	2	250	0,22%	0,22%
	0,55	3	125	0,67%	0,89%
Silt	1,44	4	62,5	1,76%	2,65%
	22,90	5	31	28,02%	30,67%
	6,33	6	15,6	7,74%	38,41%
	6,53	7	7,8	7,99%	46,41%
	3,93	8	3,9	4,81%	51,22%
Argilla	4,77	9	2,0	5,83%	57,05%
	4,95	10	0,98	6,06%	63,10%
	30,16	< 10	< 0,98	36,90%	100,00%

Litologia %	
% ghiaia	0,00%
% sabbia	2,65%
% silt	48,56%
% argilla	48,78%

Parametri Fisici e Statistici	
Peso* secco (g)	Ps 81,74
Peso* umido (g)	Pu 176,45
Peso specifico	G 2,71
Peso di volume (g/cm ³)	γ 1,85
Peso di vol. secco (g/cm ³)	γd 1,19
Umidità (%)	W 115,56%
Media	M _L 8,61
Classazione	σ _w 4,57
Asimmetria	S _w 0,14
Appuntimento	K _G 0,64
Mediana	Md 7,75

Classificazione	
ARGILLA SILTOSA	SHEPARD
estremamente mal classato	Classazione
asimmetrica positiva	Asimmetria
molto platicurtica	Appuntimento

Note: 0,22 g di materiale organico



Campione: 125_12	Certif.: 3067	Cantiere: OLT FSRU (comm.: 008/LF/12)	Cliente: CIBM	Data di
-------------------------	----------------------	--	----------------------	----------------

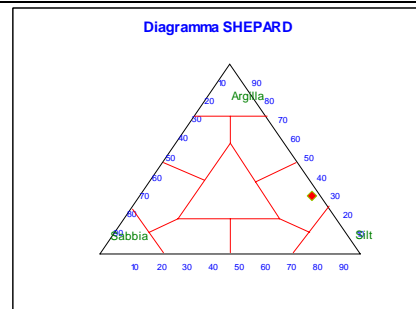
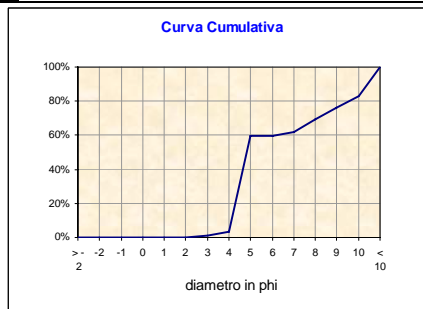
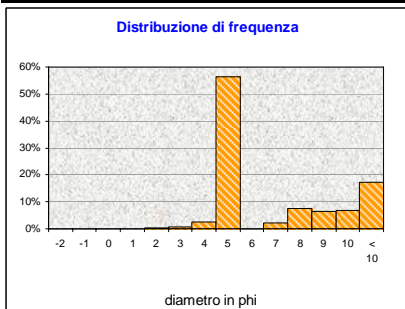
	g	phi	micron	%	Freq. Cumul.
Ghiaia	0,00	> -2	> 4000	0,00%	0,00%
	0,00	-2	4000	0,00%	0,00%
	0,00	-1	2000	0,00%	0,00%
Sabbia	0,00	0	1000	0,00%	0,00%
	0,00	1	500	0,00%	0,00%
	0,20	2	250	0,22%	0,22%
	0,61	3	125	0,67%	0,89%
Silt	2,14	4	62,5	2,36%	3,26%
	51,19	5	31	56,50%	59,76%
	0,00	6	15,6	0,00%	59,76%
	1,98	7	7,8	2,19%	61,95%
	6,86	8	3,9	7,57%	69,52%
Argilla	5,92	9	2,0	6,53%	76,05%
	6,03	10	0,98	6,66%	82,71%
	15,67	< 10	< 0,98	17,29%	100,00%

Litologia %	
% ghiaia	0,00%
% sabbia	3,26%
% silt	66,26%
% argilla	30,48%

Parametri Fisici e Statistici	
Peso* secco (g)	Ps 90,60
Peso* umido (g)	Pu 196,37
Peso specifico	G 2,66
Peso di volume (g/cm ³)	γ 1,81
Peso di vol. secco (g/cm ³)	γd 1,15
Umidità (%)	W 116,62%
Media	M _L 6,42
Classazione	σ _w 3,00
Asimmetria	S _w 0,40
Appuntimento	K _G 0,72
Mediana	Md 4,83

Classificaz	
SILT ARGILLOSO	
molto mal classato	
molto positiva	
platicurtica	

Note: 0,1 g di materiale organico
--



Campione:	126_12	Certif.:	3068	Cantiere:	OLT FSRU (comm.:008/LF/12)	Ciente:	CIBM	Data di
------------------	---------------	-----------------	------	------------------	----------------------------	----------------	-------------	----------------

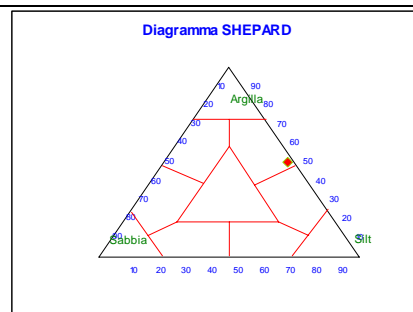
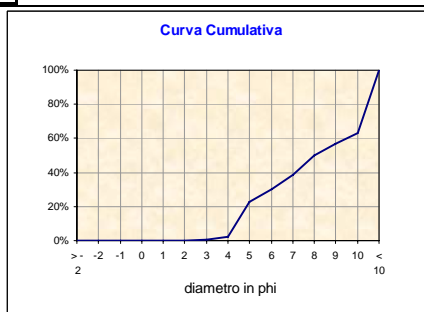
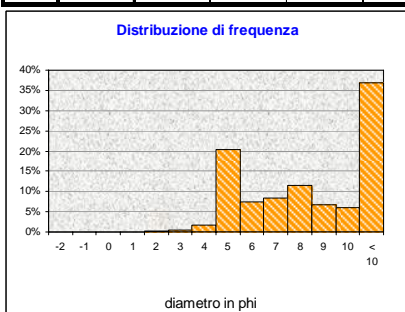
	g	phi	micron	%	Freq. Cumul.
Ghiaia	0,00	> -2	> 4000	0,00%	0,00%
	0,00	-2	4000	0,00%	0,00%
	0,00	-1	2000	0,00%	0,00%
Sabbia	0,00	0	1000	0,00%	0,00%
	0,00	1	500	0,00%	0,00%
	0,14	2	250	0,17%	0,17%
Silt	0,46	3	125	0,59%	0,76%
	1,33	4	62,5	1,70%	2,47%
	15,83	5	31	20,28%	22,75%
	5,82	6	15,6	7,46%	30,21%
	6,54	7	7,8	8,39%	38,60%
Argilla	9,01	8	3,9	11,55%	50,15%
	5,32	9	2,0	6,82%	56,97%
	4,73	10	0,98	6,07%	63,03%
	28,84	< 10	< 0,98	36,97%	100,00%

Litologia %	
% ghiaia	0,00%
% sabbia	2,47%
% silt	47,68%
% argilla	49,85%

Parametri Fisici e Statistici		
Peso* secco (g)	Ps	78,03
Peso* umido (g)	Pu	183,00
Peso specifico	G	2,68
Peso di volume (g/cm ³)	ρ^d	1,80
Peso di vol. secco (g/cm ³)	ρ^s	1,14
Umidità (%)	W	134,38%
Media	M _z	8,54
Classazione	π_z	4,15
Asimmetria	S _{sk}	0,10
Appuntimento	K _G	0,68
Mediana	Md	7,99

Classificaz	
ARGILLA SILTOSA	
estremamente mal classato	
simmetrica	
platicurtica	

Note: 0,1 g di materiale organico



Campione:	127_12	Certif.:	3069	Cantiere:	OLT FSRU (comm.: 008/LF/12)	Ciente:	CIBM	Data di
------------------	---------------	-----------------	------	------------------	-----------------------------	----------------	-------------	----------------

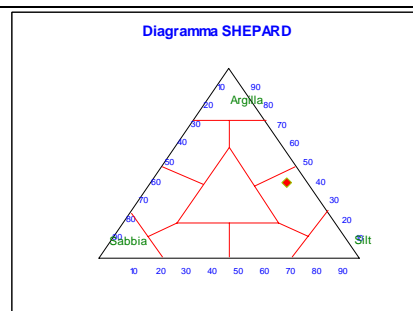
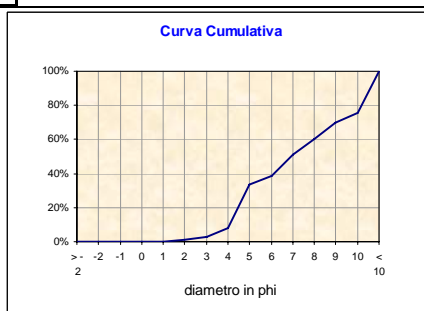
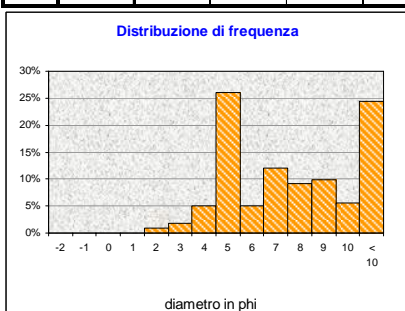
	g	phi	micron	%	Freq. Cumul.
Ghiaia	0,00	> -2	> 4000	0,00%	0,00%
	0,00	-2	4000	0,00%	0,00%
	0,00	-1	2000	0,00%	0,00%
Sabbia	0,00	0	1000	0,00%	0,00%
	0,00	1	500	0,00%	0,00%
	0,87	2	250	0,97%	0,97%
Silt	1,59	3	125	1,78%	2,75%
	4,46	4	62,5	4,99%	7,75%
	23,19	5	31	25,97%	33,72%
	4,52	6	15,6	5,06%	38,78%
	10,79	7	7,8	12,08%	50,86%
Argilla	8,25	8	3,9	9,24%	60,10%
	8,87	9	2,0	9,93%	70,03%
	4,96	10	0,98	5,56%	75,58%
	21,81	< 10	< 0,98	24,42%	100,00%

Litologia %	
% ghiaia	0,00%
% sabbia	7,75%
% silt	52,35%
% argilla	39,90%

Parametri Fisici e Statistici		
Peso* secco (g)	Ps	89,31
Peso* umido (g)	Pu	184,00
Peso specifico	G	2,70
Peso di volume (g/cm ³)	ρ^d	1,85
Peso di vol. secco (g/cm ³)	ρ^s	1,18
Umidità (%)	W	105,68%
Media	M _z	7,22
Classazione	π_z	3,04
Asimmetria	S _{sk}	0,07
Appuntimento	K _G	0,68
Mediana	Md	6,93

Classificaz	
SILT ARGILLOSO	
molto mal classato	
simmetrica	
platicurtica	

Note: 0,29 g di materiale organico



Appendice: riferimenti normativi

Standard di qualità dei sedimenti tratti dal D.M. 56/2009 (ripresi nel D.M. 260/2010).

Livello Chimico di Base (LCB) e del Livello Chimico Limite (LCL) tratti dal “Manuale per la Movimentazione dei sedimenti marini” (APAT-ICRAM-MATTM, 2006).

Stralcio della tabella 2.3C tratta da succitato “Manuale per la movimentazione di sedimenti marini” riportante i valori chimici cautelativi di alcune sostanze Pericolose Prioritarie ai sensi del D.M. 367/99.

Standard di qualità nei sedimenti. Tratta del D.M. 56/2009 (Tab. 2/A; Tab. 3/B)

Parametri	SQA-MA ^{(1) (2)}	Parametri	SQA-MA ^{(1) (2)}
Metalli	mg/kg s.s.	Metalli	mg/kg s.s.
Cadmio	0,3	Arsenico	12
Mercurio	0,3	Cromo totale	50
Nichel	30	Cromo VI	2
Piombo	30	Policiclici Aromatici	µg/kg
Organo metalli	µg/kg	IPA totali	800
Tributilstagno	5	PCB e Diossine	
Policiclici Aromatici	µg/kg	Sommatoria T.E PCDD, PCDF (Diossine e Furani) e PCB diossina simili	2 x 10 ⁻³
Benzo[a]pirene	30		
Benzo[b]fluorantene	40		
Benzo[k]fluorantene	20	PCB totali⁽⁴⁾	8
Benzo[g,h,i]perilene	55	<ol style="list-style-type: none"> Standard di qualità ambientale espresso come valore medio annuo (SQA-MA) In considerazione della complessità della matrice sedimento è ammesso, ai fini della classificazione del buono stato chimico uno scostamento pari al 20% del valore riportato in tabella. DDE,DDD,DDT: lo standard è riferito alla somma degli isomeri 2,4 e 4,4 di ciascuna sostanza. La somma è riferita ai seguenti IPA: (Naftalene, Acenaftene, Acenaftilene, Fenantrene, Fluorantene, Benzo(a)antracene, Crisene, Benzo(b)fluorantene, Benzo(k)fluorantene, Benzo(a)pirene, Dibenzo(a,h)antracene, Antracene, Pirene, Benzo(g,h,i)perilene, Indeno(1,2,3)c,d pirene, Fluorene). PCB totali, lo standard è riferito alla sommatoria dei seguenti congeneri: 28, 52, 77, 81, 101, 118, 126, 128, 138, 153, 156, 169, 180; 	
Indenopirene	70		
Antracene	45		
Fluorantene	110		
Naftalene	35		
Pesticidi	µg/kg		
Aldrin	0,2		
α- HCH	0,2		
β- HCH	0,2		
γ-HCH (Lindano)	0,2		
DDT⁽³⁾	1		
DDD⁽³⁾	0,8		
DDE⁽³⁾	1,8		
Dieldrin	0,2		
Esaclorobenzene	0,4		

Livello Chimico di Base (LCB) e del Livello Chimico Limite (LCL) tratti dal “Manuale per la Movimentazione dei sedimenti marini” (APAT-ICRAM-MATTM, 2006)

Elementi in tracce [mg/kg] p.s.	LCB con pelite < 10%	LCB con pelite > 10%	LCL
As	17	25	32
Cd	0,20	0,35	0,8
Cr	50	100	360
Cu	15	40	52
Hg	0,20	0,40	0,8
Ni	40	70	75
Pb	25	40	70
V	-	-	-
Zn	50	100	170
Contaminanti organici	LCB [µg/kg] p.s.		LCL [µg/kg] p.s.
Organostannici	4,5		72
Σ PCB	5		189
Σ DDD	1,2		7,8
Σ DDE	2,1		3,7
Σ DDT	1,2		4,8
Clordano	2,3		4,8
Aldrin	-		-
Dieldrin	0,7		4,3
Endrin	2,7		62
γ-HCH	0,3		1,0
α-esacloroesano	-		-
β-esacloroesano	-		-
γ-esacloroesano	-		-
Eptacloro epossido	0,6		2,7
Σ IPA	900		4.000
Acenaftene	7		89
Antracene	47		245
Benzo[a]antracene	75		693
Benzo[a]pirene	80		763
Crisene	108		846
Dibenz[a,h]antracene	6		135
Fenantrene	87		544
Fluorene	21		144
Fluorantene	113		1.494
Naftalene	35		391
Pirene	153		1.398
Indeno(1,2,3 cd)pirene	-		-
Benzo(b)fluorantene	-		-
Benzo(k)fluorantene	-		-
Benzo(g,h,i)perilene	-		-
Idrocarburi leggeri	-		-
Idrocarburi pesanti	-		-

La concentrazione limite degli Organostannici è riferita allo Stagno totale di origine organica;

la concentrazione limite dei PCB è riferita alla sommatoria dei seguenti congeneri: 28, 52, 77, 81, 101, 118, 126, 128, 138, 153, 156, 169, 180.

La sommatoria di DDD, DDE e DDT è riferita alla sommatoria degli isomeri 2,4 e 4,4 di ciascuna sostanza.

La concentrazione limite degli IPA è riferita alla sommatoria dei seguenti singoli IPA: Naftalene, Acenaftene, Fluorene, Fenantrene, Antracene, Fluorantene, Pirene, Benzo(a)antracene, Crisene, Benzo(b)fluorantene, Benzo(k)fluorantene, Benzo(a)pirene, Dibenz(a,h)antracene, Benzo(g,h,i)perilene, Indeno(1,2,3,c,d)pirene, Acenaftilene.

Stralcio della tabella 2.3 C tratta dal “Manuale per la Movimentazione dei sedimenti marini” (APAT-ICRAM-MATTM, 2006) riportante i valori chimici cautelativi di alcune sostanze Pericolose Prioritarie ai sensi del D.M. 367/99.

Sostanze Pericolose Prioritarie	[$\mu\text{g}/\text{kg}$] p.s.
Benzo(b)fluorantene	40
Benzo(k)fluorantene	20
Benzo(g,h,i)perilene	55