



Oceanira S.r.l.

Via Ilva 2/9, 16128 Genova, Italia

tel.: +39 010 8605140

e-mail: info@oceanira.com

web: www.oceanira.com

P.IVA: IT02327560997

RAPPORTO TECNICO

ANALISI DEI DATI CORRENTOMETRICI NELL'AREA DEL TERMINALE OLT

SETTIMO ANNO DI ESERCIZIO

DOCUMENTO N.: TR-21-01, REVISIONE: 1, DATA: 26/02/2021

NUMERO TOTALE DI PAGINE: 28 (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

web: 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-21-01	1	26/02/2021	E. Terrile 	G. Rambaldi 	R. G. Nicolosi 
TR-21-01	0	22/02/2021	E. Terrile	G. Rambaldi	R. G. Nicolosi

Revisione	Motivo dell'emissione	Sezioni modificate
0	Revisione del Cliente	-
1	Documento aggiornato in seguito ai commenti del Cliente	5

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

1	INTRODUZIONE	5
2	RIFERIMENTI	7
2.1	LETTERATURA TECNICA	7
2.2	EMAIL E ALLEGATI	7
3	VALIDAZIONE E PRESENTAZIONE DEI DATI	8
3.1	VALIDAZIONE	8
3.2	PRESENTAZIONE DEI DATI	10
4	INTERPRETAZIONE DEI DATI	22
4.1	PUNTO OLT	22
4.2	TRANSETTO T2	25
5	MODELLO DI DISPERSIONE	26
6	CONCLUSIONI	28



TABELLE

Tabella 1 – Revisioni	2
Tabella 2 – Punti di Campionamento	9
Tabella 3 – Sintesi dei Campionamenti effettuati nel 2020.....	11

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 D, E, F, G, O, Q in Maggio 2020.....	12
Figura 4 – Profili di Corrente misurati in D, E, F, G, O, Q in Novembre 2020.....	13
Figura 5 – Profili di Temperatura (sinistra), Salinità (centro) e Densità (destra) misurati in D, E, F, G, O, Q in Maggio 2020	14
Figura 6 – Profili di Temperatura (sinistra), Salinità (centro) e Densità (destra) misurati in D, E, F, G, O, Q in Agosto 2020	15
Figura 7 – Profili di Temperatura (sinistra), Salinità (centro) e Densità (destra) misurati in D, E, F, G, O, Q in Novembre 2020	16
Figura 8 – Transetto T2 – Maggio 2020 – Valori Caratteristici delle Componenti Est (Sopra) e Nord (Sotto) della Velocità di Corrente	17
Figura 9 – Transetto T2 – Maggio 2020 – Valori Caratteristici della Temperatura (Sopra) Salinità (Centro) e Densità (Sotto)	18
Figura 10 – Transetto T2 – Agosto 2020 – Valori Caratteristici della Temperatura (Sopra) Salinità (Centro) e Densità (Sotto)	19
Figura 11 – Transetto T2 – Novembre 2020 – Valori Caratteristici delle Componenti Est (Sopra) e Nord (Sotto) della Velocità di Corrente	20
Figura 12 – Transetto T2 – Novembre 2020 – Valori Caratteristici della Temperatura (Sopra) Salinità (Centro) e Densità (Sotto)	21
Figura 13 – Confronto tra Campionamenti effettuati nel Mese di Giugno 2012, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019 e 2020 (fine Maggio) al Punto O.....	23
Figura 14 – Confronto tra Campionamenti effettuati nel Mese di Agosto 2012, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019 e 2020 al Punto O	24
Figura 15 – Confronto tra Campionamenti effettuati nel Mese di Novembre 2012, 2015, 2016, 2017 e 2020 al Punto O	24
Figura 16 – Risultati Modello Dispersivo, Scenario Novembre 2020.....	26



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 settimo anno di esercizio del Terminale (maggio 2020-novembre 2020 – Rif. [11], [12] e [13]), e fa riferimento ai precedenti rapporti:

- "Analisi dei Dati Correntometrici Misurati nell'Area di Installazione del Terminale. Sesto anno di esercizio", Rif. [2] 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. [3] 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. [4] 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. [5] 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. [6] 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. [7] 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. [8] relativo alle misure effettuate nel 2012 considerate rappresentative della situazione esistente prima dell'installazione del Terminale (cosiddetto "bianco").

In Rif. [8] 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. [8] 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, 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.
- [3] 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.
- [4] 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.
- [5] 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.
- [6] 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.
- [7] 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.
- [8] 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.
- [9] DEAM, 2012, Specifica Tecnica per l’Esecuzione di Misure CTD e ADCP – Fase di Collaudo, Rev. 0.
- [10] D’Appolonia, 2012, “Validazione della Metodologia di Acquisizione delle Misure Correntometriche”, Doc. No. 12-982-H1 Rev.0, Novembre 2012

2.2 EMAIL E ALLEGATI

- [11] Email da Domenico Guglielmi (OLT) a Emanuele Terrile del 28/05/2020
Allegati: “MisCor_20200526.zip”
- [12] Email da Domenico Guglielmi (OLT) a Emanuele Terrile del 28/10/2020
Allegati: “MisCor_20200812.zip”
- [13] Email da Domenico Guglielmi (OLT) a Emanuele Terrile del 18/12/2020
Allegati: “MisCor_20201119.7z”

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. [9] e [10]. 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. [9] e [10].

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. [8], Appendice A, alla quale si rimanda.

Le date di indagine sono:

- 26 maggio 2020;
- 12 agosto 2020;
- 19 novembre 2020.

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 ondoso, il rapporto segnale/rumore sarebbe tale da inficiare la qualità dei dati rilevati.

3.1 VALIDAZIONE

In coerenza con le precedenti indagini (vedi Rif. [8]), 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 [8], è dovuta al fatto che già in fase di collaudo e validazione della metodologia di acquisizione delle misure correntometriche (Rif. [10]) 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, si procede con la ricostruzione dell'andamento dei singoli parametri lungo il transetto T2 (Figura 2), trasversale alla costa, ed 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

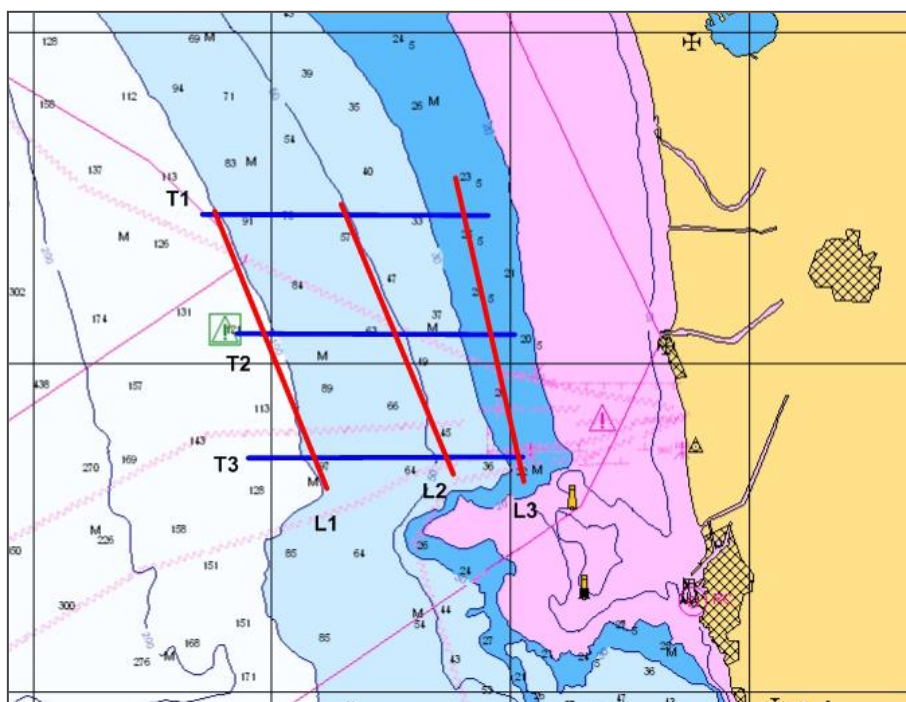


Figura 2 – Posizione dei Transetti L1, L2, L3, T1, T2 e T3

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 settimo anno di esercizio del Terminale (maggio 2020 – novembre 2020), e dei relativi risultati della validazione effettuata sui dati rilevati. Si osserva che in 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
2020	Maggio	26																
2020	Agosto	12																
2020	Novemb	19																

	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

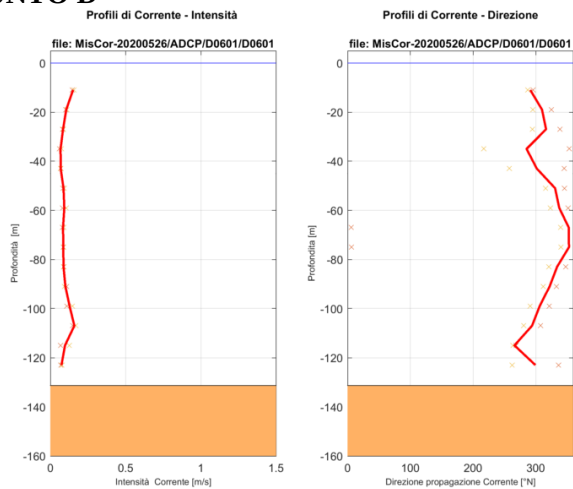
Tabella 3 – Sintesi dei Campionamenti effettuati nel 2020

In Figura 3 e Figura 4 sono riportati graficamente i singoli profili di corrente (velocità e direzione di propagazione) misurati in maggio e novembre 2020 nei punti D, E, F, G, O e Q: 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.

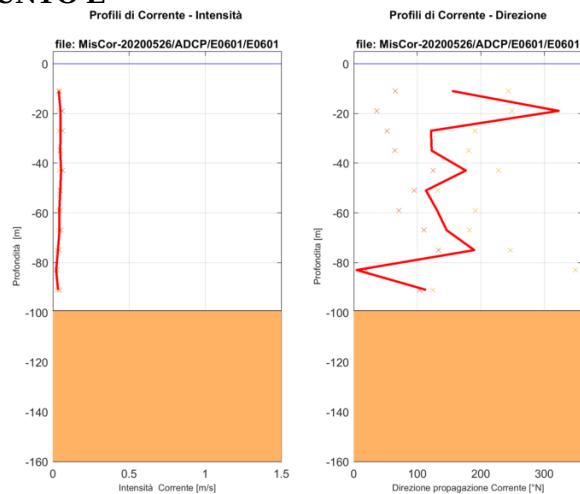
Analogamente, in Figura 5 e Figura 6 si riportano i profili di temperatura e salinità misurate e densità calcolata dai precedenti valori di temperatura e salinità. In questo caso le misure riportate in Figura 5, Figura 6 e Figura 7 fanno riferimento a tutti i mesi in cui è stato possibile uscire in mare, ovvero maggio, agosto e novembre 2020.

Infine, attraverso l'interpolazione 3D delle misure effettuate nei punti fissi (punti D, E, F, e G), è stato definito l'andamento dei parametri lungo il 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]. In Figura 8, Figura 9, Figura 10, Figura 11 e Figura 12 sono riportati graficamente: le componenti Vx (Est) e Vy (Nord) della corrente, temperatura, salinità e densità al variare della profondità lungo il transetto T2, risultanti dai rilievi disponibili di maggio, agosto e novembre. Le scale cromatiche sono state propriamente definite per evidenziare la variabilità spaziale di ciascun parametro.

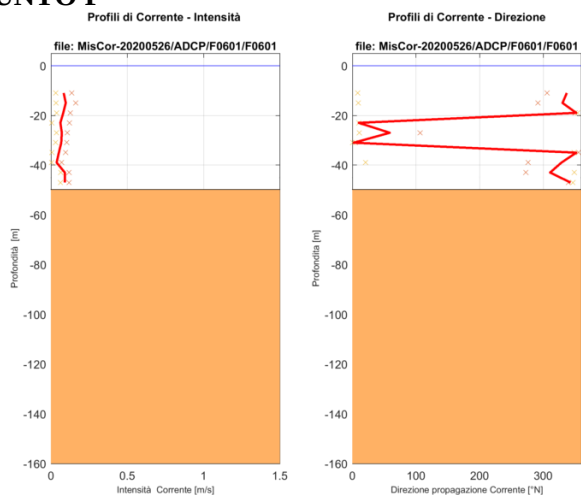
PUNTO D



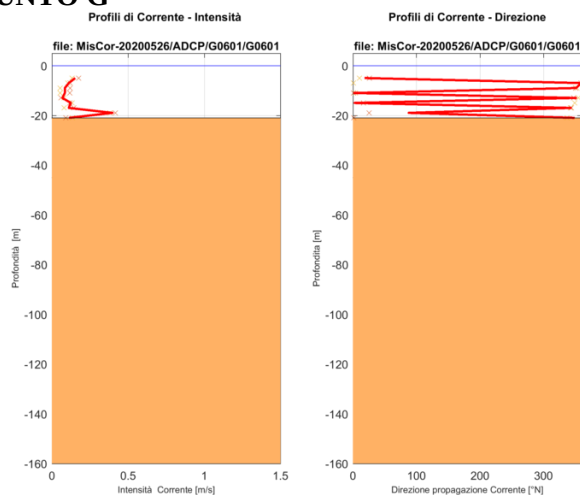
PUNTO E



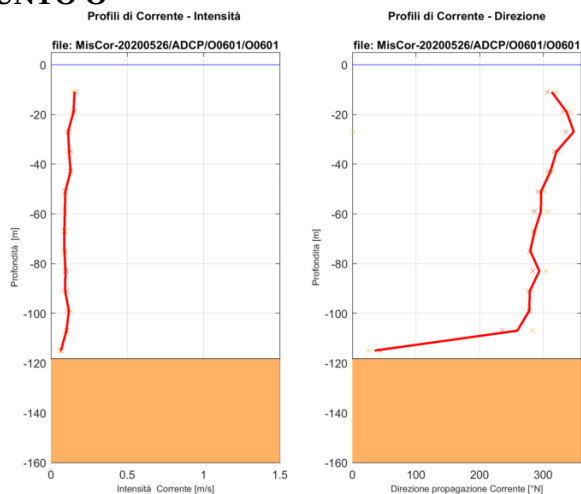
PUNTO F



PUNTO G



PUNTO O



PUNTO Q

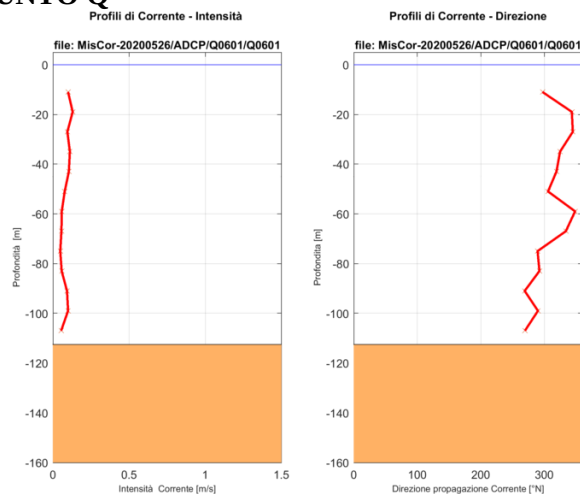
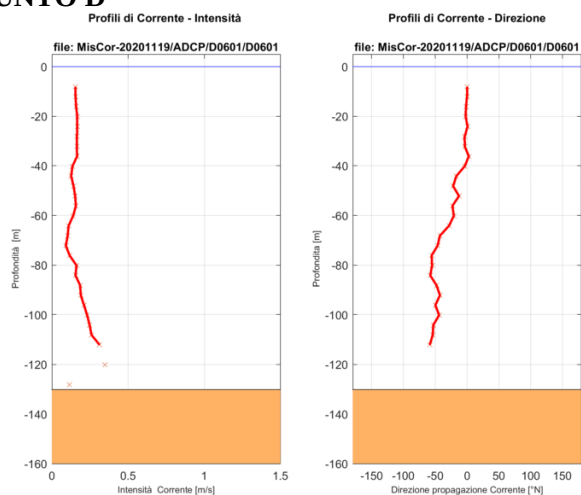
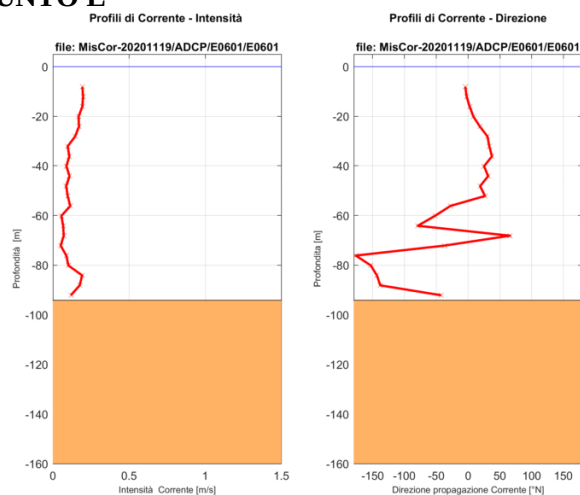


Figura 3 – Profili di Corrente misurati in D, E, F, G, O, Q in Maggio 2020

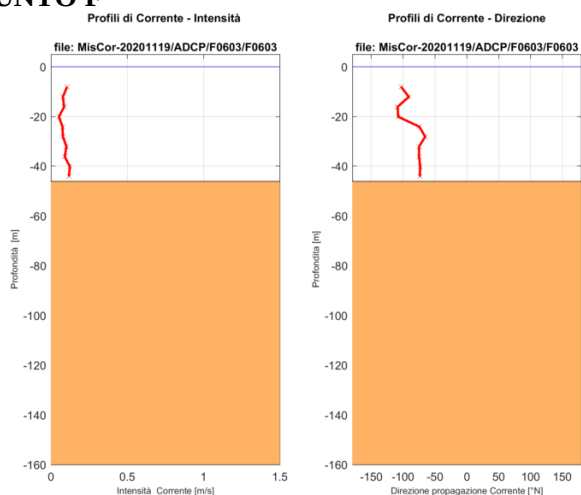
PUNTO D



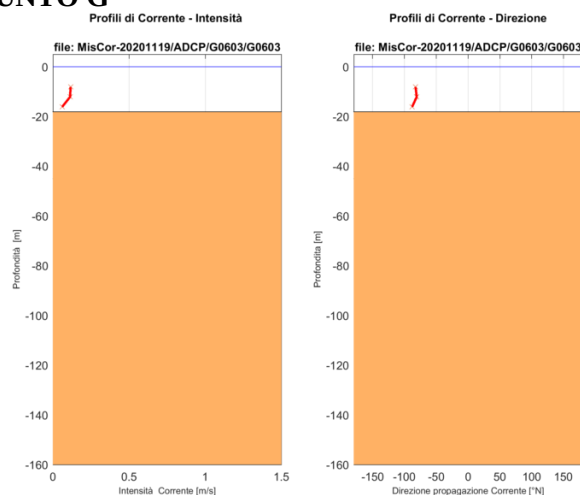
PUNTO E



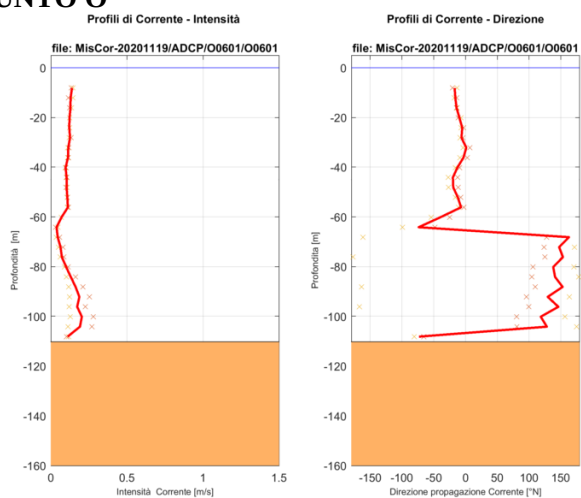
PUNTO F



PUNTO G



PUNTO O



PUNTO Q

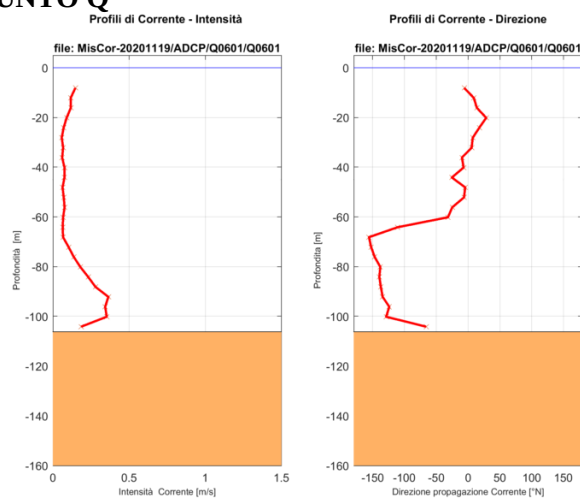
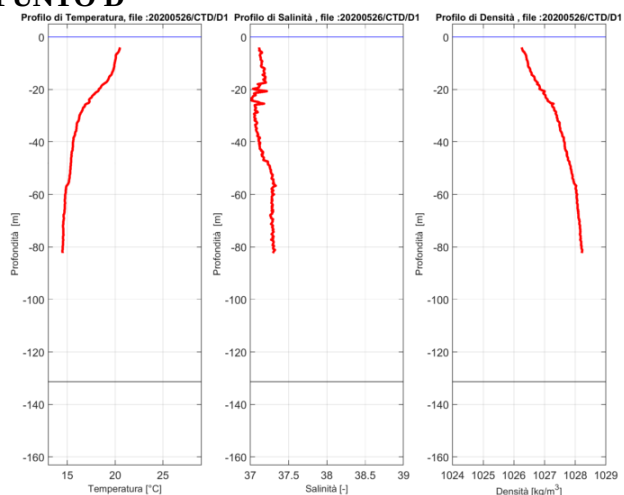
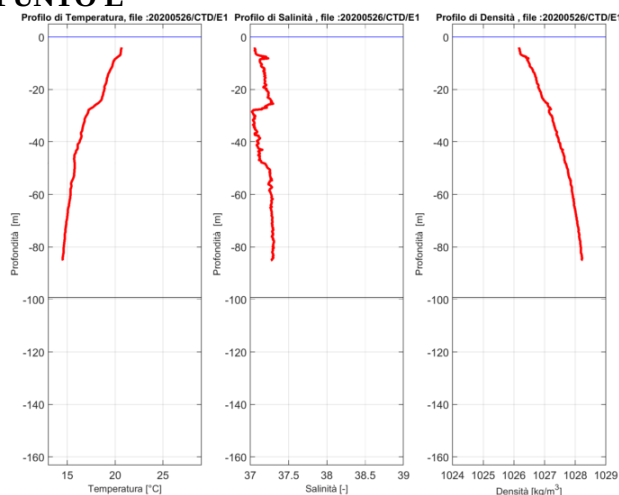


Figura 4 – Profili di Corrente misurati in D, E, F, G, O, Q in Novembre 2020

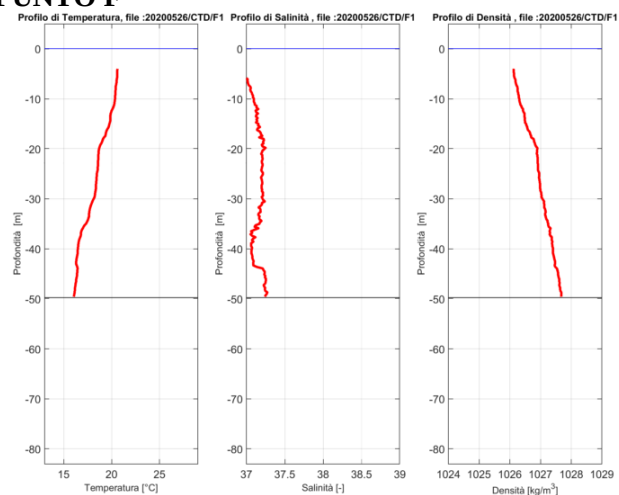
PUNTO D



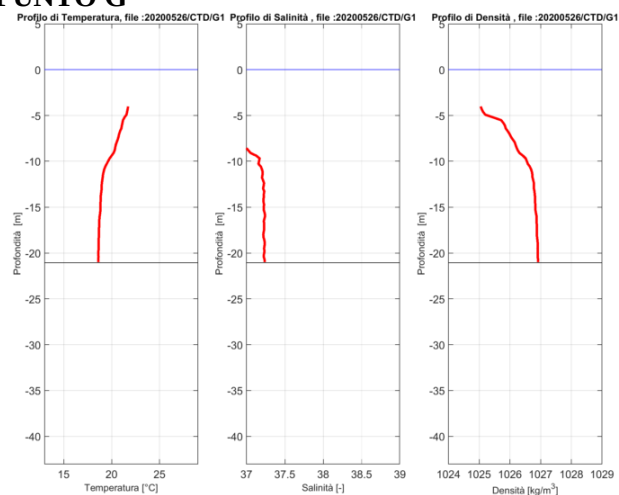
PUNTO E



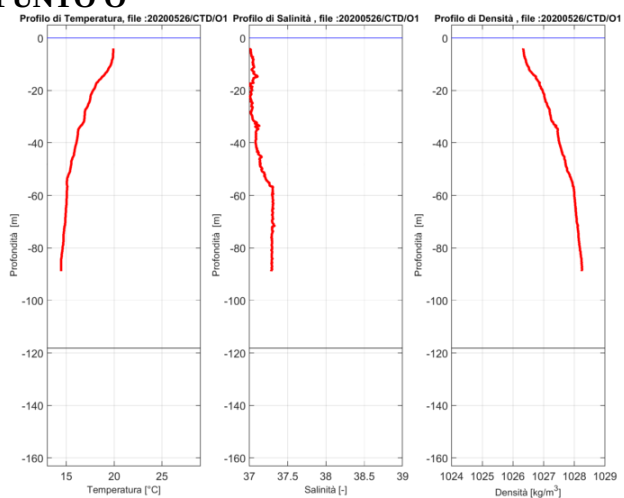
PUNTO F



PUNTO G



PUNTO O



PUNTO Q

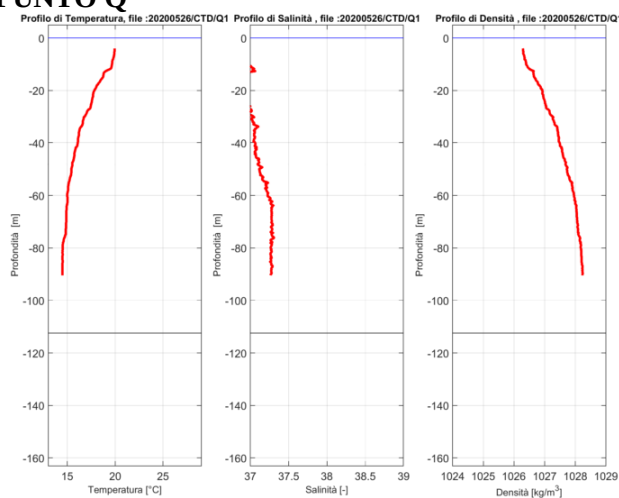
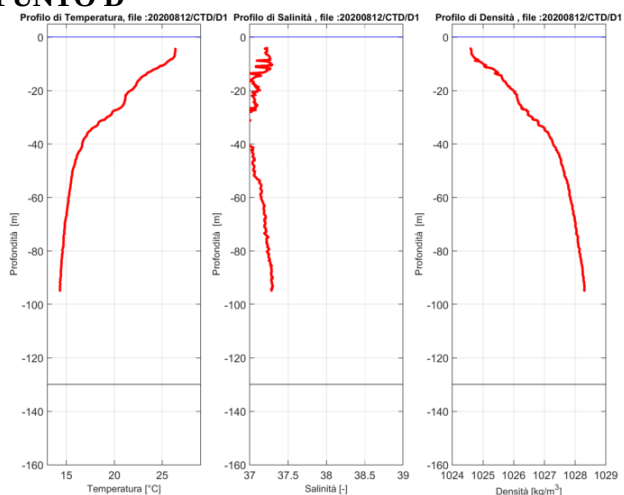
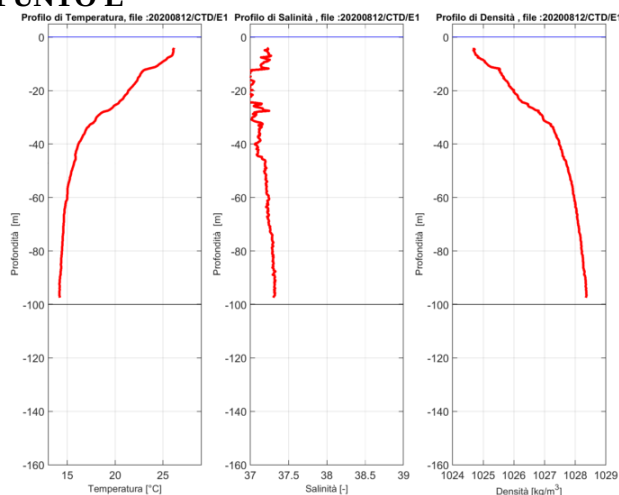


Figura 5 – Profili di Temperatura (sinistra), Salinità (centro) e Densità (destra) misurati in D, E, F, G, O, Q in Maggio 2020

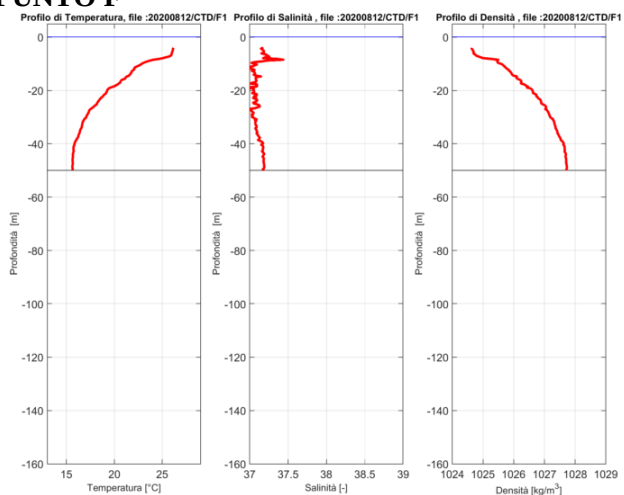
PUNTO D



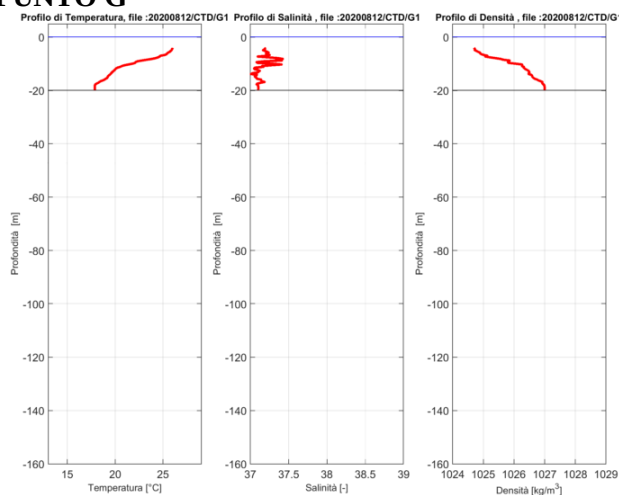
PUNTO E



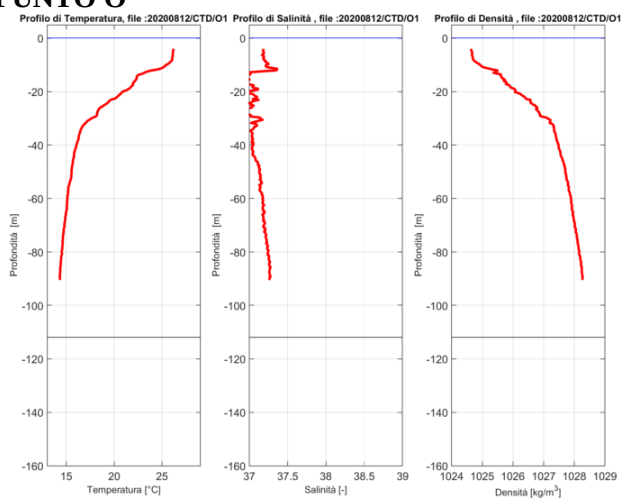
PUNTO F



PUNTO G



PUNTO O



PUNTO Q

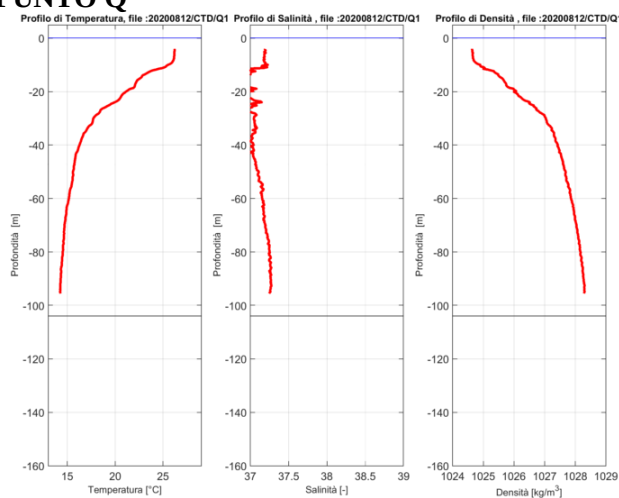
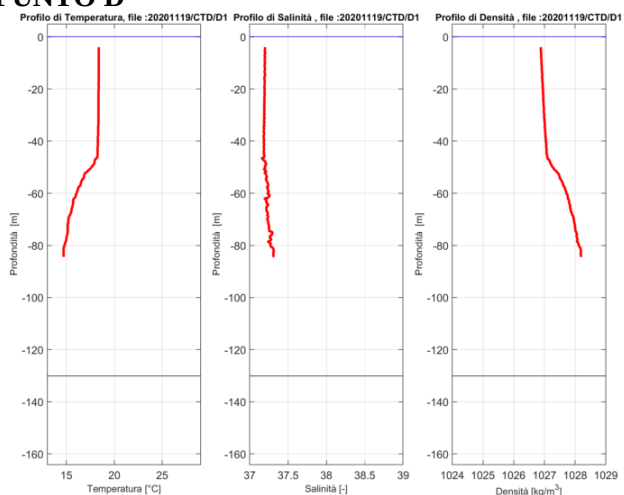
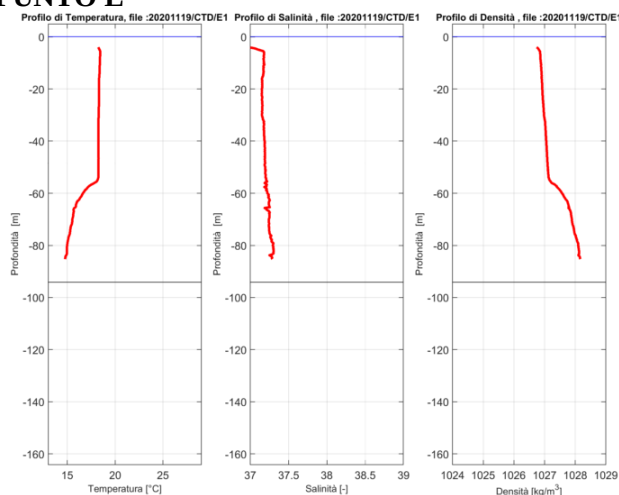


Figura 6 – Profili di Temperatura (sinistra), Salinità (centro) e Densità (destra) misurati in D, E, F, G, O, Q in Agosto 2020

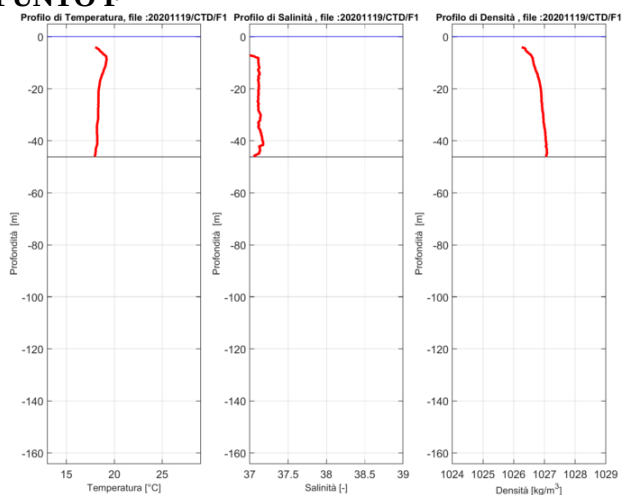
PUNTO D



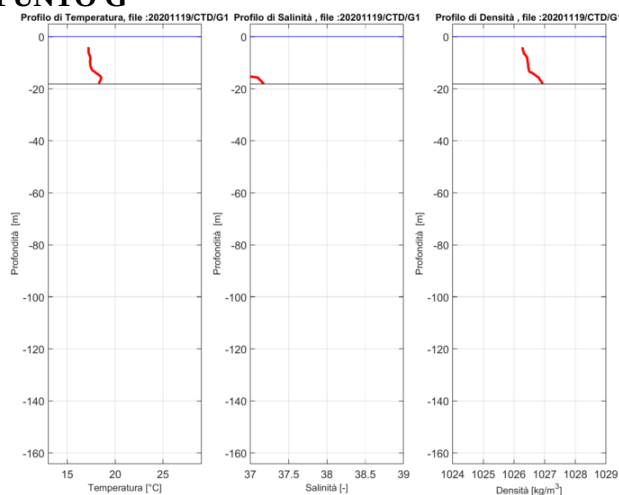
PUNTO E



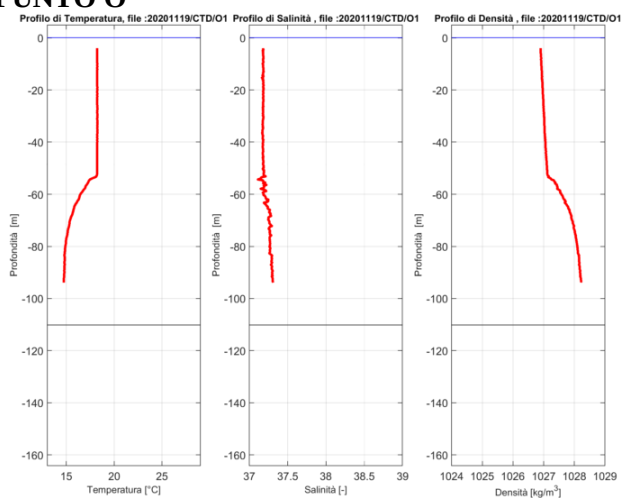
PUNTO F



PUNTO G



PUNTO O



PUNTO Q

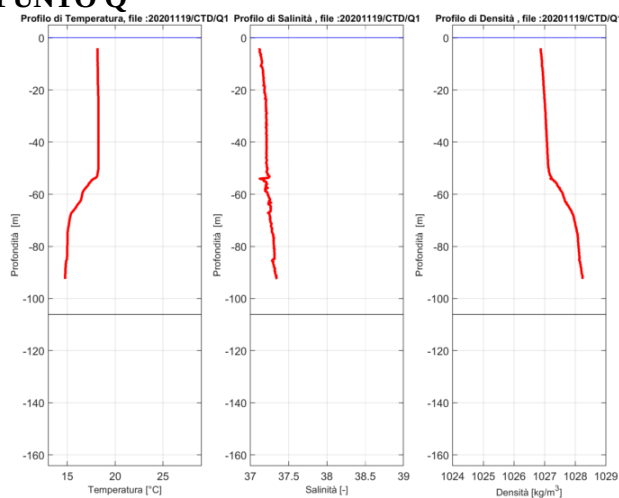


Figura 7 – Profili di Temperatura (sinistra), Salinità (centro) e Densità (destra) misurati in D, E, F, G, O, Q in Novembre 2020

TRANSETTO: T2 - MESE: 05 - ANNO: 2020

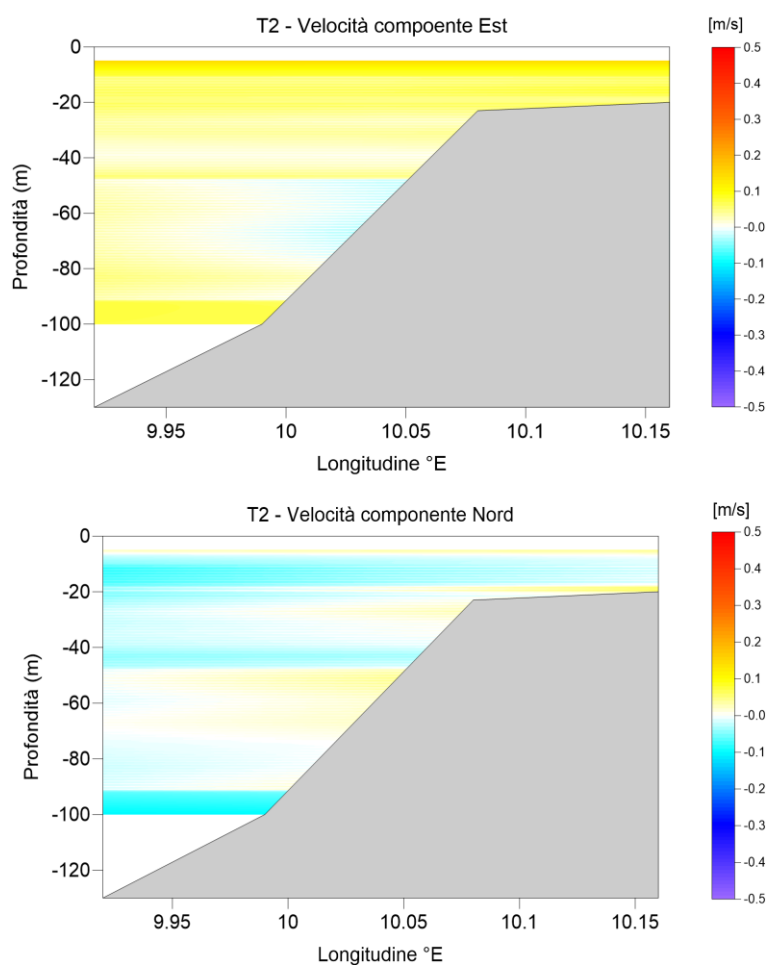


Figura 8 – Transetto T2 – Maggio 2020 – Valori Caratteristici delle Componenti Est (Sopra) e Nord (Sotto) della Velocità di Corrente

TRANSETTO: T2 - MESE: 05 - ANNO: 2020

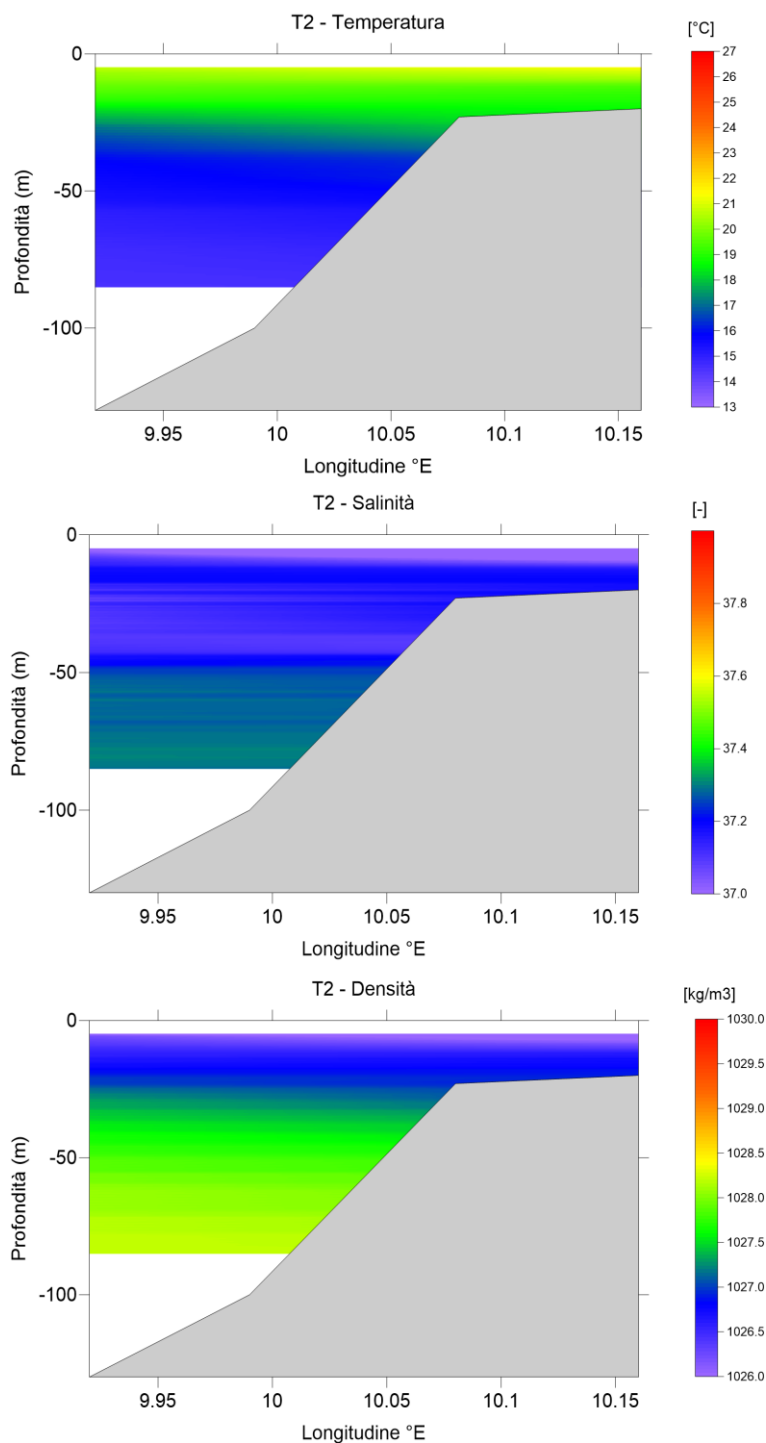


Figura 9 – Transetto T2 – Maggio 2020 – Valori Caratteristici della Temperatura (Sopra) Salinità (Centro) e Densità (Sotto)

TRANSETTO: T2 - MESE: 08 - ANNO: 2020

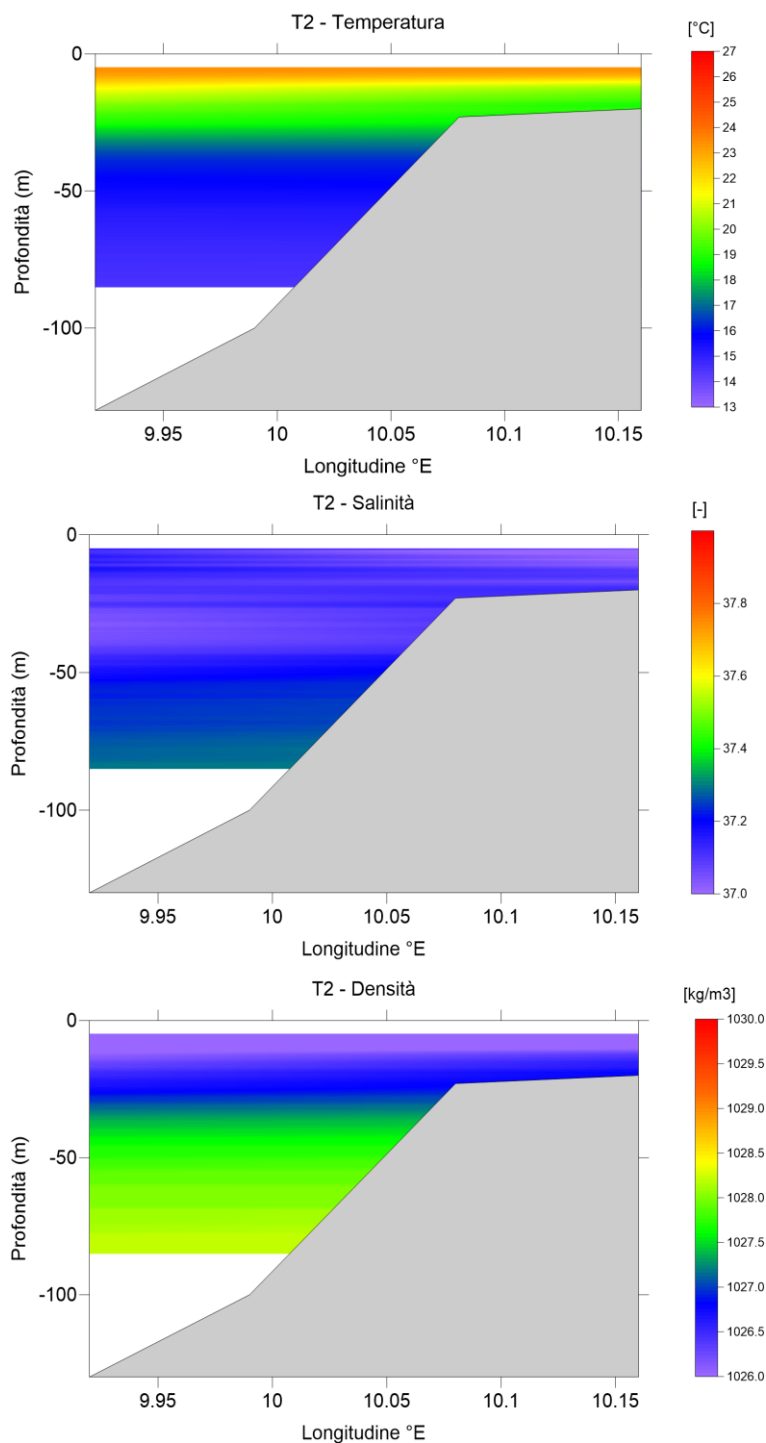


Figura 10 – Transetto T2 – Agosto 2020 – Valori Caratteristici della Temperatura (Sopra) Salinità (Centro) e Densità (Sotto)

TRANSETTO: T2 - MESE: 11 - ANNO: 2020

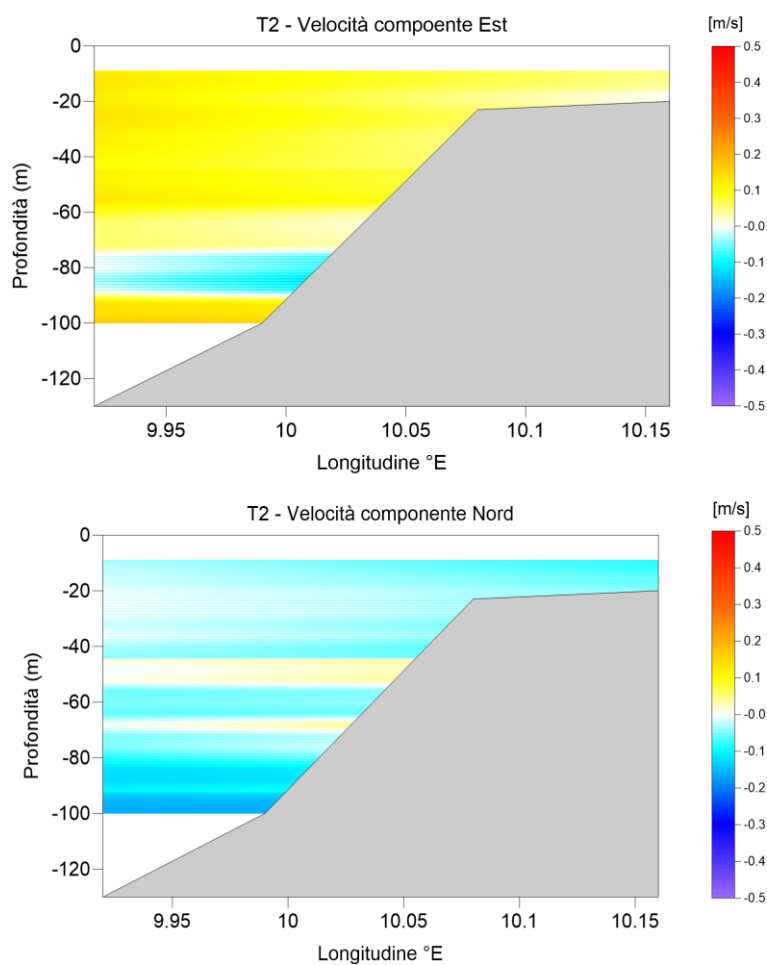


Figura 11 – Transetto T2 – Novembre 2020 – Valori Caratteristici delle Componenti Est (Sopra) e Nord (Sotto) della Velocità di Corrente

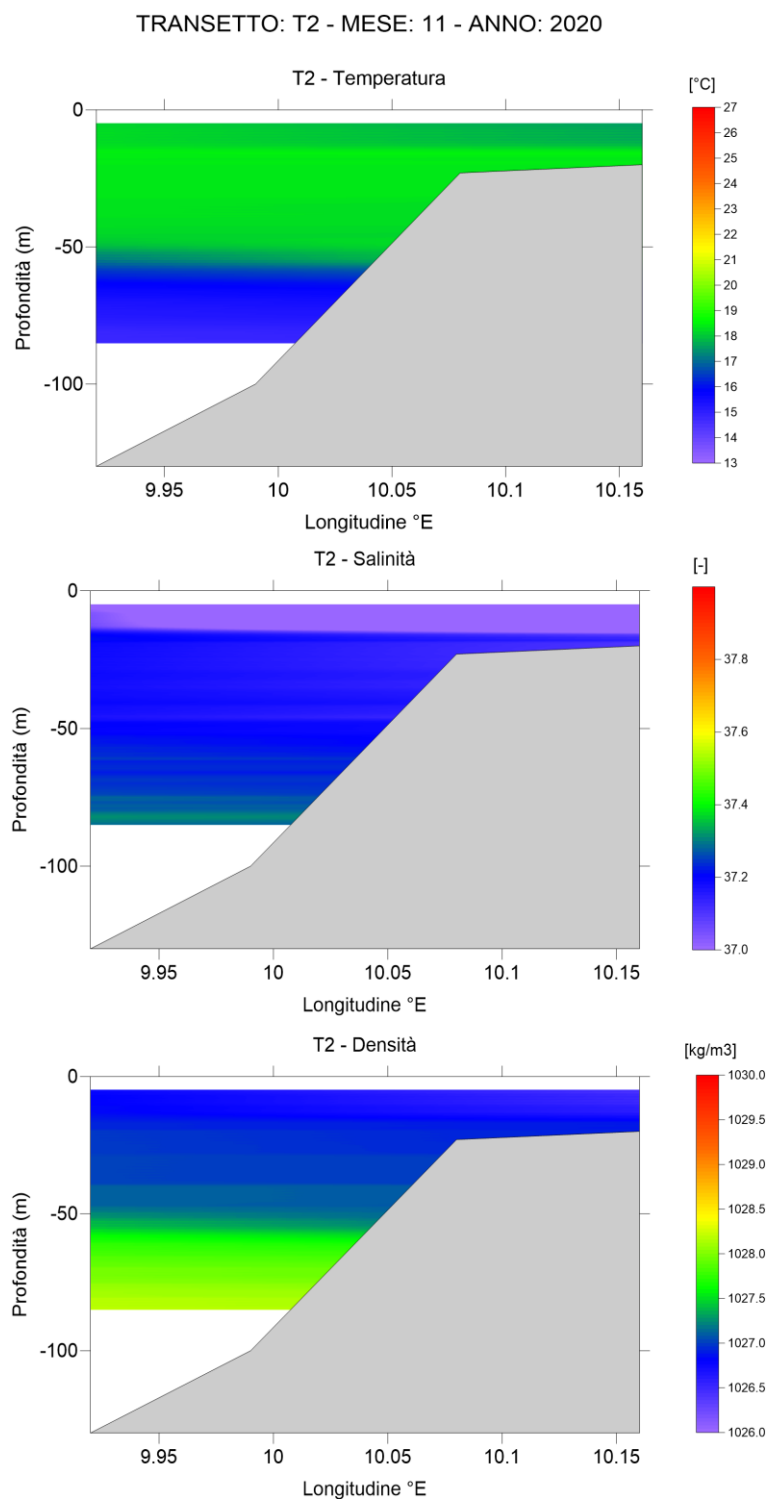


Figura 12 – Transetto T2 – Novembre 2020 – Valori Caratteristici della Temperatura (Sopra)
Salinità (Centro) e Densità (Sotto)

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 settimo anno di esercizio del Terminale (maggio 2020 – novembre 2020). 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. [8]. 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. [8]) 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 Sud-Sud Ovest negli strati superficiale e intermedio, con una graduale rotazione verso Ovest-Nord Ovest 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] e [7]) e con le condizioni di “bianco” iniziale, Rif. [8], i dati del 2020 evidenziano caratteristiche delle masse d’acqua simili a quelle osservate negli anni precedenti, compreso il 2012.

In Figura 13, Figura 14 e Figura 15 sono infatti riportati i confronti dei profili di temperatura e salinità rilevati al punto O, situato in prossimità del Terminale, nei mesi di giugno (incluso fine maggio), agosto e novembre. In tutti i casi le figure mostrano valori di temperatura e salinità nei range tipici e attesi per il periodo indagato:

- In giugno (Figura 13), i dati del 2020 (misurati il 26 maggio) evidenziano caratteristiche delle masse d’acqua simili a quelle osservate dal 2017 al 2019, 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 14), i dati del 2020 evidenziano caratteristiche delle masse d’acqua simili a quelle osservate dal 2017 al 2019, con presenza del picnoclino/termocline tra i 20 e 30 m di profondità.
- In novembre (Figura 15), i dati del 2020 evidenziano caratteristiche simili a quelle registrate negli anni precedenti, caratterizzati da un termocline posizionato a circa 50 m di profondità. In questo periodo di inizio inverno sono molto simili a quanto già registrato nel 2012 (bianco), nel 2015,

2016 e nel 2017. In particolare, come già precedentemente spiegato in Rif. [4] e [6], il notevole abbassamento del picnoclino evidenziato anche nei dati del 2020, a quota 40-60 m rispetto ai 30-35 m attesi, è dovuto principalmente al periodo in cui son state eseguite le misure ovvero novembre avanzato (i.e. 2020-11-19) e non è connesso al funzionamento del Terminale (comportamento del picnoclino già presente nel 2012) . L'impatto del Terminale è infatti limitato ad una distanza massima compresa tra 500 e 1000 m dal Terminale stesso, come confermato dalle ulteriori misure effettuate nel corso degli anni dal CIBM (primo, secondo, terzo e quarto report annuale).

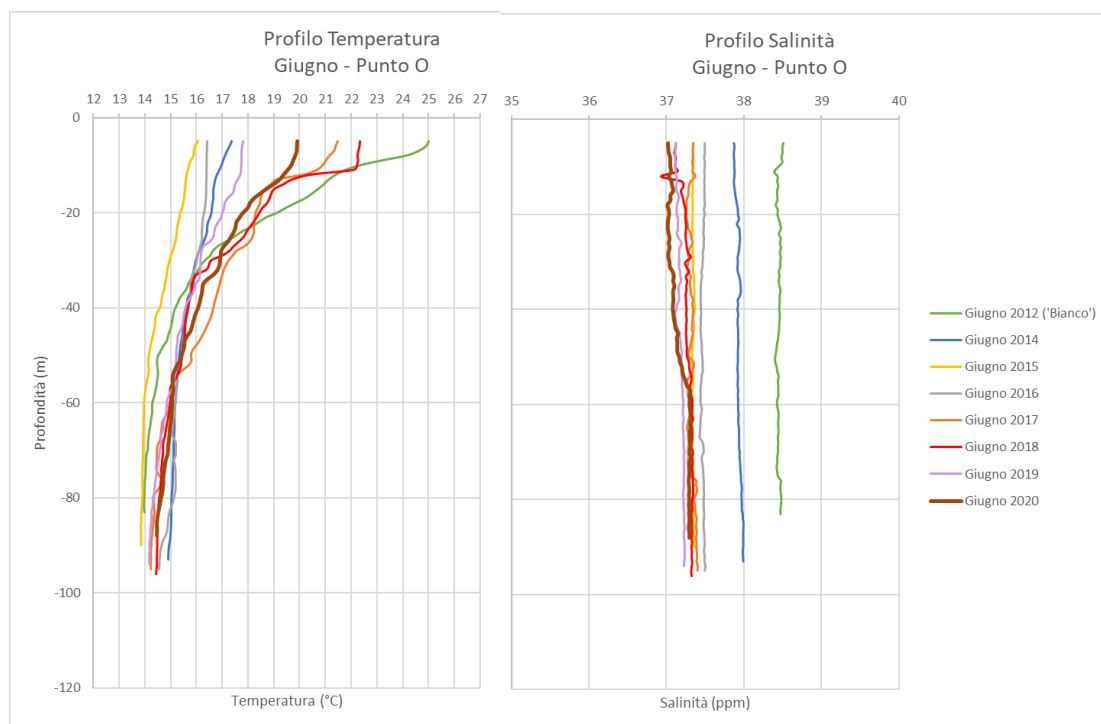


Figura 13 – Confronto tra Campionamenti effettuati nel Mese di Giugno 2012, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019 e 2020 (fine Maggio) al Punto O

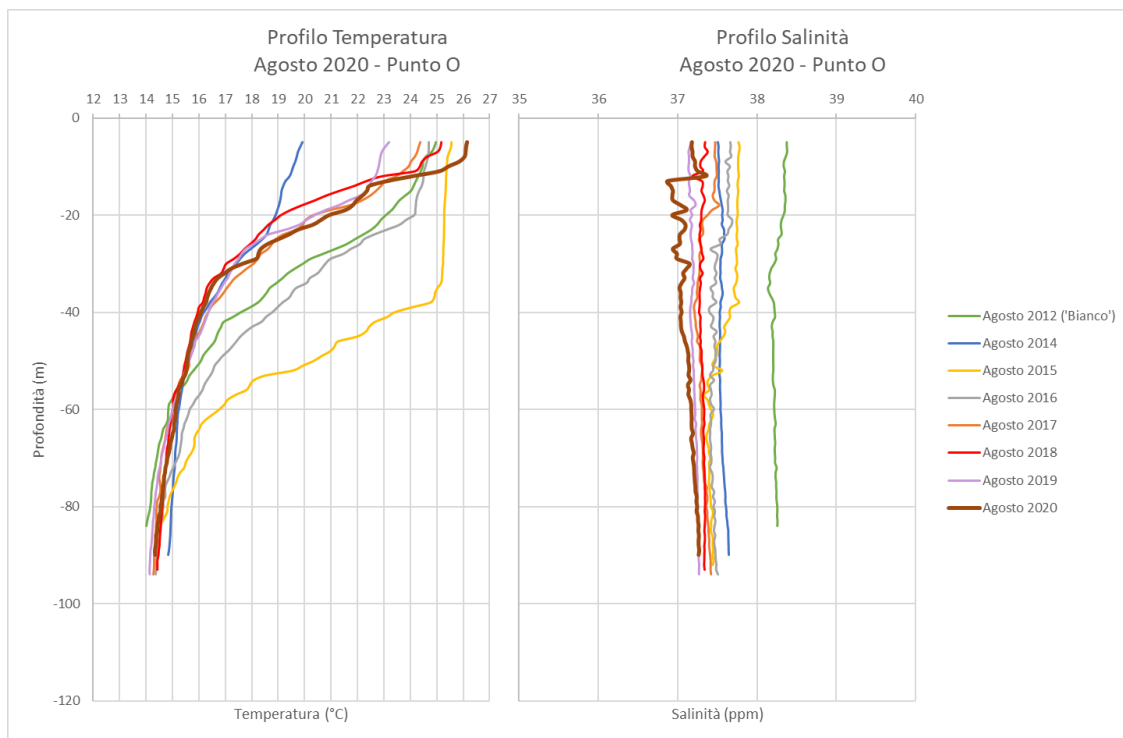


Figura 14 – Confronto tra Campionamenti effettuati nel Mese di Agosto 2012, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019 e 2020 al Punto O

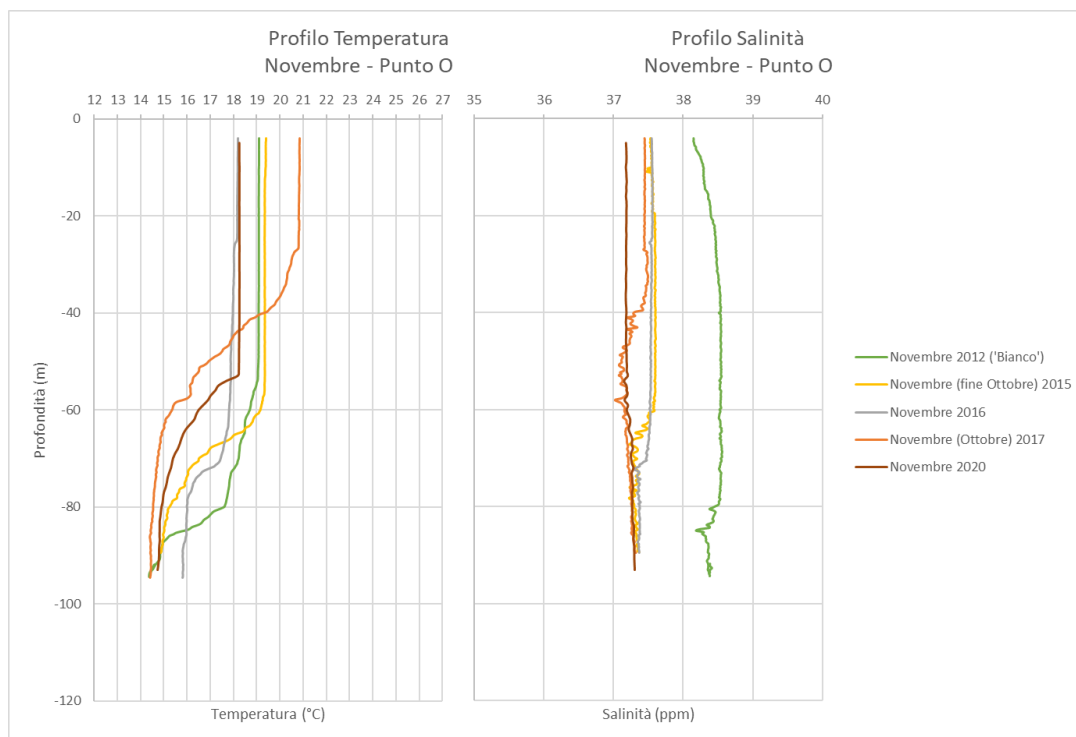


Figura 15 – Confronto tra Campionamenti effettuati nel Mese di Novembre 2012, 2015, 2016, 2017 e 2020 al Punto O



4.2 TRANSETTO T2

Gli andamenti dei valori del transetto trasversale T2 (Figura 8, Figura 9, Figura 10, Figura 11 e Figura 12), sono stati ricostruiti per i giorni di misura di maggio, agosto (solo temperatura salinità e densità) e novembre. 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. [7], a cui si rimanda per dettagli. Per la calibrazione del modello si rimanda invece al rapporto di Rif. [4].

Nel corso del 2020 il terminale era in funzione anche durante le misure di novembre; si riportano nel seguito i risultati delle simulazioni fatte con il modello di dispersione per lo scenario del 19 novembre 2020.

Il ΔT (uscita – ingresso) dell'acqua di mare necessaria alla rigassificazione nei giorni di misura era mediamente pari a -4.7°C .

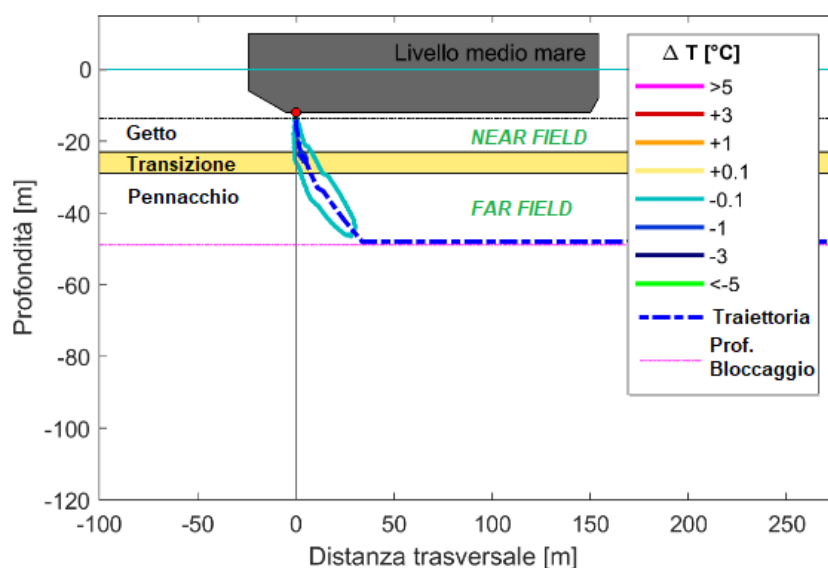


Figura 16 – Risultati Modello Dispensivo, Scenario Novembre 2020

Dalla figura si osserva che l'iniziale ΔT va rapidamente annullandosi per effetto della termalizzazione dell'acqua scaricata con quella dell'ambiente circostante e per la contestuale diminuzione della temperatura esterna con la profondità. I risultati del modello di dispersione mostrano che si possono aspettare variazioni massime di temperatura poco superiori a 4°C ad una distanza di 5 m dallo scarico del Terminale e tra i 3 e 4°C a 10 m di distanza, in linea con quanto mostrato dalle misure effettuate in agosto 2017.

I risultati del modello dispersivo corrispondono infatti in maniera soddisfacente a quanto evidenziato dall'andamento del DT reale misurato in novembre 2020 e riportato in Figura 16: il DT va rapidamente annullandosi nelle strette vicinanze dello scarico, fino ad annullarsi, come correttamente riproduce il modello, a circa 50 m di profondità, punto in cui gli effetti dello scarico sono ormai nulli. Motivo per cui dalle misure reali non si osservano effetti legati al plume, come evidenziato dal confronto con gli anni precedenti in Figura 15.

La traiettoria del plume è quella attesa; la transizione tra "near-field" e "far-field" si presenta intorno ai 25 m di profondità e il bloccaggio teorico risulta essere entro i 50 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 la zona di transizione entrando nella zona di "far-field" ci si



aspetta che la loro dinamica sia governata non più dalle condizioni di scarico ma da forzanti esterne quali la corrente locale e le differenze di temperatura con le acque circostanti.

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 settimo 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 maggio, agosto e novembre 2020, e fa inoltre riferimento ai rapporti relativi ai precedenti anni dal 2012 al 2019, i.e. riferimenti [8], [7], [6], [5], [4], [3] e [2].

I dati 2020 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 settimo 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.