



**Oceanira S.r.l.**

Via Ilva 2/9, 16128 Genova, Italia

tel.: +39 010 8605140

e-mail: [info@oceanira.com](mailto:info@oceanira.com)

web: [www.oceanira.com](http://www.oceanira.com)

P.IVA: IT02327560997

## RAPPORTO TECNICO

### *ANALISI DEI DATI CORRENTOMETRICI NELL'AREA DEL TERMINALE OLT*

#### *DECIMO ANNO DI ESERCIZIO*

*DOCUMENTO N.: TR-24-04, REVISIONE: 0, DATA: 29/05/2024*

*NUMERO TOTALE DI PAGINE: 23 (INCLUSO FRONTESPIZIO E APPENDICI)*

**CLIENTE:** **OLT OFFSHORE LNG TOSCANA S.P.A.**

Sede legale: Via Passione 8, 20122 Milan

Sede operativa: Via D'Alesio 2, 57100 Livorno

e-mail: [info@oltoffshore.it](mailto:info@oltoffshore.it)

web: [www.oltoffshore.it](http://www.oltoffshore.it)

VAT n. IT07197231009

*PROGETTO CLIENTE: -*

*NUMERO PROGETTO CLIENTE: -*

**LISTA DI DISTRIBUZIONE:**

**SOCIETÀ**

OLT Offshore LNG Toscana S.p.A.


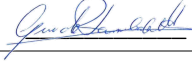

**REFERENTE**

Domenico Guglielmi

Monica Giannetti

Veronica Bianchi



DOCUMENTO N.	REVISIONE	DATA	PREPARATO DA	CONTROLLATO DA	APPROVATO DA
TR-24-04	0	29/05/2024	E. Terrile 	G. Rambaldi 	G. Rambaldi 

Revisione	Motivo dell'emissione	Sezioni modificate
0	Revisione del Cliente	-

Tabella 1 – Revisioni

*Il presente documento è protetto da Copyright e non può essere riprodotto interamente o parzialmente senza la approvazione per iscritto da parte di Oceanira S.r.l. Esso è emesso per il solo uso della persona fisica o della Società a cui è indirizzato (Cliente). Oceanira S.r.l. non assume alcuna responsabilità, in torto, nei confronti di alcuna terza parte. Questo report deve essere letto per intero e è soggetto alle assunzioni e qualifiche indicate al suo interno ed in ogni comunicazione in merito fra Oceanira S.r.l. e il Cliente. Parti di questo Report contengono dati tecnici, che, si assume, siano analizzate da persone aventi adeguata conoscenza in merito agli argomenti trattati, al fine di una corretta e completa comprensione dei contenuti e delle conclusioni. Questo report rimane proprietà di Oceanira S.r.l. fino al completo pagamento dell'importo pattuito.*



---

## INDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>RIFERIMENTI .....</b>	<b>7</b>
2.1	LETTERATURA TECNICA .....	7
2.2	EMAIL E ALLEGATI .....	7
<b>3</b>	<b>VALIDAZIONE E PRESENTAZIONE DEI DATI .....</b>	<b>8</b>
3.1	VALIDAZIONE .....	8
3.2	PRESENTAZIONE DEI DATI .....	10
<b>4</b>	<b>INTERPRETAZIONE DEI DATI .....</b>	<b>18</b>
4.1	PUNTO OLT .....	18
4.2	TRANSETTO T2 .....	20
<b>5</b>	<b>MODELLO DI DISPERSIONE .....</b>	<b>21</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>23</b>



## TABELLE

Tabella 1 – Revisioni .....	2
Tabella 2 – Punti di Campionamento .....	9
Tabella 3 – Sintesi dei Campionamenti effettuati nel 2023.....	11
Tabella 4 – Distanza massima dallo scarico per valori fissati di $\Delta T$ .....	22

## FIGURE

Figura 1 – Posizione dei Punti di Campionamento .....	10
Figura 2 – Posizione dei Transetti L1, L2, L3, T1, T2 e T3.....	10
Figura 3 – Profili di Corrente misurati in O in Giugno 2023.....	12
Figura 4 – Profili di Temperatura (sinistra), Salinità (centro) e Densità (destra) misurati in O in Marzo 2023.....	12
Figura 5 – Profili di Temperatura (sinistra), Salinità (centro) e Densità (destra) misurati in P e Q in Giugno 2023 .....	13
Figura 6 – Profili di Temperatura (sinistra), Salinità (centro) e Densità (destra) misurati in P e Q in Agosto 2023 .....	14
Figura 7 – Transetto T2 – Marzo 2023 – Valori Caratteristici della Temperatura (Sopra) Salinità (Centro) e Densità (Sotto) .....	15
Figura 8 – Transetto T2 – Giugno 2023 – Valori Caratteristici della Temperatura (Sopra) Salinità (Centro) e Densità (Sotto) .....	16
Figura 9 – Transetto T2 – Agosto 2023 – Valori Caratteristici della Temperatura (Sopra) Salinità (Centro) e Densità (Sotto) .....	17
Figura 10 – Confronto tra Campionamenti effettuati nel Mese di Giugno 2012, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022 e 2023 al Punto O .....	19
Figura 11 – Confronto tra Campionamenti effettuati nel Mese di Agosto 2012, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, e 2023 al Punto O .....	19
Figura 12 – Risultati Modello Dispersivo, Scenario Giugno 2023 .....	21



# 1 INTRODUZIONE

Scopo del presente documento è di fornire, attraverso l'analisi di misure appositamente effettuate, le caratteristiche tipiche del campo di corrente e delle masse d'acqua e le loro variazioni spaziali e temporali nell'area di ubicazione del Terminale galleggiante OLT per la rigassificazione di GNL denominato "FSRU Toscana" (nel seguito definito FSRU).

Il rapporto è basato sulle misure, effettuate da personale OLT e rilevate nel decimo anno di esercizio del Terminale (marzo, giugno e agosto 2023 – Rif. [15] e [16]), e fa riferimento ai precedenti rapporti:

- "Analisi dei Dati Correntometrici Misurati nell'Area di Installazione del Terminale. Nono anno di esercizio", Rif. [2] relativo alle misure effettuate nel 2022 durante l'ottavo anno di esercizio del Terminale;
- "Analisi dei Dati Correntometrici Misurati nell'Area di Installazione del Terminale. Ottavo anno di esercizio", Rif. [3] relativo alle misure effettuate nel 2021 durante l'ottavo anno di esercizio del Terminale;
- "Analisi dei Dati Correntometrici Misurati nell'Area di Installazione del Terminale. Settimo anno di esercizio", Rif. [4] relativo alle misure effettuate nel 2020 durante il settimo anno di esercizio del Terminale;
- "Analisi dei Dati Correntometrici Misurati nell'Area di Installazione del Terminale. Sesto anno di esercizio", Rif. [5] relativo alle misure effettuate nel 2019 durante il sesto anno di esercizio del Terminale;
- "Analisi dei Dati Correntometrici Misurati nell'Area di Installazione del Terminale. Quinto anno di esercizio", Rif. [6] relativo alle misure effettuate nel 2018 durante il quinto anno di esercizio del Terminale;
- "Analisi dei Dati Correntometrici Misurati nell'Area di Installazione del Terminale. Quarto anno di esercizio", Rif. [7] relativo alle misure effettuate nel 2017 durante il quarto anno di esercizio del Terminale;
- "Analisi dei Dati Correntometrici Misurati nell'Area di Installazione del Terminale. Terzo anno di esercizio", Rif. [8] relativo alle misure effettuate nel 2016 durante il terzo anno di esercizio del Terminale;
- "Analisi dei Dati Correntometrici Misurati nell'Area di Installazione del Terminale. Secondo anno di esercizio", Rif. [9] relativo alle misure effettuate nel 2015 durante il secondo anno di esercizio del Terminale;
- "Analisi dei Dati Correntometrici Misurati nell'Area di Installazione del Terminale. Primo anno di esercizio (Dicembre 2013-Ottobre 2014) e Modello di Dispersione", Rif. [10] relativo alle misure effettuate nel 2014 durante il primo anno di esercizio del Terminale;
- "Analisi dei Dati Correntometrici Misurati nell'Area di Installazione del Terminale (Misure Maggio-Ottobre 2012)", Rif. [11] relativo alle misure effettuate nel 2012 considerate rappresentative della situazione esistente prima dell'installazione del Terminale (cosiddetto "bianco").

In Rif. [11] è riportata una esauriente descrizione delle caratteristiche essenziali relative alla circolazione delle masse d'acqua e al campo di corrente nell'Arcipelago Toscano, a cui si rimanda al fine di inquadrare le misure effettuate nello scenario oceanografico tipico dell'area in esame.

In conformità a quanto richiesto dal Piano di Monitoraggio (Rif. [1]), le misure, estese a tutta la colonna d'acqua ed effettuate sia in punti adiacenti al punto di ubicazione del Terminale (nel seguito definito Punto OLT), sia nell'area circostante a differenti profondità, sono state validate, analizzate



---

ed interpretate al fine di documentare in modo completo ed esaustivo il campo di corrente e il campo di massa alle varie quote lungo la colonna d'acqua.

Gli strumenti utilizzati per l'esecuzione delle misure e la metodologia di acquisizione seguita sono descritti sinteticamente nell'Appendice A del rapporto "Analisi dei Dati Correntometrici Misurati nell'Area di Installazione del Terminale (Misure Maggio-Ottobre 2012)", Rif. [11] mentre in Appendice B dello stesso rapporto viene descritto il modello idrodinamico utilizzato per descrivere le caratteristiche del campo di corrente nell'Arcipelago.

Si sottolinea che tutto quanto effettuato e qui riportato è in accordo con quanto contenuto nel Piano di Monitoraggio (Rif. [1]).



## 2 RIFERIMENTI

### 2.1 LETTERATURA TECNICA

- [1] CIBM, 2011, Terminale Galleggiante di Rigassificazione FSRU Toscana -“Piano di Monitoraggio dell’Ambiente Marino”, Rev. 2.
- [2] Oceanira Srl, 2023, “Analisi Dei Dati Correntometrici Misurati nell’area di Installazione del Terminale, Nono Anno Di Esercizio”, Doc. No. TR-22-02 Rev. 1, Febbraio 2023
- [3] Oceanira Srl, 2022, “Analisi Dei Dati Correntometrici Misurati nell’area di Installazione del Terminale, Ottavo Anno Di Esercizio”, Doc. No. TR-22-03 Rev. 0, Marzo 2022
- [4] Oceanira Srl, 2021, “Analisi Dei Dati Correntometrici Misurati nell’area di Installazione del Terminale, Settimo Anno Di Esercizio”, Doc. No. TR-21-01 Rev. 0, Febbraio 2021.
- [5] Oceanira Srl, 2020, “Analisi Dei Dati Correntometrici Misurati nell’area di Installazione del Terminale, Sesto Anno Di Esercizio”, Doc. No. TR-20-01 Rev. 0, Febbraio 2020.
- [6] Rina Consulting SpA, 2019, “Analisi Dei Dati Correntometrici Misurati nell’area di Installazione del Terminale, Quinto Anno Di Esercizio”, Doc. No. P0003662-H2 Rev.1, Febbraio 2019.
- [7] Rina Consulting SpA, 2018, “Analisi Dei Dati Correntometrici Misurati nell’area di Installazione del Terminale, Quarto Anno Di Esercizio”, Doc. No. P0003662-H1 Rev.1, Febbraio 2018.
- [8] D’Appolonia, 2017, “Analisi Dei Dati Correntometrici Misurati nell’area di Installazione del Terminale, Terzo Anno Di Esercizio”, Doc. No. 12-982-H5 Rev.0, Febbraio 2017.
- [9] D’Appolonia, 2016, “Analisi Dei Dati Correntometrici Misurati nell’area di Installazione del Terminale, Secondo Anno Di Esercizio”, Doc. No. 12-982-H4 Rev.1, Febbraio 2016.
- [10] D’Appolonia, 2015, “Analisi Dei Dati Correntometrici Misurati nell’Area di Installazione del Terminale, Primo Anno Di Esercizio (Dicembre 2013 - Ottobre 2014)”, Doc. No. 12-982-H3 Rev.0, Febbraio 2015.
- [11] D’Appolonia, 2013, “Analisi dei Dati Correntometrici Misurati nell’Area di Installazione del Terminale (Misure Maggio-Ottobre 2012)”, Doc. No. 12-982-H2 Rev.1, Febbraio 2013.
- [12] DEAM, 2012, Specifica Tecnica per l’Esecuzione di Misure CTD e ADCP – Fase di Collaudo, Rev. 0.
- [13] D’Appolonia, 2012, “Validazione della Metodologia di Acquisizione delle Misure Correntometriche”, Doc. No. 12-982-H1 Rev.0, Novembre 2012
- [14] Doneker, R.L., and Jirka, G.H., 1990. “Expert system for hydrodynamic mixing zone analysis of conventional and toxic submerged single port discharges (CORMIX1).” Doc. N. EPA/600/3-90/012.

### 2.2 EMAIL E ALLEGATI

- [15] Email “Misure di corrente 31 maggio 2023” da Veronica Bianchi (OLT) a Emanuele Terrile del 13/02/2024;
- [16] Email “OLT CTD 2023” da Veronica Bianchi (OLT) a Emanuele Terrile del 23/04/2024;



### 3 VALIDAZIONE E PRESENTAZIONE DEI DATI

Le misure di corrente sono state eseguite con il profilatore di corrente Sontek ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) a 250 kHz (per profondità d'acqua fino a 180 m) dotato di 3 trasduttori acustici, Rif. [12] e [13]. Lo strumento è dotato anche di sensore per la temperatura (i cui dati servono per compensare automaticamente le variazioni di velocità del suono) e di "Bottom tracking" per l'utilizzo da natante in moto.

Le misure di salinità, temperatura e densità sono state effettuate mediante la sonda (CTD) Sontek CastAway, Rif. [12] e [13].

Strumenti utilizzati, metodologia di acquisizione e restituzione dei dati seguono quanto richiesto nel Piano di Monitoraggio, Rif. [1].

I dettagli della strumentazione, la fase di collaudo, la metodologia di acquisizione sono descritte in Rif. [11], Appendice A, alla quale si rimanda.

Le date di indagine sono:

- 21 marzo 2023
- 31 maggio 2023;
- 26 agosto 2023.

Le date sono state scelte sulla base delle previsioni dello stato del mare, individuando i giorni in cui era previsto mare calmo oppure, ove non esistesse tale situazione, mare caratterizzato da onde con altezze significative inferiori a 0.5 m. Tale scelta è dovuta al fatto che, in caso di eccessivo rollio dell'imbarcazione indotto dal moto ondosso, il rapporto segnale/rumore sarebbe tale da inficiare la qualità dei dati rilevati.

#### 3.1 VALIDAZIONE

In coerenza con le precedenti indagini (vedi Rif. [11]), sono state effettuate misure puntuali in posizioni selezionate, in modo da ottenere un "grigliato" intorno al sito di installazione del Terminale OLT.

Tale scelta, come descritto nell'Appendice A del riferimento [11], è dovuta al fatto che già in fase di collaudo e validazione della metodologia di acquisizione delle misure correntometriche (Rif. [13]) si evidenziava come il dato di corrente misurato con il natante in movimento fosse caratterizzato da valori del rapporto segnale/rumore (R), che definisce la validità o meno del dato, piuttosto scarsi e talvolta inaccettabili (i.e. per la tipologia di strumento utilizzato, valori di  $R < 3$  sono da considerarsi da scartare).

Va infatti sottolineato che la qualità di un profilo eseguito da un'imbarcazione in moto è di gran lunga inferiore rispetto ad un profilo eseguito da un natante fermo o alla deriva. Infatti, pur procedendo a bassa velocità e pur campionando ad alta frequenza, per ogni cella il segnale riflesso dal particolato trasportato dalla corrente marina è di gran lunga inferiore a quella ottenibile da una misura effettuata con ADCP immobile o quasi immobile, nonostante l'adozione dell'opzione "bottom tracking".

I punti selezionati per le misure sono mostrati in Figura 1 e elencati in Tabella 2. Si evidenzia che tra tutti i punti sono stati selezionati quelli di maggior interesse. In particolare, è stata data priorità alla





caratterizzazione stagionale dei punti situati nelle immediate vicinanze del Terminale (punti O e Q) rispetto al transetto T2 (punti D, E, F e G), in quanto uno degli scopi principali è quello di caratterizzare con maggiore dettaglio il campo di corrente nelle vicinanze del Terminale.

Successivamente, in fase di analisi e post-processing dei dati, se i dati a disposizione sono sufficienti, si può procedere alla ricostruzione dell'andamento dei singoli parametri lungo il transetto T2 (Figura 2), trasversale alla costa, utilizzando i punti O, Q e P come misure sul punto di ancoraggio (OLT) secondo quanto previsto dal Piano di Monitoraggio (i.e. pag 25 del Piano di Monitoraggio [1]).

Per ciascun punto sono quindi disponibili profili di temperatura, salinità, densità rilevati dal CTD, e velocità e direzione della corrente rilevate dal profilatore ADCP. Ciascuno di questi profili è stato analizzato, graficato e opportunamente validato allo scopo di correggere i dati (ove possibile) e di epurare il database dai dati oggettivamente errati.

Per questo sono state necessarie: una ordinata catalogazione dei singoli profili, una visualizzazione preliminare finalizzata ad interpretare eventuali incongruenze, e infine le operazioni di recupero e/o scarto dei dati dubbi di ogni singolo profilo.

ID	Latitudine [°N]	Longitudine [°E]	Profondità media [m]	ID	Latitudine [°N]	Longitudine [°E]	Profondità media [m]
A	43.73	9.96	100	I	43.61	10.02	100
B	43.73	10.05	50	L	43.61	10.11	53
C	43.73	10.14	24	M	43.61	10.17	28
D	43.68	9.92	130	N	43.64	9.91	145
E	43.68	9.99	100	O	43.64	9.98	112
F	43.68	10.08	50	P	43.64	9.94	140
G	43.68	10.16	20	Q	43.64	10.00	104
H	43.61	9.95	140	S	43.62	9.92	147

Tabella 2 – Punti di Campionamento



Figura 1 – Posizione dei Punti di Campionamento

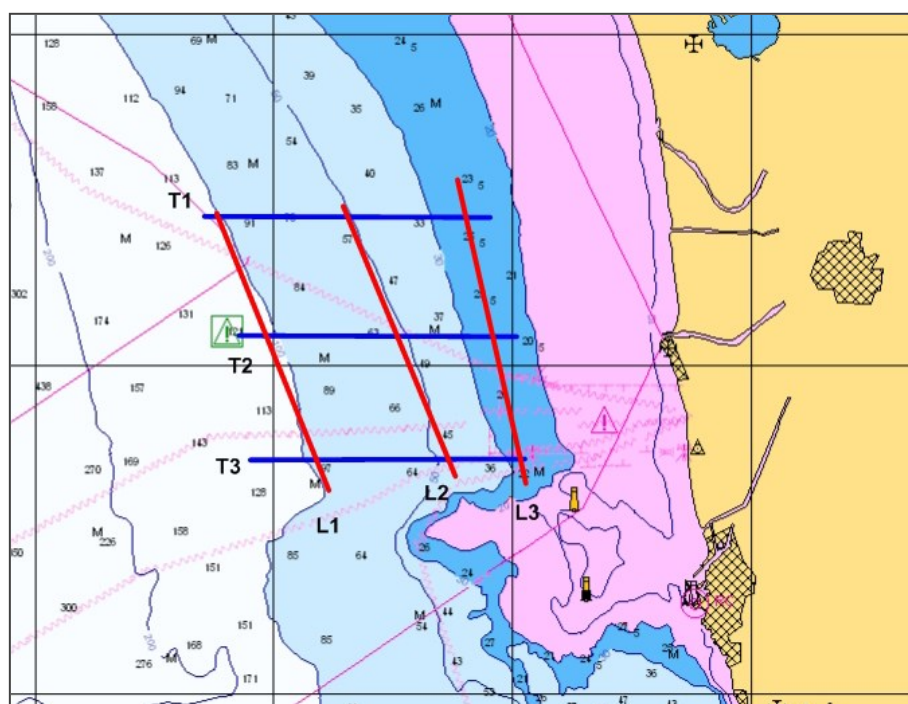


Figura 2 – Posizione dei Transetti L1, L2, L3, T1, T2 e T3

### 3.2 PRESENTAZIONE DEI DATI

I dati validati sono presentati in una serie di figure contenenti il singolo profilo rilevato nei vari punti citati e in altre contenenti l'andamento spaziale della corrente, componenti  $V_x$  (verso Est) e  $V_y$  (verso Nord). In Tabella 3 è riportata una sintesi dei campionamenti effettuati nel decimo anno di esercizio del Terminale (giugno 2023) e dei relativi risultati della validazione effettuata sui dati rilevati. Si osserva che in marzo, e agosto sono state eseguite solo misure di temperatura e di salinità.

DATA			PUNTO																
Anno	Mese	Giorno	A	B	C	D	E	F	G	H	I	L	M	N	O	P	Q	S	
2023	Marzo	21	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/				
2023	Giugno	31 maggio	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/				
2023	Agosto	26	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/				

	Dato Validato per Corrente, Temperatura e Salinità
	Dato non valido limitatamente alla misura di Corrente
	Dato non valido limitatamente alle misure di Temperatura e Salinità
	Dato non valido
	Dato non Rilevato

**Tabella 3 – Sintesi dei Campionamenti effettuati nel 2023**

In Figura 3 sono riportati graficamente i singoli profili di corrente (velocità e direzione di propagazione) misurati in giugno 2023 nel punto O: i valori si riferiscono alla media su 10 minuti, come richiesto nel Piano di Monitoraggio, Rif. [1], e come tradizionalmente indicato nelle normative relative all'ingegneria offshore. Essendo valori medi sui 10', la variabilità temporale della corrente può essere in alcuni casi notevole: si è quindi ritenuto opportuno considerare non validi i dati caratterizzati da deviazione standard maggiore di 0.2 m/s in un periodo di circa 20 minuti.

Analogamente, in Figura 4, Figura 5, e Figura 6 si riportano i profili di temperatura e salinità misurate e densità calcolata dai precedenti valori di temperatura e salinità. In questo caso le misure riportate in Figura 4, Figura 5, e Figura 6 fanno riferimento a tutti i mesi in cui è stato possibile uscire in mare, ovvero marzo, giugno e agosto, limitatamente al punto O, P e Q.

Infine, attraverso l'interpolazione 3D delle misure effettuate nei punti fissi (punti P, O e Q), è stato definito l'andamento dei parametri lungo parte del transetto trasversale T2. Infatti, come già sottolineato in precedenza, la qualità del dato misurato lungo i transetti con natante in moto non era infatti accettabile, come evidenziava il rapporto segnale/rumore. Si ritiene quindi che le misure del transetto T2 ottenute tramite l'interpolazione 3D rispettino a pieno quanto richiesto nel Piano di Monitoraggio [1].

### PUNTO O

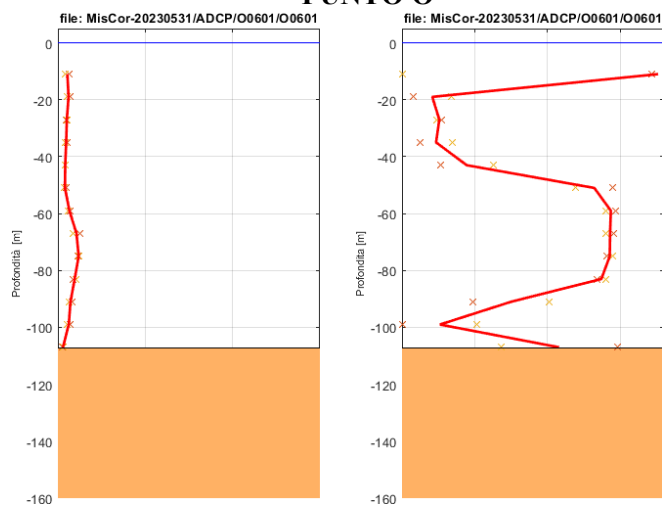
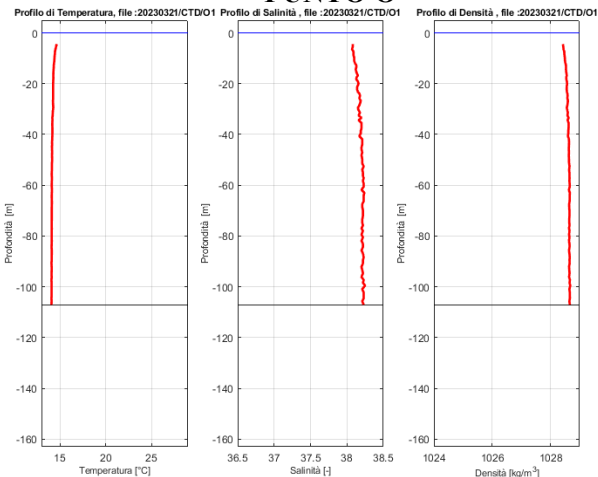
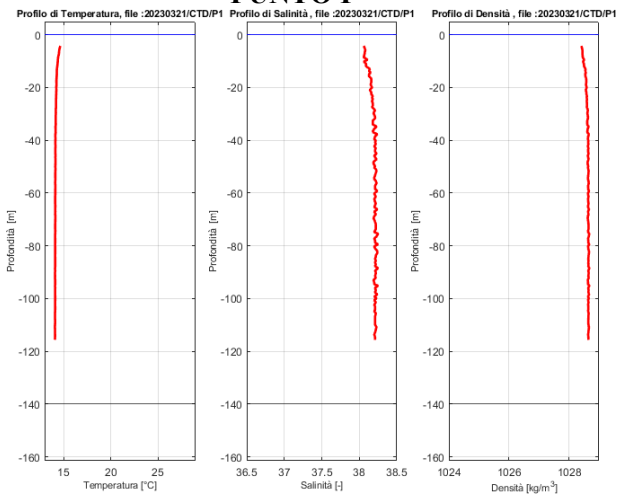


Figura 3 – Profili di Corrente misurati in O in Giugno 2023

### PUNTO O



### PUNTO P



### PUNTO Q

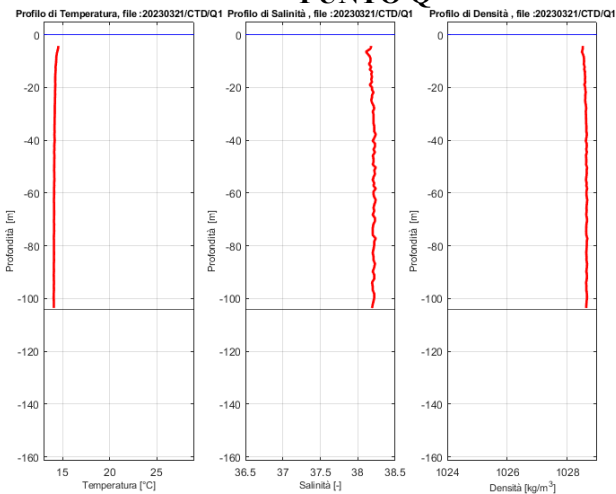
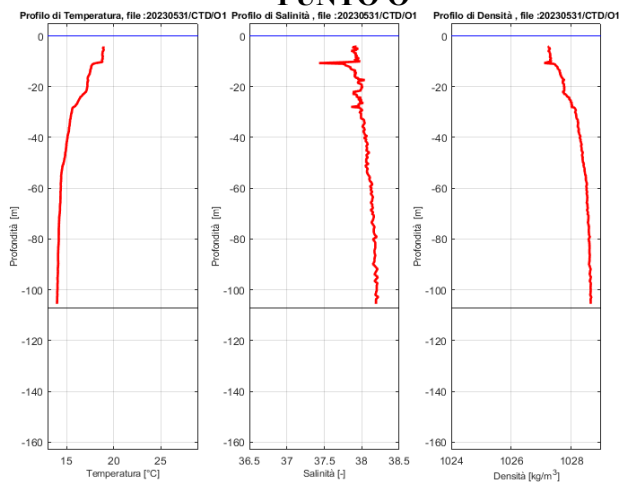
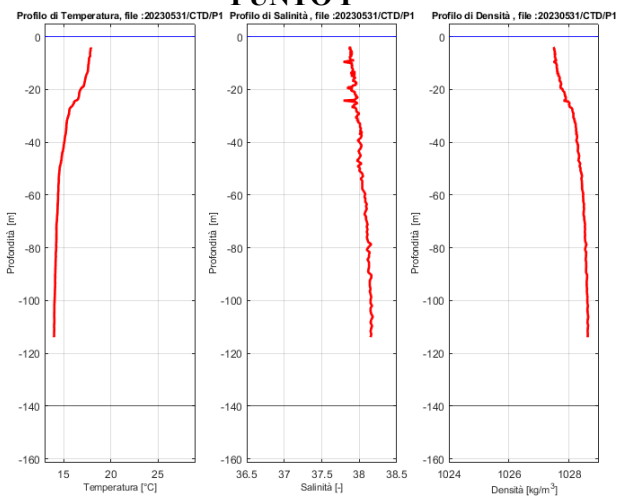


Figura 4 – Profili di Temperatura (sinistra), Salinità (centro) e Densità (destra) misurati in O in Marzo 2023

## PUNTO O



## PUNTO P



## PUNTO Q

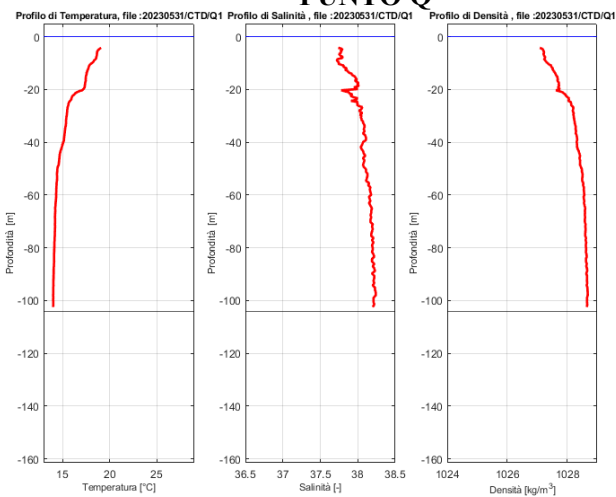
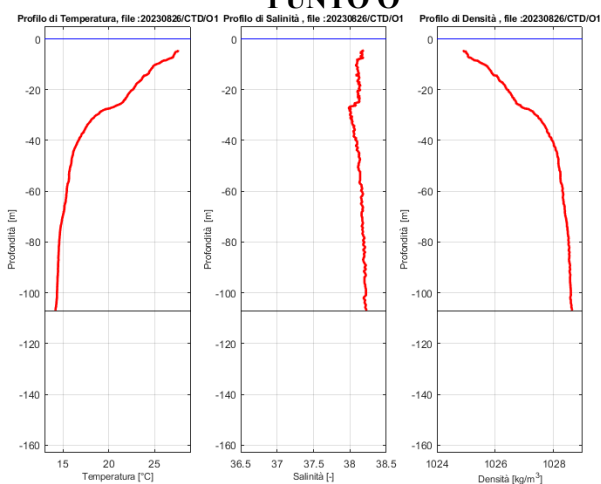
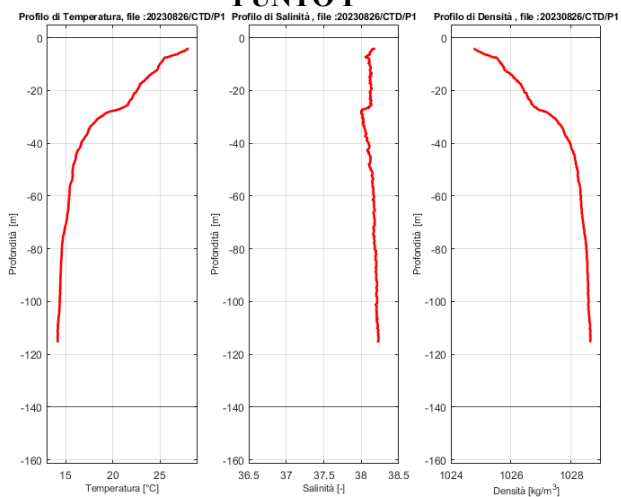


Figura 5 – Profili di Temperatura (sinistra), Salinità (centro) e Densità (destra) misurati in P e Q in Giugno 2023

### PUNTO O



### PUNTO P



### PUNTO Q

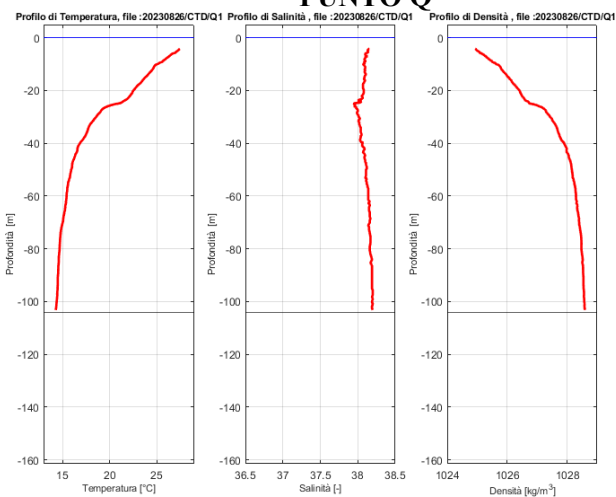


Figura 6 – Profili di Temperatura (sinistra), Salinità (centro) e Densità (destra) misurati in P e Q in Agosto 2023

TRANSETTO: T2 - MESE: 03 - ANNO: 2023

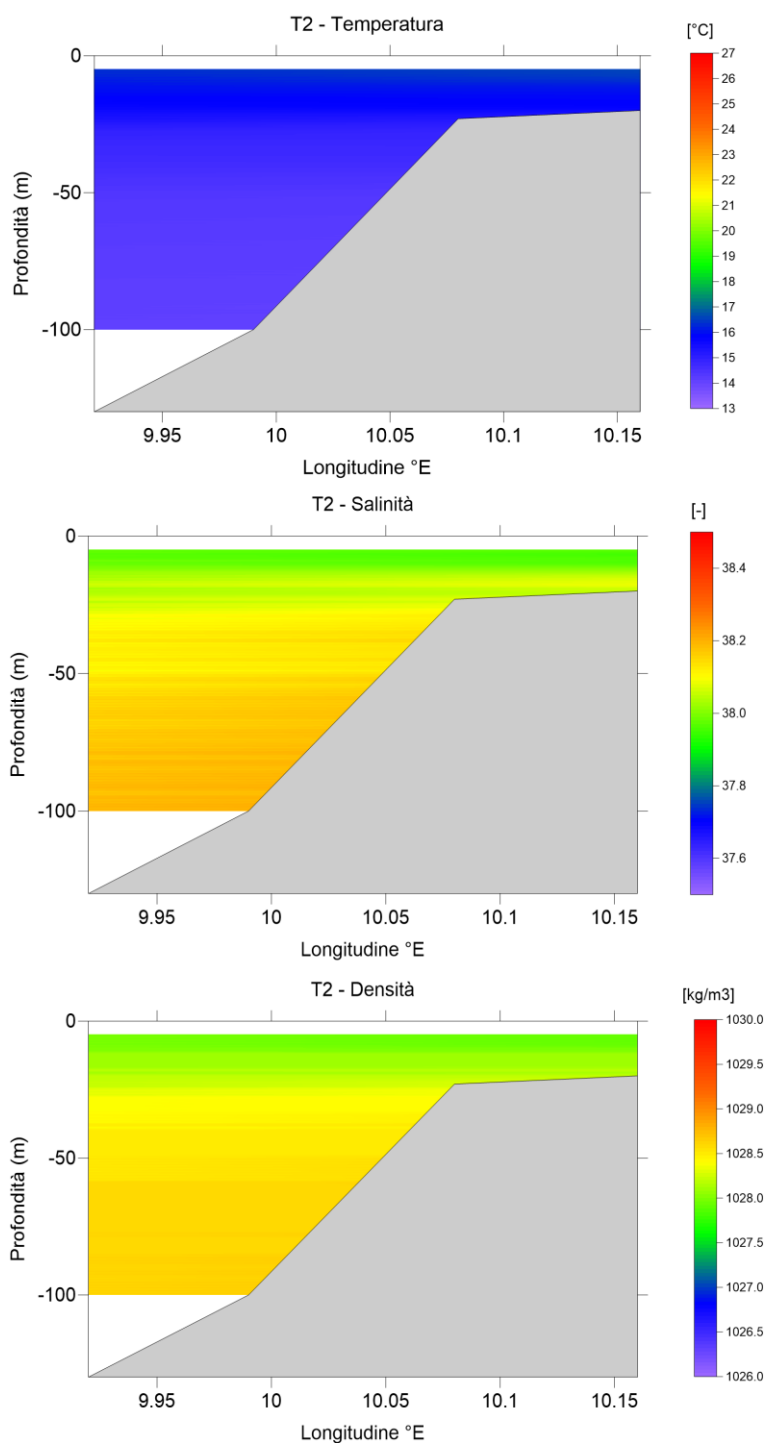


Figura 7 – Transetto T2 – Marzo 2023 – Valori Caratteristici della Temperatura (Sopra) Salinità (Centro) e Densità (Sotto)

TRANSETTO: T2 - MESE: 06 - ANNO: 2023

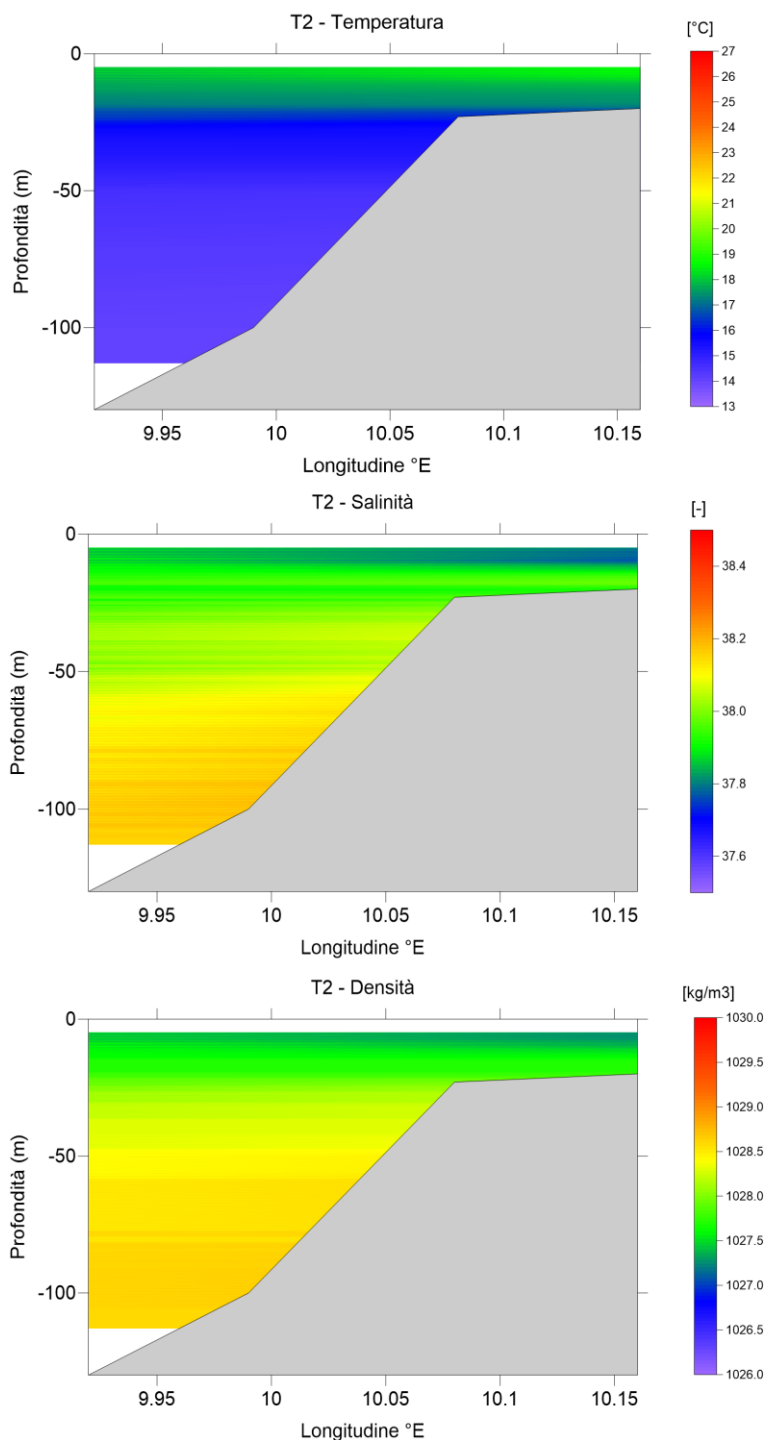


Figura 8 – Transetto T2 – Giugno 2023 – Valori Caratteristici della Temperatura (Sopra) Salinità (Centro) e Densità (Sotto)



TRANSETTO: T2 - MESE: 08 - ANNO: 2023

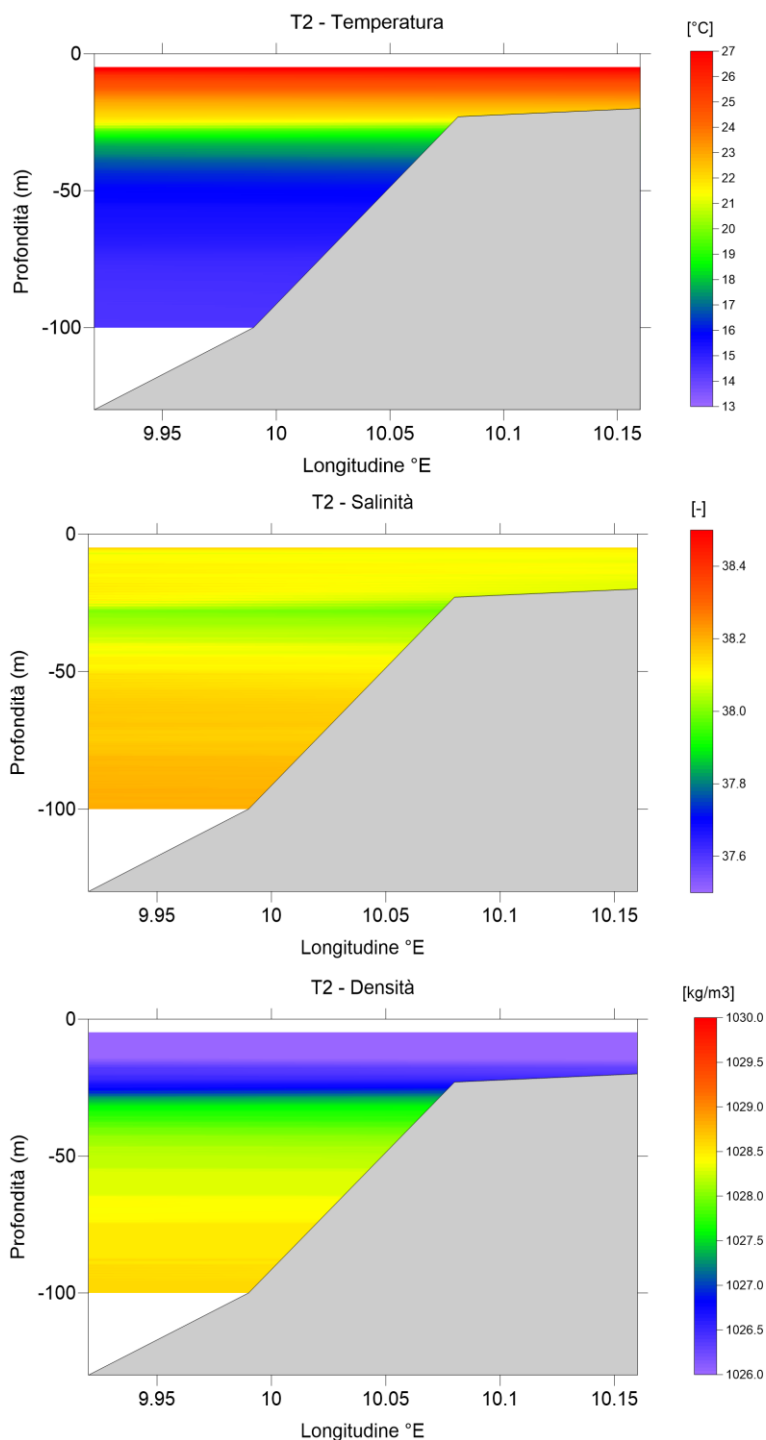


Figura 9 – Transetto T2 – Agosto 2023 – Valori Caratteristici della Temperatura (Sopra) Salinità (Centro) e Densità (Sotto)



## 4 INTERPRETAZIONE DEI DATI

I dati descritti nel presente rapporto si riferiscono alla campagna di misure correntometriche rilevate nei pressi del punto di installazione del Terminale “FSRU Toscana” e nelle aree adiacenti effettuate nel corso del decimo anno di esercizio del Terminale (marzo, giugno e agosto 2023). E’ quindi stato possibile disporre di informazioni relative alla variabilità spaziale del campo di corrente, all’andamento di velocità e direzione lungo la colonna d’acqua e verificare la congruenza dei valori misurati con la fenomenologia tipica dell’area.

### 4.1 PUNTO OLT

Le misure effettuate con il profilatore ADCP mostrano in generale velocità della corrente apparentemente modeste, e questo è dovuto alla necessità di effettuare le misure in condizioni di mare calmo: manca quindi il contributo del vento che, per l’area OLT e per tutto l’Arcipelago Toscano, rappresenta il termine forzante principale, come descritto in Rif. [11]. Non è stato pertanto possibile correlare direttamente il vento locale con la corrente, ma i valori misurati, che si riferiscono quindi essenzialmente al contributo della marea, agli effetti perturbativi nel “far field” (si veda cap. 3.3 di Rif. [11]) e alla circolazione stazionaria, sono comunque tali da garantire una buona dinamica generale su tutta la colonna d’acqua anche nel periodo estivo.

Si osserva, inoltre, che generalmente le correnti misurate sono dirette verso Nord-Nord Ovest negli strati superficiale e intermedio, con una graduale rotazione verso Est-Sud Est a mano a mano che si procede verso il fondo. Ciò è ovviamente dovuto alle caratteristiche del campo di densità e alla presenza della stratificazione della colonna d’acqua, che ha caratterizzato praticamente tutti i mesi di misura, e che giustifica appieno l’utilizzo di un modello idrodinamico baroclinico per la simulazione del campo di corrente dell’Arcipelago.

I dati rilevati non presentano differenze significative rispetto ai valori medi attesi. Inoltre, debitamente confrontati con agli anni di esercizio precedenti (riferimenti [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8], [9] e [10]) e con le condizioni di “bianco” iniziale, Rif. [11], i dati del 2023 evidenziano caratteristiche delle masse d’acqua simili a quelle osservate negli anni precedenti, compreso il 2012.

In Figura 10 e Figura 11 sono infatti riportati i confronti dei profili di temperatura e salinità rilevati al punto O, situato in prossimità del Terminale, nei mesi di giugno e agosto. In tutti i casi le figure mostrano valori di temperatura e salinità nei range tipici e attesi per il periodo indagato:

- In giugno (Figura 10), i dati del 2023 evidenziano caratteristiche delle masse d’acqua simili a quelle osservate osservate dal 2017 al 2022, ovvero un profilo di temperatura e salinità piuttosto uniforme sulla verticale con iniziale formarsi del picnoclino tipico dei mesi estivi. Questo è dovuto al fatto che come negli scorsi anni, le misure son state fatte tra fine maggio e inizio giugno, periodo ancora influenzato da una stratificazione delle acque ancora tipicamente invernale.
- In agosto (Figura 11), i dati del 2023 evidenziano caratteristiche delle masse d’acqua simili a quelle osservate negli anni precedenti con presenza del picnoclino/termocline tra i 20 e 30 m di profondità.

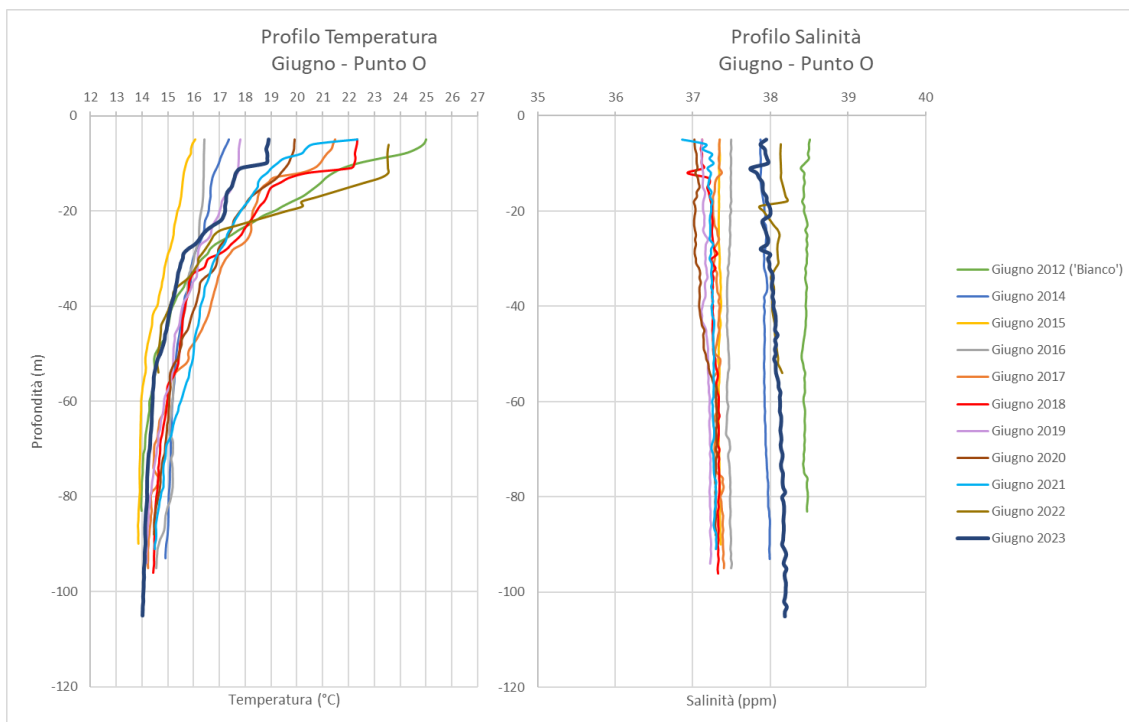


Figura 10 – Confronto tra Campionamenti effettuati nel Mese di Giugno 2012, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022 e 2023 al Punto O

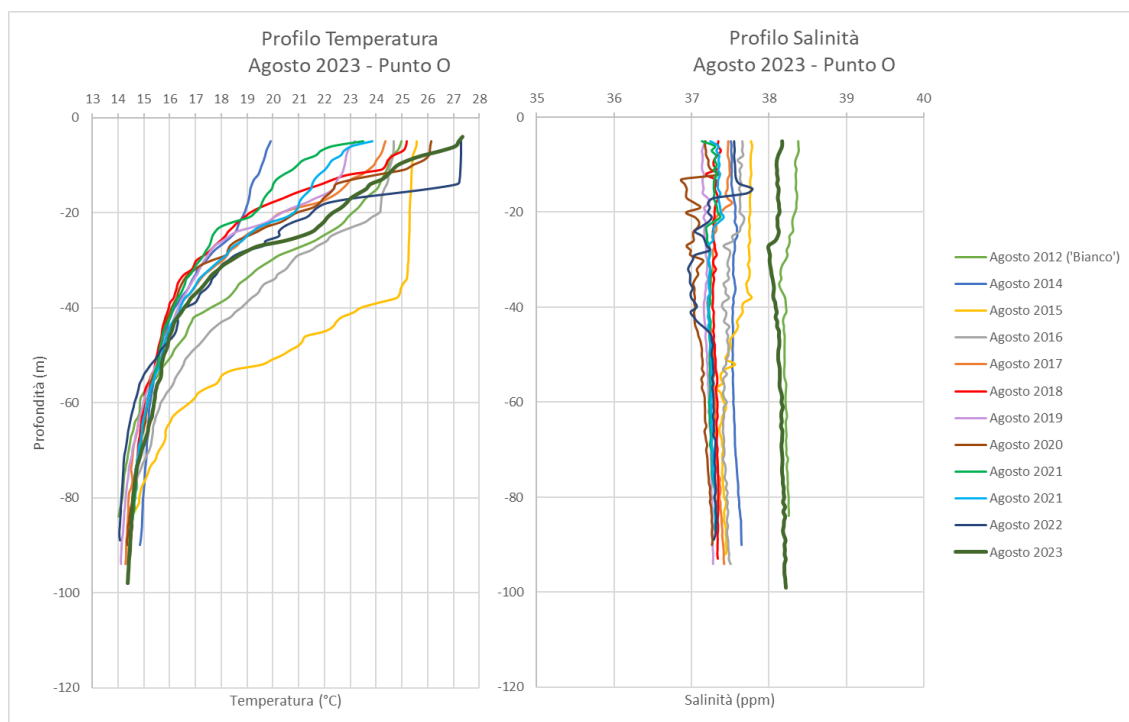


Figura 11 – Confronto tra Campionamenti effettuati nel Mese di Agosto 2012, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, e 2023 al Punto O



---

## 4.2 TRANSETTO T2

Gli andamenti dei valori del transetto trasversale T2 (Figura 7), sono stati ricostruiti per i giorni di misura di giugno. I dati non evidenziano scostamenti significativi rispetto ai valori medi attesi.

## 5 MODELLO DI DISPERSIONE

Il modello di dispersione messo a punto per l'area in cui è installato il Terminale è descritto nel rapporto in Rif. [10], e si basa sulla descrizione dei processi di mescolamento fornita da [14], a cui si rimanda per dettagli. Per la calibrazione del modello si rimanda invece al rapporto di Rif. [7].

Il modello simula condizioni ambientali stazionarie, sia in riferimento al flusso dello scarico (velocità o portata costante) sia in riferimento al corpo recettore (velocità costante). Sebbene un ambiente completamente stazionario non esista nella realtà, questa ipotesi è generalmente sufficiente per simulare l'ambiente, poiché i processi di miscelazione avvengono in tempi relativamente rapidi rispetto alla scala temporale delle variazioni oceanografiche.

Sulla base delle seguenti caratteristiche:

- dell'ambiente del corpo recettore;
- dello scarico;
- della "mixing zone" (zona di rimescolamento);

Il modello di dispersione determina i valori delle lunghezze scala dei principali processi di mescolamento, permettendo di valutare adeguatamente il comportamento del flusso. Queste scale di lunghezza, derivate dai dati di input, sono i parametri fondamentali utilizzati per selezionare lo scenario di miscelazione appropriato.

Nel seguito si riportano i risultati delle simulazioni fatte con il modello di dispersione per lo scenario di inizio giugno (31 maggio) 2023, giorno in cui il rate di send-out di gas (e quindi il delta T negativo delle acque scaricate) risultava prossimo ai valori massimi di esercizio del terminale.

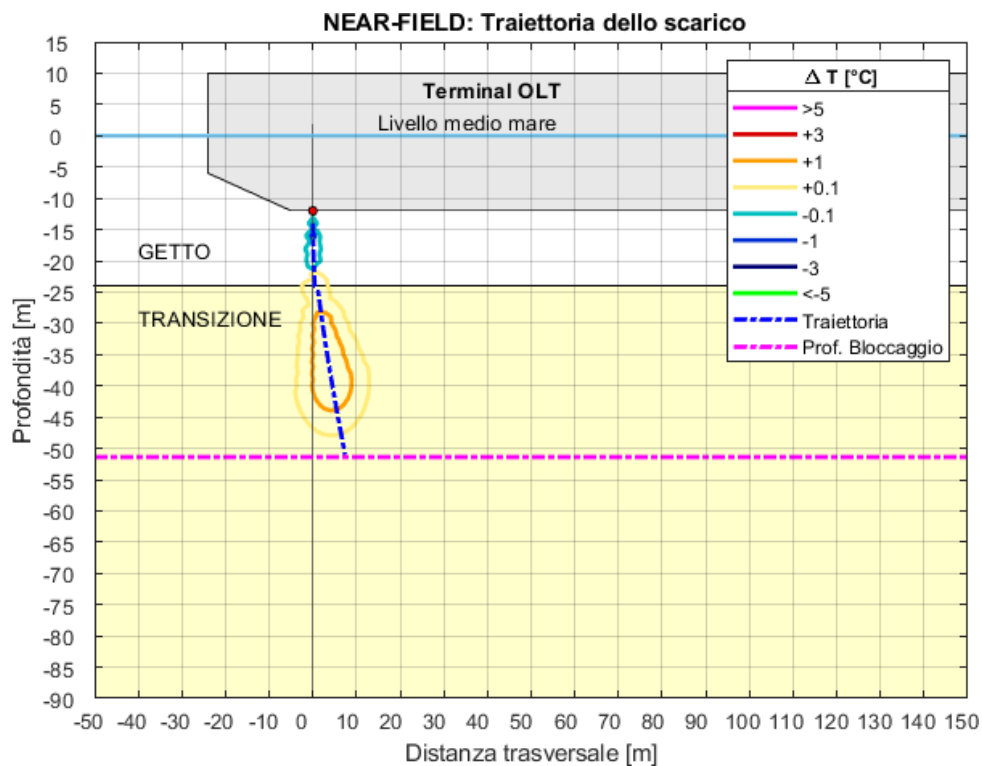


Figura 12 – Risultati Modello Dispensivo, Scenario Giugno 2023



Il  $\Delta T$  (uscita – ingresso) dell’acqua di mare necessaria alla rigassificazione nei giorni di misura era mediamente pari a  $-5.2^{\circ}\text{C}$ .

In Tabella 4 i risultati mostrati in Figura 12 vengono riportati in termini quantitativi. In particolare viene riportata la distanza massima dallo scarico in corrispondenza della quale si hanno determinati valori di  $\Delta T$  termico.

Tabella 4 – Distanza massima dallo scarico per valori fissati di  $\Delta T$ .

<b>Soglia <math>\Delta T</math> (<math>^{\circ}</math>)</b>	<b>Distanza dallo scarico (m)</b>
-1.0	6
-0.1	9
0.1	36
1.0	32
2.0	30
3.0	-

Dai risultati del modello dispersivo in Figura 12 e in Tabella 4 si osserva che l’iniziale  $\Delta T$  negativo delle acque di scarico va rapidamente invertendosi nelle strette vicinanze dello scarico, fino a diventare positivo scendendo lungo la colonna d’acqua per effetto della termalizzazione dell’acqua scaricata con quella dell’ambiente circostante e per la contestuale presenza del picnoclino, ovvero dell’area caratterizzata dal massimo gradiente di variazione di temperatura con la profondità. La traiettoria del plume è quella attesa e la transizione tra “near-field” e “far-field” si presenta intorno ai 24.5 m di profondità. Passata tale profondità il getto entra nella zona di transizione sino a raggiungere la profondità di bloccaggio teorico attorno ai 51.4 m di profondità (i.e. profondità massima di “far-field” oltre la quale non è prevista alcuna propagazione del plume).

Nello specifico, una volta che le acque scaricate passano nella zona di transizione, essendo la corrente molto bassa e il  $\Delta T$  pressochè nullo, gli effetti dello scarico possono considerarsi trascurabili essendo le acque di scarico ben mescolate con quelle dell’ambiente circostante.



## 6 CONCLUSIONI

La presente relazione tecnica riporta i risultati della validazione e analisi delle misure appositamente effettuate nell'area di ubicazione del Terminale "FSRU Toscana" nel suo decimo anno di esercizio. Tali risultati dimostrano che i dati, nei periodi di misura, sono sufficientemente rappresentativi delle caratteristiche tipiche del campo di corrente e delle masse d'acqua e le loro variazioni spaziali e temporali nell'area di riferimento, alle varie quote lungo la colonna d'acqua.

Il rapporto è basato, quindi, sulle misure rilevate in marzo, giugno e agosto 2023 [15] e [16], e fa inoltre riferimento ai rapporti relativi ai precedenti anni dal 2012 al 2022, i.e. riferimenti [11], [10], [9], [8], [7], [6], [5], [4], [3] e [2].

I dati 2023 sono stati opportunamente validati e analizzati, e mostrano in generale un buon accordo con la fenomenologia attesa al punto OLT e nelle aree adiacenti.

Non si rilevano differenze significative rispetto ai valori medi attesi, e il confronto con agli anni di esercizio precedenti e con le condizioni di "bianco" iniziale evidenzia che le caratteristiche delle masse d'acqua rilevate in questo decimo anno di esercizio sono molto simili a quelle osservate negli anni precedenti.

Infine, si sottolinea che tutto quanto effettuato e qui riportato è in accordo con quanto contenuto nel Piano di Monitoraggio.