

SOS - Piattaforme e Impatti Offshore

Report tecnico III Campagna oceanografica 12-18 Giugno 2019

Macro-attività D: Attività sperimentale a supporto del tavolo tecnico finalizzato alla predisposizione del nuovo decreto attuativo ex art. 104, comma 5 del Dlgs. 152/06

F. Placenti^a, E. Oliveri^d, L. Giaramita^a, N. Sabatino^d, G. Buffa^a, C. Buscaino^a, S. Ferraro^a, L. La Gattuta^d, F. Bulfamante^a, F. Garaventa^b, A. Ribotti^c, G. Quattrocchi^c, R. Sorgente^c, A. Cucco^c, F. Pessini^c, M. Sprovieri^a.

a) - Consiglio Nazionale delle Ricerche – Istituto per lo studio degli impatti Antropici e Sostenibilità in ambiente marino (CNR – IAS), Sede Secondaria di Capo Granitola, via del Mare, 3 Campobello di Mazara – Loc. Torretta Granitola, 91021, (TP) Italia.

b) - Consiglio Nazionale delle Ricerche – Istituto per lo studio degli impatti Antropici e Sostenibilità in ambiente marino (CNR – IAS), Sede Secondaria di Genova, via De Marini, 6 Genova, 16149, (GE) Italia.

c) - Consiglio Nazionale delle Ricerche – Istituto per lo studio degli impatti Antropici e Sostenibilità in ambiente marino (CNR – IAS), Sede Secondaria di Oristano, Loc. Sa Mardini, Torregrande, 09170, (OR) Italia.

d) - Consiglio Nazionale delle Ricerche – Istituto per lo studio degli impatti Antropici e Sostenibilità in ambiente marino (CNR – IAS), Sede Secondaria di Palermo, Complesso monumentale ex Roosevelt, Lungomare Cristofolo Colombo, 4521 - Loc. Addaura, Palermo, 90149, (PA) Italia.

Dipartimento Scienze del Sistema Terra e Tecnologie per l’Ambiente

CNR

Giugno 2019

Sommario

Premessa	3
Personale tecnico e scientifico	4
Metodologia di campionamento	5
Iter autorizzativo finalizzato allo svolgimento delle attività di monitoraggio sulle piattaforme	5
1. Fase I e II: campionamento delle acque di produzione e dello scarico a mare	6
2. Fase III: campionamento delle acque di scarico a mare relativo alla piattaforma Annabella	6
3. Fase IV: definizione dei transetti di campionamento dell'acqua e sedimenti nella piattaforma Annabella	6
3.1 <i>Definizione dei transetti di campionamento acqua</i>	6
3.2 <i>Definizione dei transetti di campionamento dei sedimenti</i>	7
4. Campionamento colonna d'acqua di mare	7
5. Campionamento sedimenti	8
6. Identificazione del field blank	8
Tabelle	
Documentazione fotografica	
Allegato 1	

Premessa

Nell'ambito del protocollo di intesa sottoscritto dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Mare ed il Consiglio Nazionale delle Ricerche (06/07/2015), con l'obiettivo di promuovere la ricerca e l'innovazione nel settore della tutela ambientale, è stata istituita la convenzione per la realizzazione di un sistema integrato di previsione della dispersione di idrocarburi in mare e monitoraggio ambientale in corrispondenza delle piattaforme situate nell'Adriatico e nel Canale di Sicilia denominata "SOS Piattaforme e Impatti Off-Shore" (m_amte.PNM.REGISTRO UFFICIALE.U.0000939.17-01.2017).

Le attività presentate in questo documento fanno riferimento alla sezione Macro-Attività D: monitoraggio, elaborazione ed approfondimento conoscitivo delle matrici acqua, biota e sedimenti intorno alle piattaforme di estrazione di idrocarburi nelle aree critiche con significativo impatto antropico sugli ecosistemi marini-costieri finalizzato alla comprensione degli impatti sugli ecosistemi marini dovuti alla presenza delle piattaforme offshore nonché ad evidenziare possibili relazioni di causa-effetto associabili allo scarico in mare delle acque di strato. In particolare, vengono presentate le attività di monitoraggio nell'area caratterizzata dalla presenza di 10 piattaforme off-shore ENI situate nella zona costiera compresa tra Ravenna e Pescara. L'obiettivo è lo studio delle modalità di dispersione in mare delle acque di produzione e la caratterizzazione chimico-fisica ed ecotossicologica delle stesse e delle matrici ambientali (acqua, sedimenti, biota) per la valutazione di eventuali danni a organismi selezionati. Inoltre, l'azione di ricerca è volta alla definizione di un approccio metodologico innovativo per le future attività di monitoraggio, da effettuare attorno alle piattaforme off-shore per la verifica di processi e meccanismi di impatto sull'ambiente e l'ecosistema, principalmente da parte dello scarico di acque di produzione.

La presente relazione descrive le attività di campionamento e acquisizione dati effettuate durante la III campagna oceanografica svolta nel periodo 12-18 Giugno 2019 a bordo dell'imbarcazione Rocco Uno.

Personale tecnico e scientifico

Di seguito l'elenco del personale tecnico-scientifico del CNR che ha partecipato alle attività della III^a Campagna Oceanografica:

Francesco Placenti	francesco.placenti@ias.cnr.it	Ricercatore	Capo Missione Geochimica Acquisizione dati chimico-fisici colonna d'acqua	IAS-CNR Capo Granitola
Elvira Oliveri	elvira.oliveri@ias.cnr.it	Ricercatrice	Campionamenti acqua pre e post apparato filtrazione (piattaforme ENI)	IAS-CNR Capo Granitola
Luigi Giaramita	luigi.giaramita@ias.cnr.it	Tecnico	Sedimentologia campionamento sedimenti e acqua	IAS-CNR Capo Granitola
Nadia Sabatino	nadia.sabatino@ias.cnr.it	Assegnista	Geochimica Campionamento sedimenti e acqua	IAS-CNR Capo Granitola
Gaspere Buffa	gaspere.buffa@ias.cnr.it	Ricercatore	Geochimica Acquisizione dati chimico-fisici colonna d'acqua	IAS-CNR Capo Granitola
Carmelo Buscaino	carmelo.buscaino@ias.cnr.it	Tecnico	Campionamento Acque e sedimento	IAS-CNR Capo Granitola
Serena Ferraro	serena.ferraro@ias.cnr.it	Assegnista	Campionamenti acqua pre e post apparato filtrazione (piattaforme ENI)	IAS-CNR Capo Granitola
Laura La Gattuta	laura.lagattuta@ias.cnr.it	Tecnico	Campionamenti acqua pre e post apparato filtrazione (piattaforme ENI)	IAS-CNR Capo Granitola
Francesca Bulfamante	francesca.bulfamante@ias.cnr.it	Tecnologo	apporti con autorità competenti per rilascio autorizzazioni	IAS-CNR Capo Granitola
Francesca Garaventa	francesca.garaventa@ias.cnr.it	Ricercatrice	Ecotossicologia campionamento acque e sedimenti	IAS-CNR Genova
Alberto Ribotti	alberto.ribotti@ias.cnr.it	Tecnologo	Acquisizione dati lagrangiani	IAS- CNR Oristano
Giovanni Quattrocchi	giovanni.quattrocchi@cnr.it	Ricercatore	Interpretazione dati correntometrici	IAS-CNR Oristano
Roberto Sorgente	roberto.sorgente@cnr.it	Ricercatore	Interpretazione dati correntometrici	IAS-CNR Oristano
Andrea Cucco	andrea.cucco@cnr.it	Ricercatore	Interpretazione dati correntometrici	IAS-CNR Oristano
Federica Pessini	federica.pessini@ias.cnr.it	Assegnista	Interpretazione dati correntometrici	IAS-CNR Oristano
Mario Sprovieri	mario.sprovieri@cnr.it	Ricercatore	Responsabile modulo D	IAS-CNR Capo Granitola

Metodologia di campionamento

Il campionamento ha previsto quattro fasi di lavoro:

- I. prelievo delle acque di produzione *pre e post* trattamento (con filtri a carboni attivi) a bordo delle piattaforme ENI;
- II. prelievo delle acque di produzione dello scarico a mare;
- III. prelievo delle acque di produzione a tre diverse distanze dallo scarico a mare (5-10-20 m) lungo transetti ortogonali;
- IV. acquisizione dei dati correntometrici, acquisizione dei parametri chimico-fisici della colonna d'acqua di mare, prelievo di mitili insediati sui piloni esterni delle piattaforme, campionamento della colonna d'acqua e dei sedimenti presso la piattaforma Annabella.

Le attività programmate nella III campagna oceanografica hanno riguardato tutte le fasi operative sopra elencate e sono state precedentemente concordate sia con il responsabile delle operazioni di ENI che con il comandante dell'imbarcazione Rocco Uno.

Iter autorizzativo finalizzato allo svolgimento delle attività di monitoraggio sulle piattaforme

L'iter autorizzativo relativo alle attività di monitoraggio è stato concordato e programmato con il personale del Distretto Centro Settentrionale dell'Eni S.p.A. - Marina di Ravenna -

Le diverse attività di campionamento hanno riguardato sia punti di indagine ricadenti nel raggio dei 500 m dalle piattaforme (Arianna, Antonella, Cervia C, Annabella, Brenda, Emma West e Fratello Cluster, in concessione ad Eni, vedi Tab. 1, Fig. 1) che punti di controllo esterni P6 e P7 (Tab. 5 e 6, Fig. 2 e 3).

Il CNR ha predisposto ed inoltrato la seguente documentazione:

- 1) le richieste per il rilascio dei provvedimenti per lo svolgimento delle attività di monitoraggio da condurre all'interno della fascia dei 500 m e per l'accesso alle piattaforme;
- 2) la richiesta di autorizzazione per lo svolgimento di attività di campionamento di acqua e sedimento nei punti di controllo.

Nello specifico, ogni richiesta di cui al punto 1) è stata inviata alla Capitaneria di Porto di competenza e per conoscenza al Distretto Centro Settentrionale di Eni S.p.A, con sede a Marina di Ravenna. Le Capitanerie di Porto si sono espresse con rilascio di Nulla Osta ed Autorizzazioni, previa acquisizione delle autorizzazioni ottenute dal Distretto Centro Settentrionale di Eni, per il transito e lo stazionamento dell'imbarcazione per lo svolgimento delle attività poste in richiesta.

1. Fase I e II: Campionamento delle acque di produzione e dello scarico a mare

Nelle sette piattaforme, indicate in tabella 1, sono state campionate le acque di produzione i) in fase pre-trattata, ii) post-trattata e iii) in corrispondenza del punto di scarico a mare (Tab. 1 e 2).

Le acque di produzione pre- e post-trattamento sono state campionate sulla piattaforma dal personale ENI sotto la supervisione del personale scientifico del CNR.

Le acque di produzione, in corrispondenza del punto di scarico a mare, sono state campionate dagli OTS (Operatore Tecnico Subacqueo) sotto la supervisione del personale CNR. L'operazione è stata effettuata, in ciascuna piattaforma, a valle dell'effettivo riscontro visivo, da parte degli OTS e del personale del CNR che supervisionava le attività attraverso un monitor ubicata all'interno della cabina del responsabile degli OTS. Per facilitare tale attività, gli OTS erano dotati di un tracciante (inerte) utile a indicare sia l'effettiva attività dello scarico ma anche l'esatta direzione della corrente marina e quindi la direzione di dispersione dei fluidi provenienti dallo scarico. Gli OTS hanno campionato le acque nel punto di scarico a mare con un campionatore "bottiglia Niskin" da 10 e 12 L (Fig. 4). A bordo della Rocco Uno, il campione di 12 L, contenuto nella Niskin, è stato successivamente diviso in diverse aliquote dal personale CNR secondo lo schema riportato in Tab. 3. Le aliquote sono state successivamente pre-trattate e conservate come previsto da procedure standardizzate per ogni tipo di analisi (Tab. 3).

2. Fase III: Campionamento delle acque di scarico a mare relativo alla piattaforma Annabella

Il disegno di campionamento, finalizzato alla definizione del plume di scarico della piattaforma, include quattro transetti (A, B, C e D) di lunghezza pari a 20m con al centro lo scarico stesso e la direzione del primo transetto di campionamento (transetto A, Fig. 6) coincidente con la direzione della corrente dominante al momento del campionamento (allegato 1). Per ciascun transetto sono state campionate, alla quota dello scarico (~20m), tre stazioni posizionate rispettivamente a 5-10-20m di distanza dal punto di scarico della piattaforma. I campioni di acqua (Tab. 4), contenuti nelle Niskin, venivano recuperate manualmente a bordo del Rocco Uno e suddivise in diverse aliquote dal personale CNR secondo lo schema riportato in Tabella 3. Le aliquote sono state successivamente pre-trattate e conservate come previsto da procedure standardizzate per ogni tipo di analisi (Tab. 3).

3. Fase IV: Definizione dei transetti di campionamento dell'acqua e sedimenti nella piattaforma Annabella

3.1 Definizione dei transetti di campionamento acqua

Con l'obiettivo di identificare in tempo reale la direzione e l'intensità della corrente marina alla profondità di scarico della piattaforma e pianificare un adeguato piano di campionamento delle

acque è stata rilasciata una boa lagrangiana con vela posta alla profondità dello scarico (-20m). Il disegno di campionamento mediante sonda multiparametrica, finalizzato alla definizione del plume di scarico della piattaforma, includeva 2 transetti ortogonali (a formare una croce) tra di loro centrati sulla piattaforma (Fig. 2). Nello specifico, in questa campagna oceanografica, sia per motivi logistici che per le conoscenze scientifiche dell'area fin qui acquisiti, sono stati prescelti solamente due transetti, di cui il primo (transetto A) coincidente con la direzione principale della corrente dominante (Allegato 1) e del suo opposto (transetto C, vedi Fig. 2).

3.2 Definizione dei transetti di campionamento dei sedimenti

La definizione dei transetti di campionamento dei sedimenti è stata effettuata a valle dello studio correntometrico basato sui dati acquisiti da un correntometro posizionato a circa 100m di distanza dalla piattaforma Annabella. Nello specifico, durante la prima campagna di acquisizione (maggio 2018) è stato installato un correntometro acustico (Teledyne Workhorse, Fig. 6) che ha effettuato misure in continuo del campo di corrente tridimensionale tra la profondità di installazione e la superficie permettendo di misurare sia la componente baroclina che quella mareale. I correntometri sono stati recuperati dopo circa 3 mesi. L'analisi del dato osservato sul correntometro posizionato nei pressi della piattaforma Annabella, ha permesso di determinare in maniera statisticamente affidabile le caratteristiche della corrente dominante nell'area di studio. Le misure effettuate hanno evidenziato un segnale di marea intorno al 40% del segnale totale che oscilla lungo un'elisse con eccentricità elevata e con asse maggiore diretto verso 122°-133° N. Tale direzione coincide con la direzione dei 2 transetti di campionamento effettuati nella I campagna oceanografica (~120° N e nella direzione opposta ~300° N). Pertanto, in quest'ultima campagna (giugno 2019) sono stati campionati gli altri due transetti posizionati nella direzione ~220° N e ~40° N (Fig. 3).

4. Campionamento colonna d'acqua di mare

L'osservazione in tempo reale dei dati della boa satellitare (All. 1) con vela posizionata alla profondità dello scarico (-20 m), hanno indicato una direzione della corrente sub-superficiale verso NW (310°, vedi All. 1). Pertanto le stazioni di prelievo sono state posizionate lungo questa direzione a 50, 100 e 500 m di distanza dalla piattaforma nel verso del transetto A (310° N; Fig. 2; Tab. 5), e nel verso del transetto C (130° N; Fig. 2; Tab. 5).

Per ogni stazione di campionamento acqua (Tab. 5) sono stati acquisiti profili di temperatura (°C), conducibilità (mS/cm), pH, ossigeno disciolto (mg/l) e fluorescenza (µg/l) della colonna d'acqua (tramite sonda CTD montata su un frame comprendente una "rosetta" di 12 bottiglie Niskin da 10 e 12 L, Fig. 4). La sonda multiparametrica utilizzata è una SBE 9 plus, precedentemente

calibrata in laboratorio, la cui accuratezza è di 0.001°C e 0.001 Sm^{-1} , rispettivamente per temperatura e conducibilità. Contestualmente, tramite le bottiglie Niskin, sono stati prelevati campioni di acqua di mare in superficie ($\pm 1 \text{ m}$) e sul fondo ($\pm 47 \text{ m}$). Una volta a bordo dell'imbarcazione l'acqua contenuta nelle "Niskin" è stata suddivisa in diverse aliquote dal personale CNR in seguito pre-trattate e stoccate come previsto da procedure standardizzate per la tipologia di analisi da effettuare (Tab. 3).

5. Campionamento sedimenti

I transetti relativi al campionamento dei sedimenti sono stati scelti in funzione dei criteri discussi nel paragrafo 3.2. Durante questa campagna d'indagine sono state prelevate carote di sedimento in corrispondenza di 6 stazioni, strategicamente posizionate a 50-100-500 m di distanza dalla piattaforma (Fig. 3 e 5; Tabella 6). Il campionamento è stato effettuato mediante l'utilizzo di box-corer (Fig. 4) al fine di ottenere un campione poco disturbato e della lunghezza massima di 30 cm (Tab. 6, Fig. 5). A bordo del Rocco Uno, ogni box-corer è stato sub-campionato in due carote, tramite tubi in PVC, della lunghezza pari a 30 cm (una per le analisi, una per archivio) (Fig. 4 e 5). Le carote di sedimento sono state conservate ad una T di -20°C (Tab. 3).

In laboratorio, le carote di sedimento verranno sub-campionate ad intervalli sedimentari di 2 cm e dai livelli sedimentari 0-2 cm e 8-10 verranno prelevate aliquote per analisi sedimentologiche e geochimiche. Inoltre, per ciascun box-corer, sono state prelevate aliquote di sedimento sub-superficiali (0-5 cm) per le analisi ecotossicologiche (stoccate a $+4^{\circ}\text{C}$) sulla fase solida e su quella liquida (elutriato, preparato secondo metodologia Standard US EPA 2001). Infine, un'ulteriore aliquota di sedimento superficiale è stata prelevata da ciascun box-corer (stoccato a -20°C) per effettuare le analisi dei composti organici volatili (VOC).

6. Identificazione del field blank

Durante la campagna oceanografica sono stati campionati due punti di bianco, ovvero punti di campionamento corrispondenti a siti di controllo che presentano le stesse o simili caratteristiche ambientali dell'area investigata ma che non risulta direttamente influenzati dalle attività industriali anch'esse presenti nell'area di indagine.

È stato selezionato un sito di bianco a circa 2 miglia nautiche dalla piattaforma Cervia C denominata P7 (Tab. 6; Fig. 3). Nella stazione P7 è stato prelevato un campione di sedimento tramite l'ausilio di un box-corer (Fig. 4 e 5). L'altro punto di bianco è stato fatto a circa 2 miglia nautiche di distanza dalla piattaforma Annabella, in questo sito di controllo sono stati acquisiti sia i parametri idrologici della colonna d'acqua (temperatura, pH, conducibilità, densità, fluorescenza e ossigeno disciolto) tramite l'utilizzo di una sonda multiparametrica CTD che due campioni di acqua, uno superficiale e l'altro in prossimità del fondo tramite le bottiglie Niskin (Fig. 2-4; Tab. 5). A bordo della nave, il

volume di acqua contenuto nelle “Niskin” è stato successivamente suddiviso in diverse aliquote dal personale CNR secondo lo schema della Tabella 3. Le aliquote sono state successivamente pre-trattate e conservate come previsto da procedure standardizzate per ogni tipo di analisi (Tab. 3).

Tabella 1 – Elenco piattaforme ENI con le caratteristiche specifiche.

PIATTAFORMA	Latitudine [°N]	Longitudine [°E]	Minerale	Anno installazione
ANNABELLA	44.228781	13.078865	GAS	1991
ANTONELLA	44.214442	12.776663	GAS	1976
ARIANNA A	44.306251	12.628146	GAS	1984
CERVIA C	44.30165	12.640079	GAS	1992
BRENDA	44.116443	13.044925	GAS	1987
EMMA OVEST	42.808505	14.379206	GAS	1982
FRATELLO CLUSTER	42.610534	14.168514	GAS	1979

Tabella 2 - Campioni di acqua di produzione/scarico prelevati per ogni piattaforma.

PIATTAFORMA	Data	Pre-trattamento	Post-trattamento	Scarico a mare	campioni	n. aliquote
ARIANNA A	12/06/2019	AR_A_pre	AR_A_post	AR_A_0	3	30
CERVIA C	12/06/2019	CR_C_pre	CR_C_post	CR_C_0	3	30
ANTONELLA	12/06/2019	AN_pre	AN_post	AN_0	3	30
BRENDA	13/06/2019	BR_pre	BR_post	BR_0	3	30
ANNABELLA	14/06/2019	AB_pre	AB_post	AB_0	3	30
EMMA W	17/06/2019	EW_pre	EW_post	EW_0	3	30
FRATELLO CLUSTER	17/06/2019	FC_pre	FC_post	FC_0	3	30

Tabella 3 – Schema di campionamento e pre-trattamento delle diverse aliquote di acqua di mare.

Tipo di analisi	Contenitore	Pre-trattamento in nave	T storage
Metalli	Kartell (1L)	<i>Filtrazione</i>	
particolato		filtrazione con filtro policarbonato 0.45 µm	-20°C
disciolto		50 ml del filtrato stabilizzato con HNO ₃ ultrapuro	amb.
Hg	Bottiglia in vetro pirex (1L)	<i>Filtrazione</i>	
particolato		filtrazione con filtro in cellulosa 0.45 µm	-20°C
disciolto		100 ml del filtrato stabilizzato con BrCl	amb.
Composti organici	Bottiglia in vetro ambrato (1L)		-20°C
Composti organici (C<12)	Vials in vetro (2x20 ml)		-20°C
Solidi sospesi	Kartell (1L)		+5°C
Nutrienti	Falcon (2x15 ml)		-20°C
Ecotossicologia	Kartell (1x1L + 2x500 ml)		+4°C

Tabella 4 - Campioni di acqua di mare prelevati a diverse distanze dal punto di scarico della piattaforma Annabella.

PIATTAFORMA ANNABELLA	Distanze dal punto di scarico			n. campioni	n. aliquote
	5 m	10 m	20 m		
transetto a (~310°)	ABa 5	ABa 10	ABa 20	3	30
transetto b (~40°)	ABb 5	ABb 10	ABb 20	3	30
transetto c (~130°)	ABc 5	ABc 10	ABc 20	3	30
transetto d (~220°)	ABd 5	ABd 10	ABd 20	3	30

Tabella 5 - Campioni di acqua di mare prelevati a diversa distanza dalla piattaforma Annabella; S=superficie; F=fondo

PIATTAFORMA ANNABELLA	Direzione [°N]	Latitudine [°N]	Longitudine [°E]	Distanze dalla Piattaforma		
				50m	100m	500m
transetto A	~310°	44°13'51.75"	13°4'26.72"			ABa 500 S
						ABa 500 F
		44°13'43.13"	13°4'40.77"		ABa 100 S	
		44°13'42.26"	13°4'41.83"		ABa 100 F	
transetto C	~130°	44°13'40.70"	13°4'46.83"	ABa 50 S		
				ABa 50 F		
		44°13'40.70"	13°4'46.83"	ABc 50 S		
		44°13'39.68"	13°4'47.66"	ABc 50 F		
		44°13'39.68"	13°4'47.66"		ABc 100 S	
		44°13'33.14"	13°5'02.74"		ABc 100 F	
		44°13'33.14"	13°5'02.74"			ABc 500 S
						ABc 500 F
P6 (S-F)		44°15'24.40"	13°5'34.18"			

Tabella 6 - Carote di sedimenti prelevati a diverse distanze dalla piattaforma Annabella e del punto di bianco

PIATTAFORMA ANNABELLA	Carota	Profondità (m)	Latitudine [°N]	Longitudine [°E]	Lunghezza carota (cm)
transetto D	ABd 50	~50	44°13'38.89"	13°04'41.97"	~10
	ABd 100	~50	44°13'37.32"	13°04'40.96"	~10
	ABd 500	~50	44°13'25.84"	13°04'31.77"	~12
transetto B	ABb 500	~50	44°13'55.64"	13°04'54.69"	~14
	ABb 100	~50	44°13'43.48"	13°04'48.38"	~7
	ABb 50	~50	44°13'41.74"	13°04'47.34"	~4
Field Blanck	P7	~27	44°17'20.38"	12°41'07.81"	~21



Fig. 1: Mappa ubicazioni delle piattaforme investigate

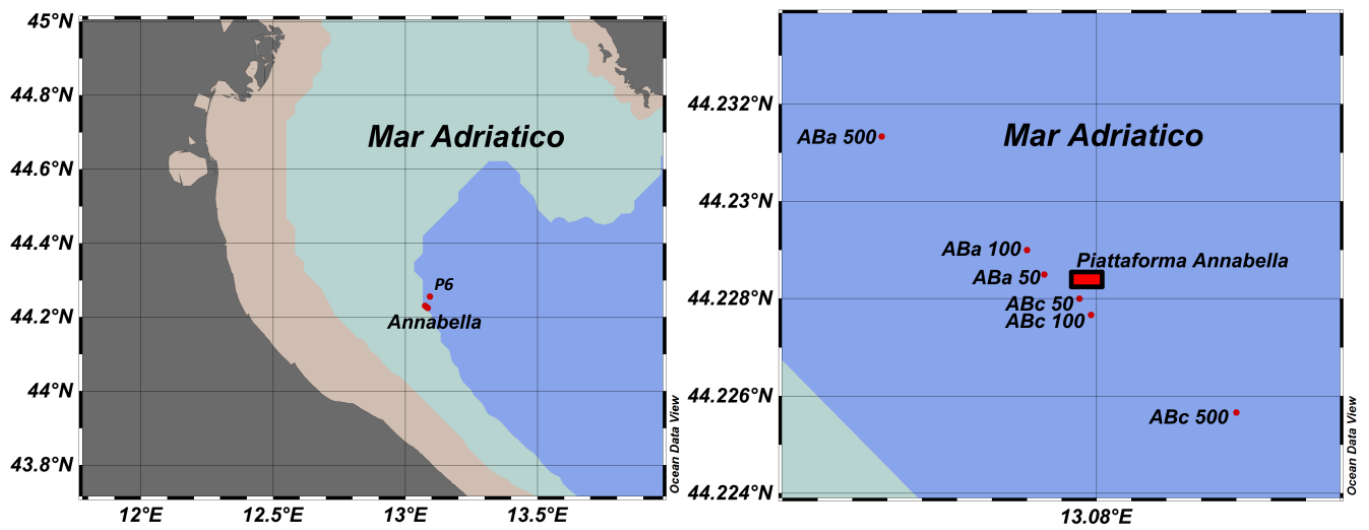


Fig. 2: Mappe ubicazione dei punti di campionamento acqua e del punto di bianco P6 (a sinistra); dettaglio transetti di campionamento rispetto alla piattaforma Annabella (a destra).

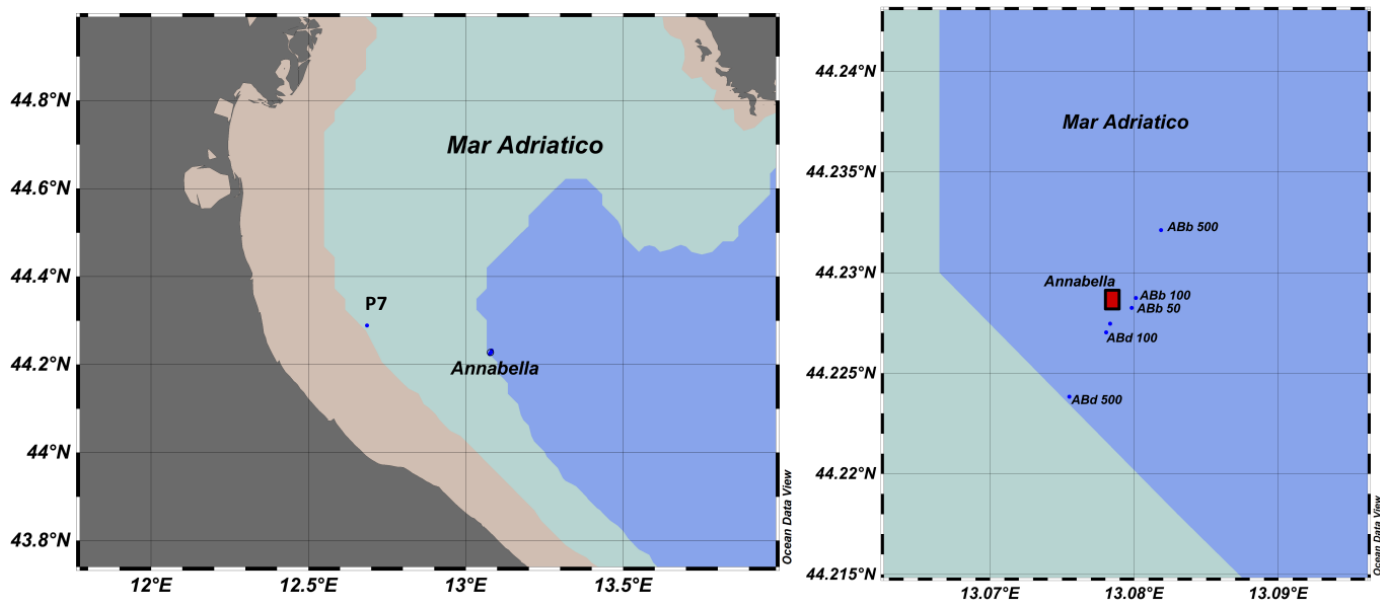


Fig. 3: Mappe ubicazione dei punti di campionamento sedimenti e del punto di bianco P7 (a sinistra); dettaglio transetti di campionamento rispetto alla piattaforma Annabella (a destra).



Fig. 4: Sonda multiparametrica CTD su un frame di 12 bottiglie Niskin (a sinistra), box-corer per il campionamento dei sedimenti (a destra).

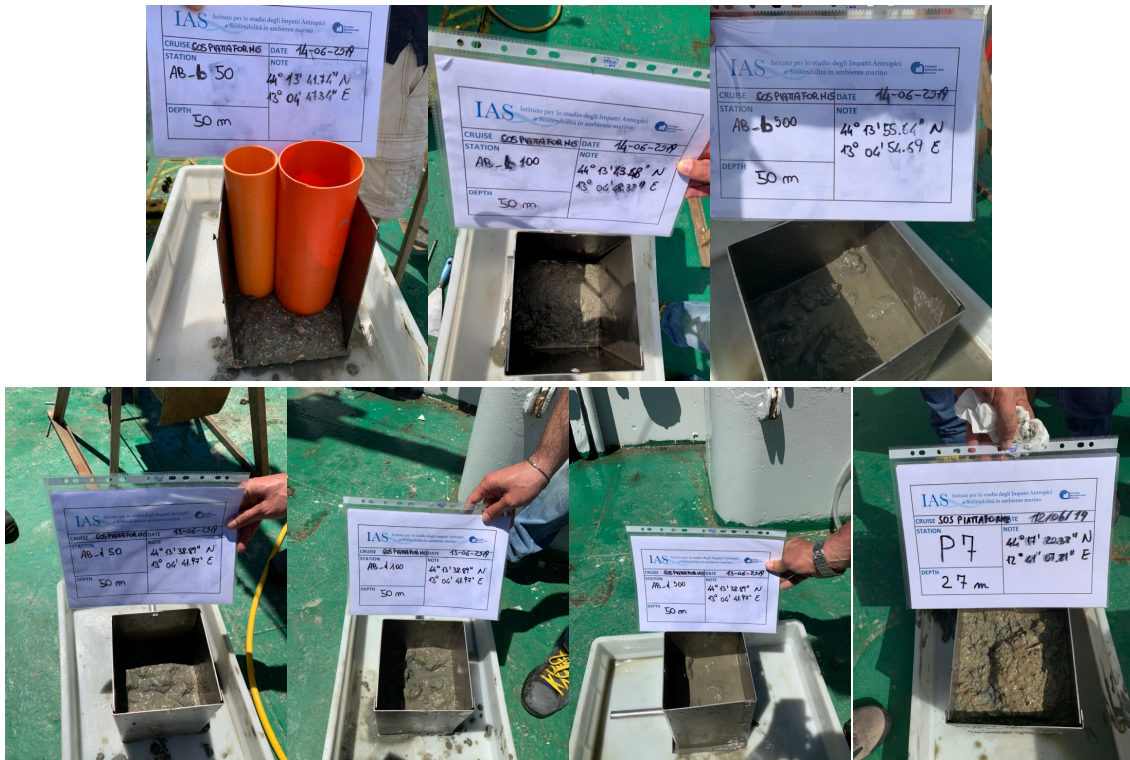


Fig. 5: box-corer dei sedimenti campionati durante la campagna oceanografica

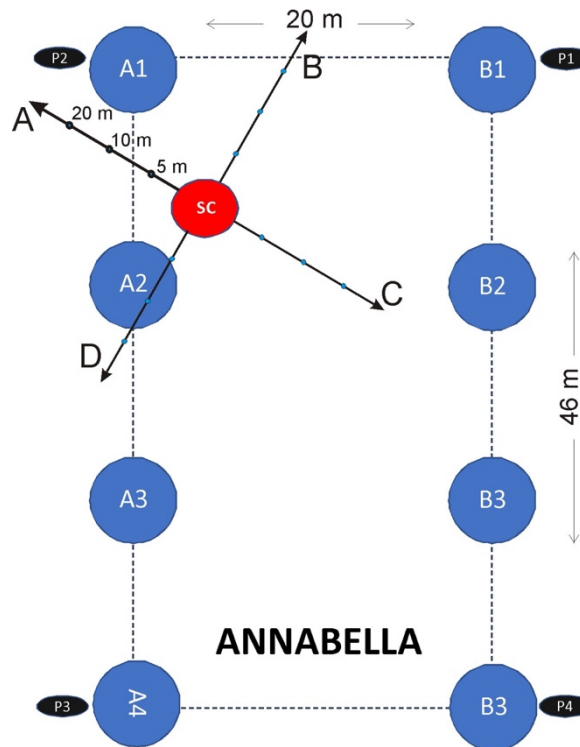


Fig. 6: Schema di campionamento acqua dello scarico (SC) della piattaforma Annabella. Campionamento acqua a 5-10 e 20 m di distanza dallo scarico lungo le direzioni NW (transetto A), SE (transetto C), NE (transetto B) e SW (transetto D); P1-P2-P3 e P4 rappresentano i piloni della piattaforma in cui sono stati prelevati i mitili; A1, A2, A3, A4, B1, B2, B3, e B4 sono i piloni della piattaforma.

Piattaforma Annabella

Oceanografia (Ribotti, Sorgente, Quattrocchi)

Al fine di determinare la strategia di campionamento per l'identificazione delle caratteristiche chimico-fisiche delle acque di strato, disperse dalla piattaforma Annabella, e dei sedimenti trasportati e depositati dal campo idrodinamico nell'intorno della piattaforma, è stata utilizzata la stessa metodica d'indagine multidisciplinare e integrata utilizzata a maggio 2018 sulla stessa piattaforma. Come allora, questa fase d'indagine ha inizialmente previsto lo studio delle dinamiche della corrente marina dominante che influenzano i processi di diffusione delle acque di produzione ed il conseguente trasporto e deposito del materiale solido immesso dalle acque di produzione. Il metodo d'indagine prevede l'utilizzo di una boa lagrangiana (stesso tipo e modello descritto nel precedente rapporto) per le misure *in situ*, in grado di fornire una stima della direzione e dell'intensità della corrente dominante nell'area d'indagine. Informazioni riguardanti le caratteristiche della sola corrente di marea astronomica sono derivate dall'utilizzo di un modello numerico deterministico.

Queste informazioni hanno permesso di pianificare in maniera efficiente il monitoraggio della *plume* rilasciato nelle acque di strato.

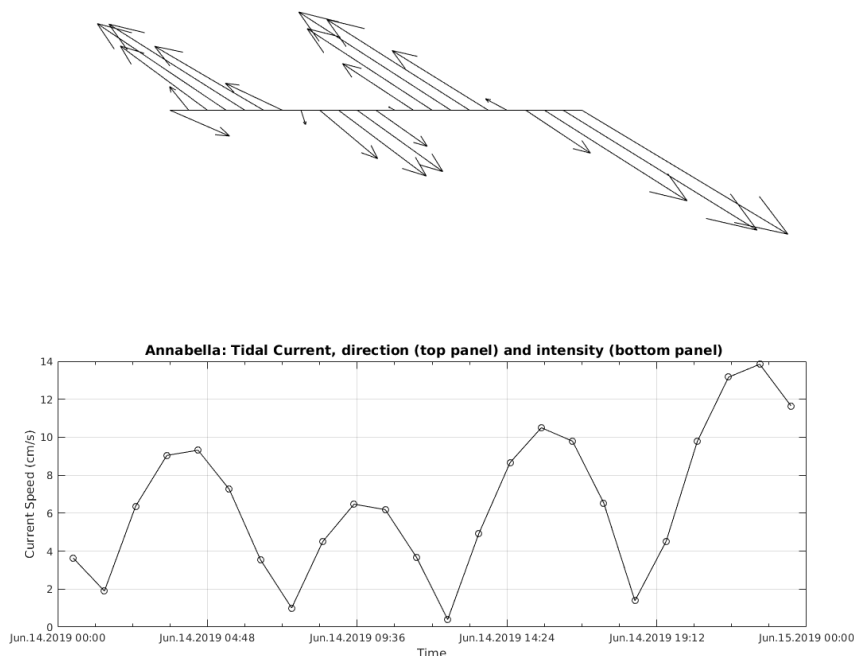


Figura 1. Previsione di marea di 24 ore tra il 14 ed il 15 giugno presso la piattaforma **Annabella** con il primo valore simulato alle 00:30 UTC del 14 giugno. Quindi la progressione è oraria.

Lo strumento deterministico utilizzato si basa sul sistema numerico di previsione OTIS (Regional Tidal Solutions) del campo di marea, che copre l'intero bacino Mediterraneo con risoluzione spaziale di $1/30^\circ$, pari circa a 4 km (<http://volkov.oce.orst.edu/tides/med.html>). Le variabili prognostiche (direzione e intensità della corrente di marea), stimate dal sistema OTIS per il periodo pianificato per il campionamento, sono state fornite al personale incaricato delle analisi sottoforma di grafici puntuali in funzione della posizione geografica della piattaforma di estrazione, oggetto dello studio, per un periodo temporale di 24 ore (figura 1).

Le caratteristiche della circolazione marina legata al forzante astronomico, al momento dei forzanti atmosferici e a gradienti termoclinici sono state identificate attraverso il rilascio di una boa alla deriva (o drifter; tabella 1) prima delle attività di monitoraggio, a circa 920 m Est-Sud-Est dalla piattaforma (il punto (3) in figura 2). La boa lagrangiana con deriva alla profondità di 20 metri presenta un sistema di misura della posizione e trasmissione dati di tipo satellitare.

Tabella 1 – Dettagli riguardanti l'esperimento con il drifter in prossimità della piattaforma **Annabella**

Drifter	Data e ora (UTC)	Latitudine [$^\circ$ N] Longitudine [$^\circ$ E]	Fondale (m)	Profondità della vela (m)	Tipo di trasmissione	Data recupero
LCE00354	14/06/2019 08:15	44.22757 13.06768	50	20,0	Satellitare	14/06/2019

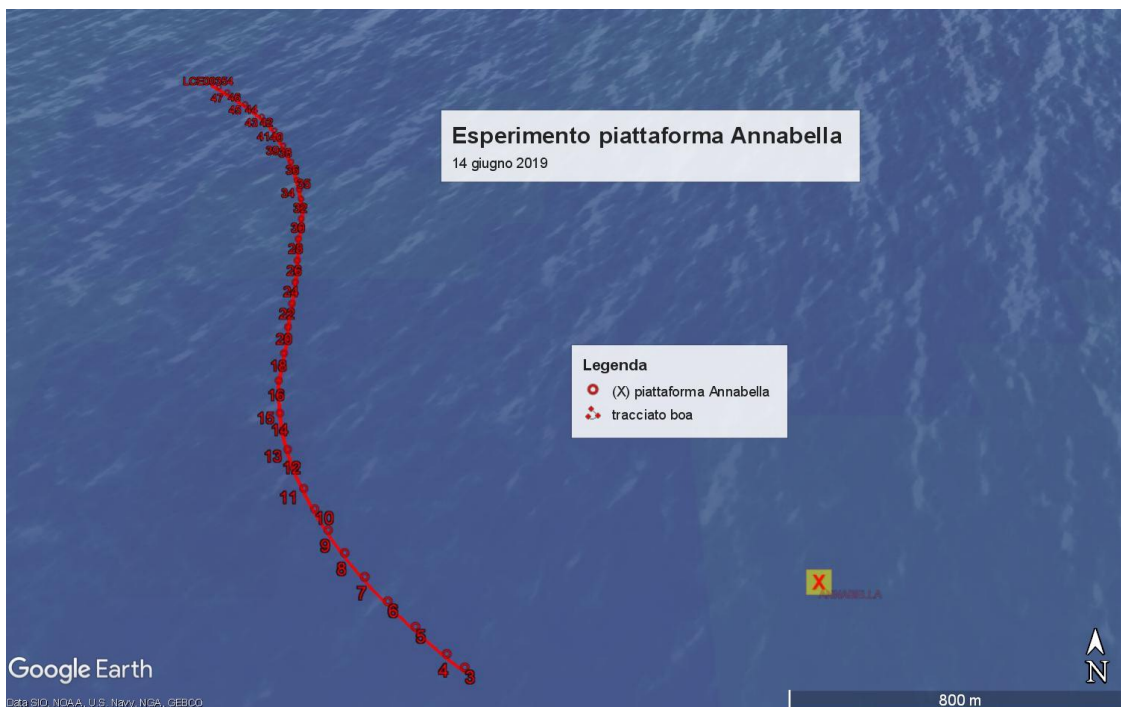


Figura 2. Tracciato della boa LCE00354 (satellitare in rosso) presso la piattaforma Annabella. Il punto d'inizio esperimento è indicato in figura dal punto (3).

La boa era equipaggiata con una “vela” posta al livello dello scarico delle acque di strato, cioè -20 m per la piattaforma **Annabella**. L’utilizzo della boa ha permesso di monitorare, in tempo reale, il trasporto indotto dalle correnti marine osservate alla quota di riferimento della vela, confrontare qualitativamente le traiettorie previste dal sistema OTIS, e definire il ruolo della componente di marea, rispetto alle altre componenti non descritte dal sistema deterministico OTIS. La boa, lasciata alla deriva per oltre 7,5 ore (è stata recuperata alle 17:55 UTC del 14 giugno 2019), con un’acquisizione della posizione ogni 10', ha permesso di stabilire una strategia accurata per la definizione dei punti di prelievo dei diversi campioni. Le previsioni su base modellistica hanno individuato una principale direzione NW-SE della corrente di marea dominante (figura 1) al momento del campionamento presso la piattaforma. La direzione prevista dal modello è stata quindi supportata dai dati della boa satellitare (figura 2), ed è stata considerata anche per i transetti di campionamento a mare.