

Rapporto annuale del Monitoraggio delle schiume:

Periodo Giugno 2014 - Agosto 2015

-

Terminale GNL Adriatico

Cliente:
Terminale GNL Adriatico S.r.l.

Documento: HSE-REP-156-001
14/12/2015



Ing. Marco Scabbia

Technical Manager



Dott.ssa Ludovica Righi

Consultant

0	14/12/2015	Emesso per l'uso	Ludovica Righi	Marco Scabbia
Rev. No.	Data	Descrizione	Preparato	Approvato
			SHELTER	

INDICE

1	INTRODUZIONE	4
1.1	Scopo del lavoro	6
1.2	Contenuti del documento	6
2	MATERIALI E METODI	7
2.1	Piano di Monitoraggio	7
2.2	Attività di rilevamento	7
3	CARATTERISTICHE DEL TELEMETRO LASER	15
4	MAPPE TEMATICHE	20
5	RISULTATI DEI MONITORAGGI	22
5.1	1° Campagna	22
5.2	2° Campagna	24
5.3	3° Campagna	26
5.4	4° Campagna	28
5.5	5° Campagna	30
5.6	6° Campagna	32
5.7	7° Campagna	33
5.8	8° Campagna	35
6	ANALISI DEI DATI: PERIODO GIUGNO 2013 – APRILE 2014 E GIUGNO 2014 – AGOSTO 2015	38
6.1	Correlazione tra massima distanza delle schiume e la stagionalità	39
6.2	Correlazione tra massima distanza delle schiume e velocità del vento	41

6.3	Correlazione tra massima distanza delle schiume e i dati marini	43
6.4	Correlazione tra massima distanza delle schiume e i fattori antropici	47
6.5	Correlazione tra direzione della dispersione della schiuma e le direzioni della corrente, onda e vento	51
7	CONCLUSIONI	56

Allegati:

Allegato A: Scheda del telemetro

Allegato B: Risultati 1° campagna – Periodo Giugno 2014 – Agosto 2015

Allegato C: Risultati 2° campagna – Periodo Giugno 2014 – Agosto 2015

Allegato D: Risultati 3° campagna – Periodo Giugno 2014 – Agosto 2015

Allegato E: Risultati 4° campagna – Periodo Giugno 2014 – Agosto 2015

Allegato F: Risultati 5° campagna – Periodo Giugno 2014 – Agosto 2015

Allegato G: Risultati 6° campagna – Periodo Giugno 2014 – Agosto 2015

Allegato H: Monitoraggio del battello di supporto (Hyppos)

Allegato I: Nota tecnica malfunzionamento Boa Oceanografica MEDA

Allegato L: Layout e risultati ottenuti dai rilevamenti della boa oceanografica

Allegato M: Risultati 7° campagna – Periodo Giugno 2014 – Agosto 2015

Allegato N: Risultati 8° campagna – Periodo Giugno 2014 – Agosto 2015

1 INTRODUZIONE

In seguito al fenomeno di formazione di schiume allo scarico del circuito di scambio termico dell'impianto di ri-gassificazione del GNL, la società Terminale GNL Adriatico srl (di seguito, "**ALNG**") ha posto in essere, in modo tempestivo, le attività necessarie ai fini del monitoraggio e della migliore comprensione del fenomeno. In esito all'istruttoria svolta ai sensi dell'art. 28, comma 1-*bis* del D.Lgs. 152/2006, il Ministero dell'Ambiente, Direzione Generale Valutazioni Ambientali, tramite Decreto DVA-DEC-2012-0000435 del 07/08/2012, ha stabilito, fra le altre cose, quanto segue.

"Il proponente, in accordo con ISPRA ed ARPA Veneto, dovrà effettuare un monitoraggio delle schiume, inteso come controllo delle stesse in termini di formazione, sviluppo, estensione e successiva dispersione."

La società ALNG ha pertanto predisposto il documento "*Piano di Monitoraggio delle schiume – Terminale GNL Adriatico*" (in seguito, il "**Piano di Monitoraggio**"), che dettaglia le modalità proposte per il monitoraggio in accordo a quanto richiesto nel decreto citato. Il Piano di Monitoraggio è stato inviato sia al Ministero dell'Ambiente, che ad ISPRA ed ARPAV in data 4 giugno 2013 con lettera ALNG 151/13. Con comunicazione prot. 026198 del 21 giugno 2013 ISPRA e ARPAV, congiuntamente, hanno replicato alla richiamata nota, affermando che "*per quanto riguarda il piano di monitoraggio delle schiume si concorda con quanto proposto da codesta società*".

In giugno 2013, la società ALNG ha dato, quindi, inizio al primo anno di monitoraggio delle schiume con la prima delle 6 campagne di monitoraggio previste dal Piano di Monitoraggio.

Successivamente, con nota congiunta di ISPRA / ARPAV n.7146 del 17/02/2014, le stesse hanno suggerito alla società ALNG di integrare il monitoraggio delle schiume con l'ausilio di un'imbarcazione al fine di "*riscontrare i risultati ottenuti con telemetro con una verifica effettuata da un osservatore a bordo di un natante, anche con supporto fotografico, della forma e dimensione delle schiume*".

Pertanto ALNG, accogliendo tale suggerimento, ha inviato a ISPRA e ARPAV con lettera del 18 febbraio 2014 (prot. ALNG048/2014) una "Nota Integrativa al Piano di Monitoraggio delle Schiume" che prevede il supporto di un natante durante i rilevamenti con il telemetro. Tale integrazione prevede che l'imbarcazione si debba porre in prossimità dell'ultimo punto (ovvero il più distante) misurato dal telemetro e quindi debba provvedere ad effettuare delle foto al fine di documentare la significatività della schiuma. Inoltre l'imbarcazione deve effettuare una perlustrazione dell'area posta a 1,5 e 3 miglia nautiche dal terminale..

In data 16 aprile 2014, ALNG ha completato il primo anno di monitoraggio delle schiume, eseguendo le 6 campagne previsto dal Piano di Monitoraggio per un totale di 67 rilevamenti.

Successivamente ALNG ha, quindi, inviato (con lettera del 30 maggio 2014 prot. ALNG 133/14) al Ministero dell'Ambiente, ISPRA ed ARPAV il primo rapporto,

intitolato “*Risultati del monitoraggio annuale delle schiume Giugno 2013 – Aprile 2014 – Terminale GNL Adriatico*” di cui si riportano alcuni passaggi fondamentali:

- [...] I dati raccolti mostrano che l'estensione e la propagazione delle schiume appaiono maggiormente influenzate da fattori naturali, in particolare dalla stagionalità e quindi dall'increspatura (tale condizione infatti è statisticamente più probabile nei mesi estivi), piuttosto che da fattori antropici, quali la portata dello scarico del circuito di scambio termico del Terminale e il delta termico tra presa e scarico dell'acqua mare. – Pag. 42, Par. 7.
- Inoltre risulta che la componente che maggiormente influenza la direzione di dispersione delle schiume è la direzione del vento soprattutto in presenza di eventi con intensità di vento significativa e direzione costante; condizioni in cui peraltro la dispersione delle schiume si limita in prossimità del terminale. – Pag. 42, Par. 7.
- Peraltro dalle campagne effettuate con telemetro non è emerso che le schiume rilevate siano uscite dalla zona di interdizione (1,5 MN). Si precisa inoltre che anche il monitoraggio da parte del battello nei mesi di febbraio e aprile ha riscontrato l'assenza di schiuma al di fuori della zona di interdizione. [...] – Pag. 42, Par. 7.

E ancora:

- [...] Infine, in merito al suggerimento di ARPAV e ISPRA di valutare la possibilità di utilizzo di stereocamere, sulla base di un apposito studio effettuato dal Dipartimento di Architettura, Ingegneria delle Costruzioni e Ambiente Costruito (ABC) del Politecnico di Milano, ALNG è pervenuta alla conclusione che l'impiego di tali apparecchiature, pur presentando, a date condizioni, il vantaggio di una maggiore ripetibilità delle misure, non risulta applicabile per le finalità del monitoraggio delle schiume, così come indicate nel provvedimento ministeriale DVA-DEC-2012-0000435 del 07/08/2012. – Pag. 42, Par. 7.

In data 27 Gennaio 2015, ISPRA ha, quindi, inviato al Ministero dell'Ambiente ed alla società ALNG una nota (prot. 3720), in cui vengono riassunte le conclusioni del rapporto annuale succitato, dando evidenza della conformità rispetto a quanto previsto nei punti B 6 e 7 del decreto VIA 435 del 7 Agosto 2012.

Infine, in data 15 giugno 2015 il Ministero dell'Ambiente, con provvedimento DVA-2015-0015654 ha trasmesso il Provvedimento Direttoriale prot. DVAPEC – 2015 - 0000186 ad ALNG e, in copia alla comunicazione, alla Regione Veneto, ISPRA, ARPAV, Commissione tecnica di Verifica dell'Impatto Ambientale VIA-VAS e alla Direzione Generale per la protezione della Natura e del Mare il parere della Commissione Tecnica di Verifica dell'Impatto Ambientale VIA/VAS n. 1791 del 22 maggio 2015, di cui si riporta la parte conclusiva:

“si ritiene definitivamente ottemperata la prescrizione lett. A punto 3 di cui al decreto DVA 435 del 7 agosto 2012 fermo restando che il proponente ... dovrà proseguire il monitoraggio delle stesse così come da Piano di Monitoraggio approvato dagli Enti di Controllo”.

1.1 Scopo del lavoro

Il presente documento costituisce il rapporto del monitoraggio delle schiume eseguito nel periodo intercorso tra il 25 giugno 2014 ed il 19 Agosto 2015 presso il terminale GNL *offshore* ubicato al largo di Porto Viro (RO) nel Mare Adriatico Settentrionale, gestito dalla società ALNG (di seguito, il “**Terminale**”).

All'interno del presente documento si richiamano, inoltre, i contenuti del rapporto “*Risultati del monitoraggio annuale delle schiume Giugno 2013 – Aprile 2014 – Terminale GNL Adriatico*” inviato, con lettera ALNG 133/14 del 30 Maggio 2014, al Ministero dell’Ambiente, ISPRA ed ARPAV al fine di effettuare un’analisi dei dati sul due periodo di monitoraggio.

L’articolazione delle attività di indagine, che verranno trattate nei paragrafi successivi, si basa su quanto definito dal Piano di Monitoraggio e dalle successive integrazioni così come descritto dai documenti citati al precedente paragrafo.

1.2 Contenuti del documento

Il presente documento si prefigge di descrivere tutti i risultati ottenuti a partire dal secondo anno di monitoraggio delle schiume articolandosi, oltre alla presente introduzione, nelle seguenti sezioni:

- **Materiali e metodi:** illustra le modalità di esecuzione del Piano di Monitoraggio, nonché le attività di campo ed elaborazione dati e descrive le principali caratteristiche tecniche del telemetro;
- **Risultati dei monitoraggi:** illustra i caratteri principali delle diverse matrici monitorate tramite i dati ottenuti, fornendo una rappresentazione grafica e tabellare di questi ultimi;
- **Analisi dei dati:** fornisce un’analisi integrata tra le matrici ambientali e le schiume monitorate, al fine di individuarne un’eventuale correlazione anche mediante confronto con i risultati ottenuti dal primo anno di monitoraggio ambientale mediante supporto di rappresentazioni grafiche;
- **Conclusioni.**

2 MATERIALI E METODI

2.1 Piano di Monitoraggio

In accordo a quanto definito dal Piano di Monitoraggio, sono state eseguite campagne di monitoraggio con frequenza bimestrale. Ciascuna campagna si è svolta nell'arco di 3 giornate di indagine durante le quali sono stati acquisiti, nel corso dei 3 – 4 rilevamenti giornalieri, alcuni parametri per le seguenti matrici:

- Schiuma;
- Aria;
- Mare.

Per ciascuna giornata di indagine sono state, inoltre, registrate le condizioni operative del Terminale quali:

- Numero di *Open Rack Vaporizers* (“**ORV**”) in funzione;
- Portata totale dell'acqua mare scaricata;
- Temperatura acqua prelevata (°C);
- Temperatura dell'acqua scaricata (°C);
- ΔT tra acqua scaricata e prelevata;
- pH dell'acqua scaricata;
- O₂ % dell'acqua scaricata.

2.2 Attività di rilevamento

Durante ciascun rilevamento sono stati raccolti i dati per la definizione delle dimensioni e della forma dell'area interessata dalle schiume mediante l'ausilio di un telemetro laser (LRM 3500CI della *Newcon Optik*). In particolare, il monitoraggio della superficie con presenza di schiume è stato effettuato determinando le coordinate geografiche di “n punti” posizionati lungo il perimetro delle schiume, come riportato in **Figura 1**.



Figura 1 Punti prescelti per l'individuazione del perimetro dell'area con presenza di schiuma (a titolo esemplificativo).

Sulla base della distanza massima delle schiume dal Terminale, come riportato nella **Tabella 1**, è stata assegnata la "classe di estensione" della schiuma stessa e, quindi, il numero minimo di letture del perimetro dell'area interessata, ipotizzate al fine di determinarne l'estensione e la forma.

Distanza massima schiuma - punto di rilievo	Numero minimo di letture
Assenza di schiuma	-
50 m dal terminale	5
200 m dal terminale	9
400 m dal terminale	13
1000 m dal terminale	15
>1000 m dal terminale	17

Tabella 1 Determinazione del numero minimo di letture da effettuare durante ciascun rilevamento (tale tabella è un estratto del Piano di Monitoraggio).

Oltre all'acquisizione dei dati relativi alla definizione della dimensione e della forma dell'area interessata dalle schiume, sono state acquisite le immagini e i seguenti dati per ciascun rilevamento:

- Aria:
 - Temperatura °C;
 - Vento (direzione e velocità);
 - Condizioni metereologiche (soleggiato - nuvoloso - pioggia);

- Radiazione solare (Wm²).
- Mare:
 - Onda (direzione, altezza, periodo);
 - Corrente (velocità direzione);
 - Classe di increspatura della superficie marina (assente, sporadica, significativa).
- Esercizio Terminale:
 - Numero di ORV in funzione;
 - Portata totale acqua mare scaricata;
 - Temperatura °C acqua prelevata;
 - Temperatura °C acqua scaricata;
 - ΔT tra acqua scaricata e prelevata;
 - pH acqua scaricata;
 - O₂ % acqua scaricata.

2.2.1 Reportage fotografico e raccolta dati livello del mare

Come previsto dal Piano di Monitoraggio, per ciascun rilevamento è stato effettuato, lungo il perimetro del Terminale, un *reportage* fotografico in cui sono state raccolte 6 fotografie lungo le seguenti direttrici (i numeri corrispondono a quanto indicato in **Figura 2**¹):

1. Sud;
2. Sud-Est;
3. Sud-Ovest;
4. Nord-Ovest;
5. Nord;
6. Nord-Est

¹ Si precisa che i riferimenti presenti sullo sfondo dell'immagine non sono di alcun interesse nella campagna di rilevamento delle schiume. Le informazioni pertinenti riguardano la direzione dello scatto fotografico, il box relativo al numero delle foto e l'area in cui viene scattata la foto compresa tra le due linee rosse tratteggiate.

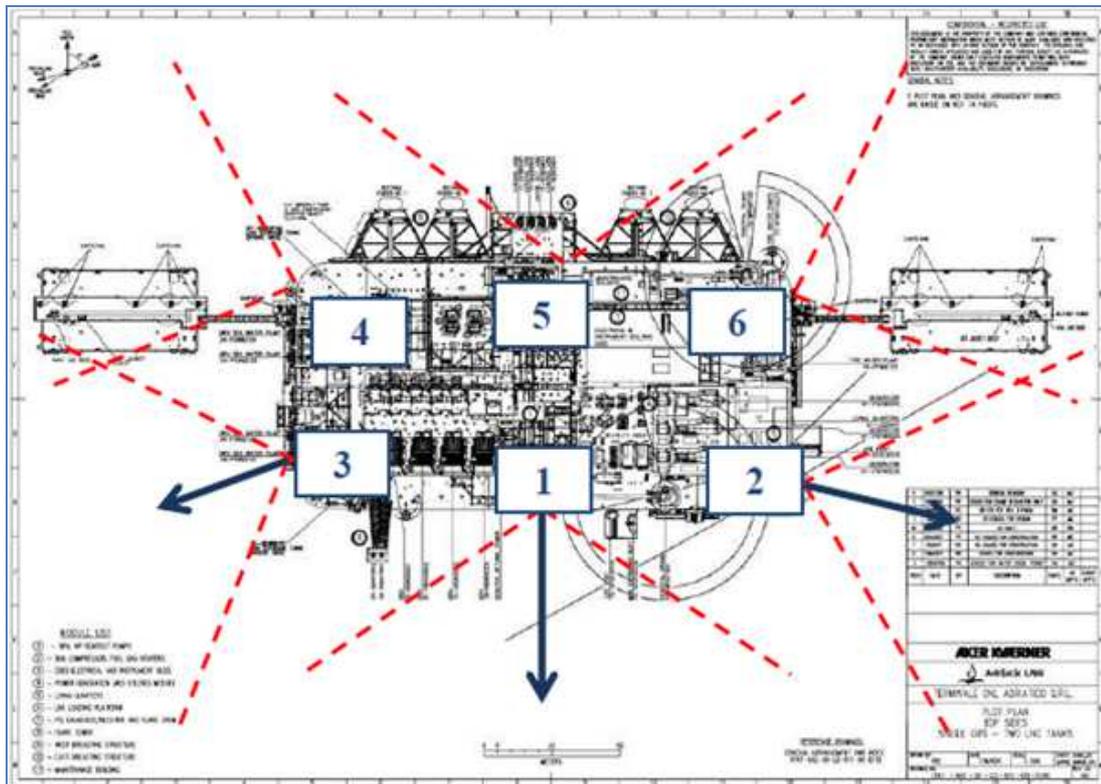


Figura 2 Direzioni di scatto con fotocamera.

Durante questa fase sono stati raccolti anche i dati relativi all'altezza del livello del mare.

2.2.2 Identificazione del punto di osservazione sulla base della distribuzione della schiuma

Durante la raccolta fotografica è stata definita l'area interessata dalla schiume. Si è proceduto, quindi, a determinare il punto di osservazione migliore (posizionamento del telemetro) al fine di osservare in modo più efficiente la sezione di mare interessata dalla presenza delle schiume. Il punto di osservazione è stato scelto tra i 17 punti definiti durante la campagna di rilevamento topografico tramite GPS eseguita

a Luglio 2013 (cfr. nota ALNG 048/14 inviata alle Autorità). La localizzazione dei 17 punti viene riportata nella **Figura 3**².

Al fine di riprodurre una carta tematica il più puntuale possibile, durante lo stesso rilevamento, è stato effettuato il rilevamento anche da più punti di osservazione. Ad esempio, nell'ipotesi in cui l'ubicazione delle schiume sia stata orientata a sud-est e, nello stesso momento, a sud-ovest, sono stati scelti come punti di osservazione il punto n. 5 e il punto n. 9, rispettivamente riportati nella **Figura 3**.

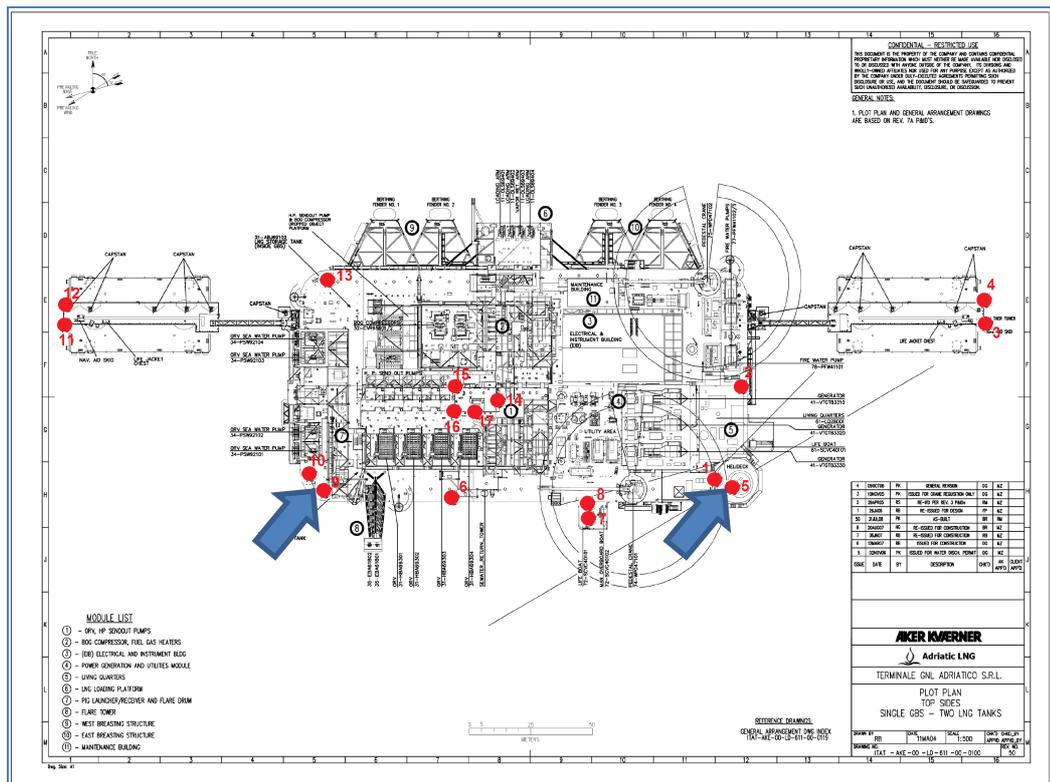


Figura 3 I punti di posizionamento del telemetro. I punti evidenziati in rosso hanno coordinate geografiche note (cd. punti fiduciali), tali coordinate sono state determinate durante una campagna topografica con l'utilizzo di un GPS.

Come mostrato nella **Figura 4**, i livelli per il posizionamento del telemetro laser sono ubicati ad una diversa quota per garantire la migliore collocazione dei punti di osservazione delle schiume stesse.

² Si precisa che i riferimenti presenti sullo sfondo dell'immagine non sono di alcun interesse nella campagna di rilevamento delle schiume.

- **“Punto 1” - “Area Livello 1”**: È il livello base del Terminale collocato a circa 18 m slm. Il punto di osservazione viene selezionato in tale area quando le schiume sono per lo più concentrate in prossimità del punto di scarico del circuito di scambio termico. Tale altro punto di osservazione è identificato nel **“Punto 2” - “Area Top recondenser”**: un’area a circa 50 m slm (ultimo livello del ricondensatore). Tale punto permette di avere un campo di osservazione nei casi in cui la schiuma non sia nelle vicinanze della struttura del Terminale, ed è identificato nella **Figura 4** con la freccia di colore rosso;
- **“Punto 3” - “Area Tetto Modulo Alloggi”**: E’ un’area a circa 30 m slm (tetto del modulo alloggi). Tale punto permette di avere un campo di osservazione nei casi in cui la schiuma non sia nelle vicinanze della struttura del Terminale e sia orientata in direzione Nord-Est, ed è identificato nella **Figura 4** con la freccia di colore verde.



Figura 4 Ubicazione dei punti di osservazione, le frecce indicano: in blu il Livello 1, in rosso il Top recondenser ed il verde il tetto del modulo alloggi.

2.2.3 Posizionamento del telemetro nel punto di osservazione identificato

Una volta determinato/i il/i punto/i di osservazione, il telemetro è stato installato su un treppiede nella posizione definita e marcata in campo durante la campagna topografica.

2.2.4 Esecuzione del rilevamento

Una volta raccolto il dato per il calcolo dell’interferenza magnetica (cfr. § 3.1.1. de *Risultati del monitoraggio annuale delle schiume Giugno 2014 – Aprile 2015*) si è proceduto alla rilevazione del perimetro dell’area interessata dalle schiume attraverso la registrazione di una serie di letture del margine della superficie con presenza di schiume. Il numero minimo di letture è stato definito in funzione della massima distanza in cui è stata rilevata la schiuma dal telemetro, come riportato nella **Tabella 1**.

Ogni lettura ha previsto la registrazione dei seguenti dati:

- Distanza (m);
- Azimut (°);
- Angolo di inclinazione (°).

I dati forniti dal telemetro sono stati inseriti in un quaderno di campo nel quale vengono registrate anche le seguenti informazioni:

- numero di rilevamento;
- data;
- ora di inizio;
- ora di fine;
- punto di osservazione (come da **Figura 3** e **Figura 4**);
- classe di increspatura (assente/sporadica/significativa);
- condizioni meteorologiche (soleggiato/nuvoloso/pioggia);
- punto per la definizione calcolo errore.

2.2.5 Coordinamento con il natante per raccolta immagini sul punto più lontano rilevato dal telemetro

Durante la raccolta dei dati, una volta definito il punto più lontano in cui il telemetro ha rilevato la schiuma, il personale incaricato al monitoraggio con telemetro ha contattato, tramite radio, l'imbarcazione di supporto. L'imbarcazione si è posta, quindi, in prossimità dell'ultimo punto (il più distante) misurato dal telemetro, ed ha effettuato alcune foto al fine di documentare lo stato e la consistenza della schiuma (**Figura 5**).

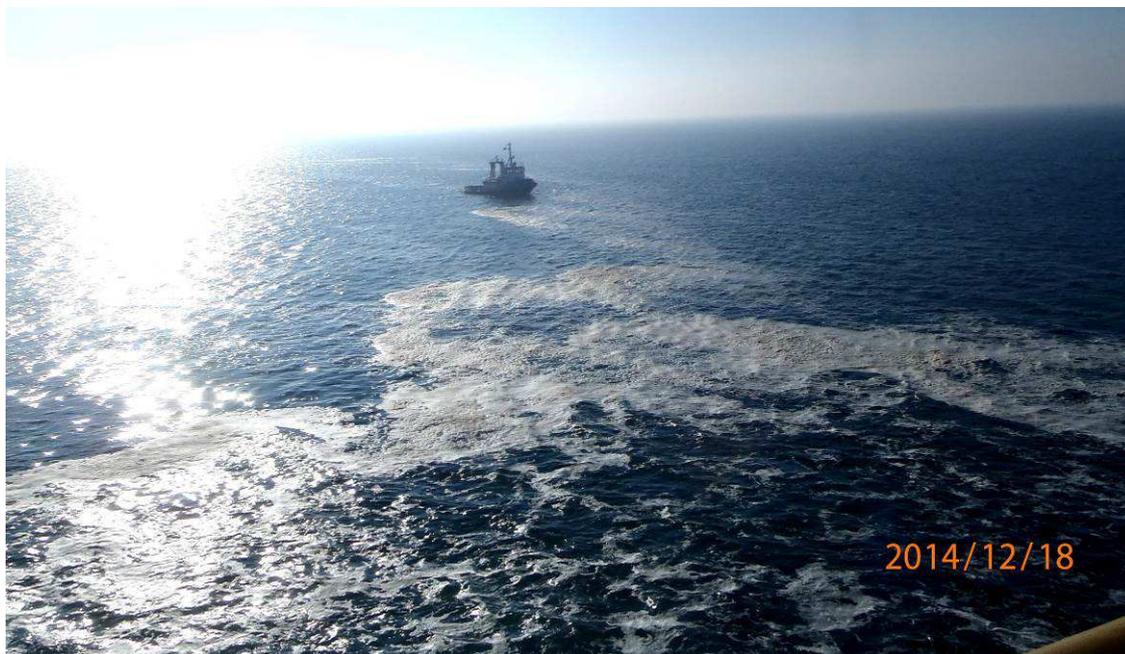


Figura 5 Avvicinamento dell'imbarcazione di supporto al monitoraggio delle schiume all'ultimo punto misurato dal telemetro.

L'imbarcazione esegue all'inizio e alla fine della giornata perlustrazioni delle aree poste a 1,5 e 3 miglia nautiche dal Terminale al fine di rilevare l'eventuale presenza di schiuma, che, come si vedrà in prosieguo, non è mai stata riscontrata fuori dalla zona di interdizione durante l'esecuzione del monitoraggio (1,5 miglia nautiche). Inoltre, l'imbarcazione effettua altre perlustrazioni a 1,5 miglia durante le giornate interessate dal monitoraggio.

3 CARATTERISTICHE DEL TELEMETRO LASER

Il telemetro in uso è il modello LRM 3500 CI, le cui principali specifiche sono:

- *range* di misura: 10 – 3,500 metri;
- accuratezza della misura della distanza: ± 1 metro;
- accuratezza della misura dell'azimuth: $\pm 2^\circ$;
- accuratezza della misura di elevazione: $\pm 1^\circ$.

Nella **Figura 6** seguente si riporta un estratto della scheda tecnica fornita dal costruttore (nell'**Allegato A** viene riportata la scheda nella sua completezza), dove vengono elencate le principali caratteristiche tecniche dello strumento.

Specifications	
Magnification	7x
Objective lens	25 mm
Field of view	8°
Diopter adjustment range	± 4
Rangefinder	
Laser type	905 nm class 1 eye-safe
Measuring distance range*	1-3,500 m
Beam divergence	2.0 mrad
Measuring azimuth range	6,400 mils/360°
Measuring elevation range	$\pm 60^\circ$
Distance accuracy (meters)	± 1
Azimuth and elevation accuracy	$\pm 1^\circ$
Distance resolution	1
Measurement time (seconds)	0.5
First/Last/Auto logic	V
Gating capability (meters)	100 - 3500
Gating step (meters)	100 m
Meters/Yards display	V
Computer output	RS232
Last 10 readings recall	V
Reticle shape selection (+ or [])	V
GPS (optional)	V
Scan mode	V
Speed detector	V
Miscellaneous	
Power supply	9V lithium non-magnetic
Battery life	>5,000 measurements
Low battery indicator	V
Rubber armour	V
Water resistant design	V
Tripod socket	1/4"
Dimensions	127x125x60 mm
Weight	460 g
*Target: NATO target, 2.3m x 2.3m, albedo 0.3, visibility over 20km.	

Figura 6 Scheda tecnica dello telemetro laser LRM 3500CI (<http://www.newcon-optik.com/Specs/lrm3500ci.pdf>).

Inoltre, sulla base delle informazioni fornite dal produttore del telemetro (*Newcon Optik*), è stato possibile riscontrare che lo strumento determina la distanza tra il punto di osservazione e il target attraverso il tempo impiegato da un raggio laser, di frequenza nota (905 nm), per raggiungere il target e tornare indietro (**Figura 7**).

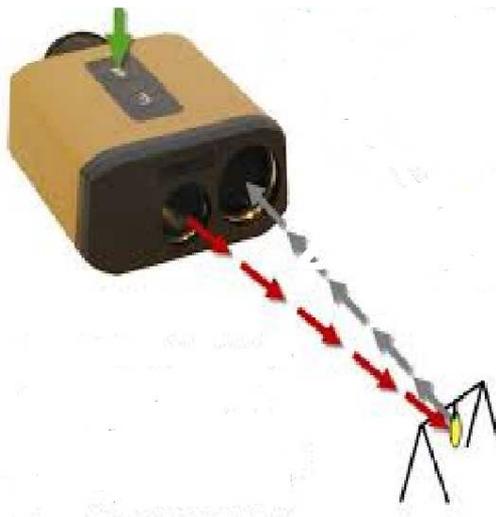


Figura 7 Misurazione della distanza con telemetro.

3.1.1 Ripetibilità della misura

Al fine di verificare la ripetibilità della misura, prima di ogni rilevamento e una volta posizionato il telemetro in un punto noto (cd. punto fiduciale), si procede alla misurazione di un altro punto fiduciale ovvero uno dei 17 punti mappati in **Figura 3**.

Con tale misura si verifica se il telemetro rileva sempre la stessa distanza tra due punti noti, e quindi se la misura risulta essere ripetibile.

A titolo di esempio, una volta posizionato il telemetro nel punto di osservazione n. 5 (**Figura 8**), si verifica che la distanza misurata con il punto n. 3 sia sempre costante, come risulta nella **Tabella 2** in cui si riportano le distanze misurate in concomitanza con la sesta campagna di rilevamento eseguita nel mese di Aprile 2015, (precisamente nei giorni 15, 16 e 17 Aprile).

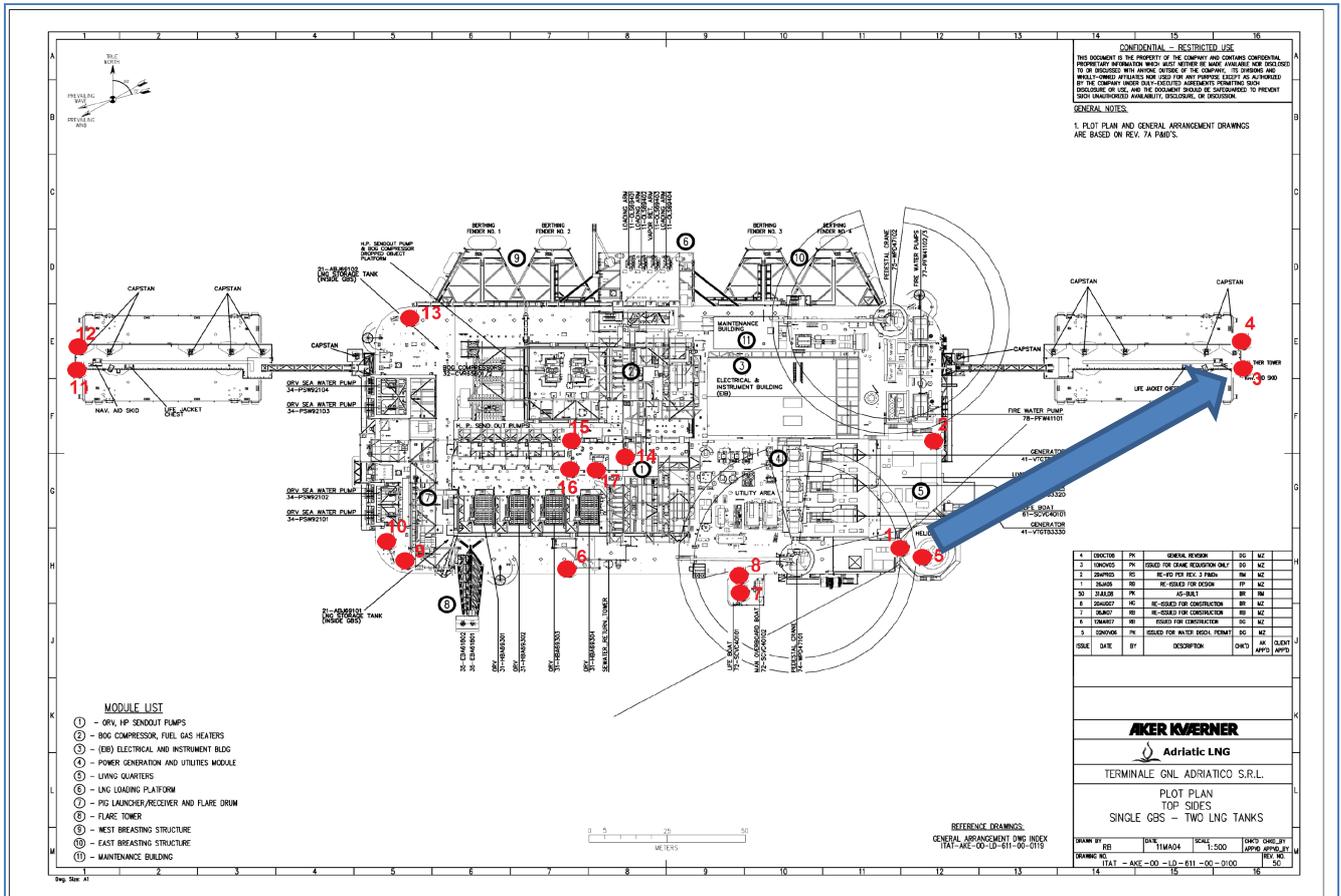


Figura 8 Punti noti di posizionamento del telemetro o punti noti utilizzati per la verifica della ripetibilità della misura e per il calcolo dell'interferenza generata dai campi magnetici sulla bussola del telemetro. I punti hanno coordinate geografiche note; tali coordinate sono state determinate durante una campagna topografica con l'utilizzo di un GPS.

Rilevamento	Punto di rilevamento			Punto riferimento per calcolo errore bussola					
	ID Punto	Coordinata X	Coordinata Y	ID Punto riferimento	Coordinata X	Coordinata Y	Distanza m (ipotenusa)	Azimet (°)	Angolo Elevation (°)
1	6	309897,9222	4995889,584	7	309953,6516	4995879,602	56	96	-1
2	6	309897,9222	4995889,584	7	309953,6516	4995879,602	56	96	-1
3	6	309897,9222	4995889,584	7	309953,6516	4995879,602	56	98	-1
4	6	309897,9222	4995889,584	7	309953,6516	4995879,602	56	98	-1
5A	5	310015,7453	4995887,917	3	310116,2575	4995949,148	118	72	-5
5B	6	309897,9222	4995889,584	7	309953,6516	4995879,602	56	98	-1
6	6	309897,9222	4995889,584	7	309953,6516	4995879,602	56	73	-1
7	6	309897,9222	4995889,584	7	309953,6516	4995879,602	56	98	-1
8	6	309897,9222	4995889,584	7	309953,6516	4995879,602	56	99	-1
9	6	309897,9222	4995889,584	7	309953,6516	4995879,602	56	97	-1
10	6	309897,9222	4995889,584	7	309953,6516	4995879,602	56	98	-1
11	6	309897,9222	4995889,584	7	309953,6516	4995879,602	56	98	-1
12	6	309897,9222	4995889,584	7	309953,6516	4995879,602	56	98	-1

Tabella 2 Dati raccolti durante la 6° campagna di monitoraggio per la determinazione del disturbo indotto dai campi magnetici alla bussola del telemetro e per la verifica della ripetibilità della misura della distanza.

Questa misura è utile anche per determinare il disturbo dato dal campo elettromagnetico generato dai motori e dalle masse metalliche presenti sulla piattaforma. Tale disturbo risulta essere costante durante l'intero periodo del singolo rilevamento (15-30 minuti). Prima di ciascun rilevamento, è possibile determinare l'interferenza indotta dai campi magnetici sulla bussola dello strumento calcolando l'angolo tra due punti noti (punto di osservazione e punto fiduciale) e confrontandolo con l'angolo misurato dal telemetro. Questo disturbo viene, poi, considerato e sommato algebricamente a tutte le misurazioni che verranno prese da quel determinato punto di osservazione durante il singolo rilevamento.

3.1.2 Limiti di rilevabilità

Sulla base delle informazioni fornite dal produttore del telemetro (*Newcon Optik*), è stato possibile riscontrare che:

- il raggio laser è in grado di essere riflesso da superfici lambertiane, come riportato in **Figura 9**. Il pelo libero dell'acqua, tuttavia, è una superficie non-lambertiana e, quindi, il raggio laser del telemetro non è in grado di essere riflesso: di conseguenza, non è possibile determinare la distanza di un punto del pelo libero su tale superficie. La superficie delle schiume è, invece, una

superficie lambertiana: in grado, quindi, di riflettere il raggio laser del telemetro. Tuttavia, quando lo spessore delle schiume risulta essere in prossimità del pelo libero dell'acqua (e quindi le schiume hanno uno spessore non significativo), il raggio laser non viene riflesso, in quanto il target diventa una superficie non-lambertiana.

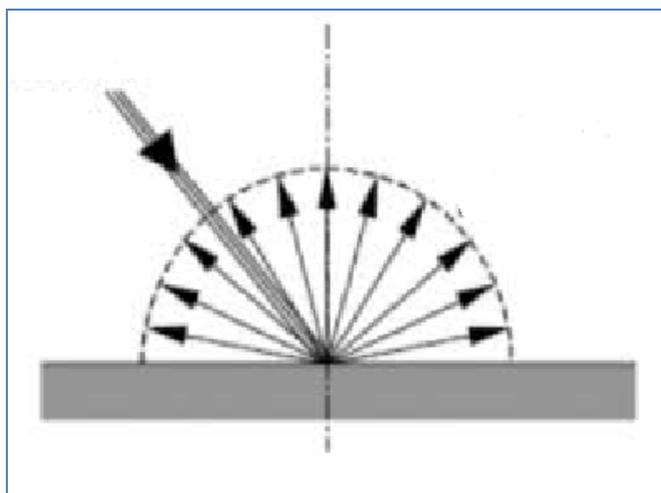


Figura 9 Rappresentazione della riflessione di un raggio incidente su una superficie lambertiana.

- il target deve ricoprire una superficie minima per poter riflettere il raggio laser. Per un target posto ad una distanza di 1 km dal punto di osservazione, la superficie coperta dal target stesso deve avere una dimensione minima di 2 m per 2 m, a 2 km una superficie 4 m per 4 m.

Risulta, quindi, evidente che il telemetro è in grado di determinare la distanza di un target alle seguenti condizioni:

- le schiume presentino uno spessore significativo, cioè tale da rendere la propria superficie differente da quella del pelo libero dell'acqua;
- le schiume occupino una superficie minima rilevabile dal telemetro.

Il telemetro permette di determinare:

- la distanza delle schiume rispetto al punto di osservazione, ovvero il punto in cui è posizionato lo strumento;
- l'angolo di inclinazione (dello strumento rispetto alla verticale);
- l'azimut (ovvero l'angolo rispetto al Nord).

I tre dati, accoppiati con le coordinate geografiche del punto di osservazione (punti noti, o fiduciali, determinati tramite rilievo topografico con GPS) permettono, attraverso equazioni trigonometriche, di determinare le coordinate UTM (Fuso 33N) dei punti in mare in cui viene rilevata la schiuma.

4 MAPPE TEMATICHE

Terminata l'attività in campo descritta nel precedente paragrafo, i dati dei rilevamenti sono stati riportati su un foglio elettronico, predisposto per il calcolo delle coordinate UTM (Fuso 33N) attraverso equazioni trigonometriche.

Calcolate le coordinate geografiche dei punti rilevati in mare, queste sono state acquisite in un sistema GIS per l'elaborazione delle mappe di dispersione delle schiume.

Le mappe di dispersione delle schiume sono riportate nei seguenti allegati al presente documento:

- **Allegato B Risultati 1° campagna – Periodo Giugno 2014 – Agosto 2015:**
Mappe tematiche 1° campagna;
- **Allegato C Risultati 2° campagna – Periodo Giugno 2014 – Agosto 2015:**
Mappe tematiche 2° campagna;
- **Allegato D Risultati 3° campagna – Periodo Giugno 2014 – Agosto 2015:**
Mappe tematiche 3° campagna;
- **Allegato E Risultati 4° campagna – Periodo Giugno 2014 – Agosto 2015:**
Mappe tematiche 4° campagna;
- **Allegato F Risultati 5° campagna – Periodo Giugno 2014 – Agosto 2015:**
Mappe tematiche 5° campagna;
- **Allegato G Risultati 6° campagna – Periodo Giugno 2014 – Agosto 2015:**
Mappe tematiche 6° campagna.
- **Allegato M Risultati 7° campagna – Periodo Giugno 2014 – Agosto 2015:**
Mappe tematiche 7° campagna;
- **Allegato N Risultati 8° campagna – Periodo Giugno 2014 – Agosto 2015:**
Mappe tematiche 8° campagna.

Inoltre, nei medesimi allegati sono stati riportati i dati relativi a:

- Aria: tali dati sono stati forniti dalla strumentazione installata sul Terminale da ALNG e più precisamente:
 - Temperatura °C;
 - Vento (direzione e velocità);
 - Radiazione solare (Wm²);

- Mare: tali dati sono stati forniti dalle strumentazioni installate da ALNG sulle briccole di ormeggio (“**mooring dolphins**”)³ e più precisamente:
 - Onda (direzione, altezza, periodo);
 - Corrente (velocità direzione);
- Condizioni di esercizio del Terminale: tali dati sono stati forniti dal *Distributed Control System* (“**DCS**”) di ALNG, ovvero dal sistema di controllo automatico costituito da diversi sottosistemi, tra cui quello di acquisizione e di elaborazione dei dati, in grado di scambiare autonomamente informazioni con il campo (processo o impianto), e più precisamente:
 - Numero di ORV in funzione;
 - Portata totale acqua mare scaricata;
 - Temperatura °C acqua prelevata;
 - Temperatura °C acqua scaricata;
 - ΔT tra acqua scaricata e prelevata;
 - pH acqua scaricata;
 - O₂ % acqua scaricata.

Inoltre, nell'**Allegato L** si riportano il posizionamento e i risultati ottenuti dai rilevamenti della boa oceanografica la cui configurazione è stata condivisa con ISPRA ed ARPAV mediante comunicazioni intercorse il 2 ottobre 2007 (nota ALNG prot. EM-OUT-000459) e il 9 gennaio 2008 (nota ISPRA prot. 279/08).

³ Si precisa che, nel caso in cui durante il monitoraggio tale strumentazione non fosse disponibile a causa di manutenzione/malfunzionamento, vengono utilizzati i dati misurati dalla boa oceanografica o quelli elaborati da Ocean Weather (si veda per dettagli gli allegati al presente rapporto).

5 RISULTATI DEI MONITORAGGI

A partire dal mese di giugno 2014 sono state effettuate 8 campagne di monitoraggio delle schiume per un totale di 92 rilevamenti (**Tabella 3**).

Campagna n°	Giorni	Rilevamenti Effettuati n°
1	25 – 26 – 27 Giugno 2014	12
2	25 – 26 – 27 Agosto 2014	11
3	27 – 28 – 29 Ottobre 2014	11
4	18 – 19 – 20 Dicembre 2014	10
5	16 – 17 – 18 Febbraio 2015	12
6	15 – 16 – 17 Aprile 2015	12
7	17 – 18 – 19 Giugno 2015	12
8	17 – 18 – 19 Agosto 2015	12

Tabella 3 Schema riassuntivo delle campagne di rilevamento effettuate dal 25 Giugno 2014 al 19 Agosto 2015.

Nei successivi paragrafi si riportano i risultati emersi dalle campagne di monitoraggio effettuate dal giugno 2014 all'agosto 2015.

5.1 1° Campagna

La prima campagna di monitoraggio si è svolta nelle giornate del 25, 26 e 27 giugno 2014 e sono stati eseguiti un totale di 12 rilevamenti (di seguito, la “**Prima Campagna**”). La Prima Campagna è stata caratterizzata da condizioni meteorologiche prevalentemente nuvolose a tratti soleggiate con sporadica presenza di increspature della superficie del mare.

Nell’**Allegato B** sono riportati i dati meteomarini e di esercizio del Terminale che hanno caratterizzato la Prima Campagna. In particolare, per quanto riguarda i parametri meteomarini:

- i dati relativi alle condizioni del mare sono stati ricavati dalla sonda di monitoraggio installata sul *mooring dolphin*;
- i dati relativi al comparto aria sono stati ricavati dalle sonde installate in prossimità della piattaforma utilizzata per l’atterraggio degli elicotteri (*helideck*).

La direzione delle schiume è variata da Sud/Sud-Ovest a Nord-Ovest durante il corso della Prima Campagna di monitoraggio: pertanto, i rilevamenti sono stati effettuati dal Punto 1, dal Punto 3 e dal Punto 4. Di seguito, si riporta il dettaglio dei 12 rilevamenti effettuati nelle tre giornate:

Rilevamenti del 25 giugno 2014

- Il rilevamento n.1 è stato effettuato dalle ore 11:00 alle ore 11:30. Come punto di osservazione e di posizionamento del telemetro e del GPS si è optato per il Punto 1 in quanto la schiuma era visibile dal lato Sud del Terminale, lungo lo scarico del circuito di scambio termico. Sono state raccolte un totale di 28 letture su 15 previste.
- Il rilevamento n.2 è stato effettuato dalle ore 13:00 alle ore 13:30, come per il rilevamento n.1. Le schiume erano visibili dal lato Sud del Terminale: di conseguenza, come punto di osservazione si è optato per il Punto 1. Sono state raccolte un totale di 25 letture su 13 previste.
- Il rilevamento n. 3 si è svolto dalle 14:15 alle 14:45 dal Punto 1 (in quanto la schiuma era visibile dal lato Sud del Terminale) e sono state raccolte 19 letture su 9 previste.
- Il rilevamento n. 4 è stato effettuato dalle ore 15:30 alle ore 16:00 dal Punto 1 (in quanto la schiuma era visibile dal lato Sud del Terminale) raccogliendo un totale di 23 letture su 15 previste.

Rilevamenti del 26 giugno 2014

- Il rilevamento n. 5 è stato effettuato la mattina dalle ore 9:30 alle ore 10:00. Le schiume erano presenti sia a sud, in prossimità dello scarico del circuito degli ORV, che a ovest/sud-ovest: pertanto, durante questo rilievo è stato necessario posizionare il telemetro nei seguenti due punti:
 - “Punto 3”: per rilevare la presenza di schiume lungo il lato ovest/sud-ovest;
 - “Punto 1”: per monitorare le schiume localizzate intorno allo scarico del circuito degli ORV.

Il rilevamento ha prodotto un totale di 20 letture su 15 previste.

- I rilevamenti n.6 e n.7 sono stati effettuati, rispettivamente, dalle ore 11:00 alle 11:30 e dalle ore 13:00 alle ore 13:30. Durante tali rilevamenti le schiume persistevano in direzione sud (area di scarico dei circuiti degli ORV) ed in direzione ovest/sud-ovest: pertanto, come per il rilievo n. 5, il telemetro è stato posizionato nel “Punto 1” e nel “Punto 3”. Sono state raccolte un totale di 26 letture su 9 previste per il rilievo n.6 e 26 letture su 15 previste per il rilievo n.7.
- Il rilevamento n.8 è stato eseguito dalle ore 14:30 alle ore 15:10. Durante tale rilevamento le schiume erano concentrate sia nell’area sud del Terminale (area di scarico dei circuiti degli ORV) sia lungo la direzione nord-ovest dello stesso. Per tal ragione, il telemetro è stato posizionato nel “Punto 4”, al fine di rilevare la presenza di schiume lungo quest’ultima direttrice e sul “Punto 1”. Per tale rilievo sono state raccolte 23 letture su 15 previste.

Rilevamenti del 27 giugno 2014

- Il rilevamento n. 9 è stato effettuato dalle ore 8:30 alle 9:00 e sono state raccolte 27 letture su 15 previste. Per late rilievo è stato posizionato il telemetro sui Punto 4 e Punto 1, in quanto la schiuma si sviluppava dal lato sud del Terminale e lungo la direttrice ovest dello stesso.
- I rilevamenti n. 10, n. 11 e n. 12 sono stati effettuati, rispettivamente, dalle 10:30 alle 11:00, dalle 11:45 alle 12:10, e dalle 13:15 alle 13:45. Tali rilevamenti sono stati effettuati dal "Punto 1", in quanto la schiuma era presente lungo la direttrice sud del Terminale. Nel primo rilevamento (n. 10) sono state raccolte 11 letture su 9 previste lungo il lato sud del Terminale, nel secondo rilevamento (n. 11) state raccolte 16 letture su 15 previste, mentre nell'ultimo rilevamento (n. 12) 28 letture su 15.

Per maggiori dettagli sui dati registrati durante il monitoraggio, le mappe dei punti elaborati a GIS (*Geographic Information System*) e il Log Fotografico si rimanda all'**Allegato B**.

L'imbarcazione di supporto al monitoraggio ha effettuato per tutti i rilevamenti della Prima Campagna le fotografie al fine di documentare lo stato, la consistenza e la significatività della schiuma rilevata dal telemetro. Come previsto nella nota integrativa al Piano di Monitoraggio delle schiume (lettera ALNG 048/2014) l'imbarcazione ha effettuato una perlustrazione del perimetro dell'area posta intorno al Terminale a 1,5 e 3 miglia nautiche, al fine di verificare l'eventuale presenza di schiume con caratteristiche tali da non poter essere rilevate dal telemetro. Le fotografie e i rapporti giornalieri dell'imbarcazione sono riportati nell'**Allegato H**.

5.2 2° Campagna

Durante la seconda campagna di monitoraggio (di seguito, la "**Seconda Campagna**") sono stati eseguiti un totale di 11 rilevamenti nelle giornate del 25, 26 e 27 agosto 2014.

La Seconda Campagna è stata caratterizzata da condizioni metereologiche variabili da soleggiato a nuvoloso, con eventi di presenza di increspatura delle onde nei giorni 26 e 27 agosto, e significativa altezza dell'onda nel giorno 25 agosto. Le schiume erano concentrate prevalentemente lungo la direttrice sud del Terminale: pertanto, la maggior parte dei rilievi è stata condotta dal "Punto 1".

Si sottolinea che a causa delle avverse condizioni marine successivamente indicate, l'imbarcazione di supporto al monitoraggio delle schiume non ha potuto raggiungere il Terminale il giorno 25 Agosto.

Nell'**Allegato C** sono riportati i dati meteomarini e di esercizio del Terminale che hanno caratterizzato la Seconda Campagna. In particolare, per quanto riguarda i parametri meteomarini:

- i dati relativi alle condizioni del mare sono stati ricavati dalla sonda di monitoraggio installata sul *mooring dolphin* ovest;
- i dati relativi al comparto aria sono stati ricavati dalle sonde installate in prossimità della piattaforma utilizzata per l'atterraggio degli elicotteri (*helideck*).

Di seguito, si riporta il dettaglio degli 11 rilevamenti effettuati nelle tre giornate:

Rilevamenti del 25 agosto 2014

I rilevamenti n.1, n.2 e n.3 sono stati effettuati rispettivamente dalle ore 14:15 alle 14:50, dalle ore 15:15 alle 15:40, e dalle ore 17:00 alle ore 17:30. Per tutti i rilevamenti il telemetro è stato posizionato sul Punto 1 in quanto le schiume si concentravano lungo la direttrice Sud del Terminale. Di seguito, si riportano il numero delle letture effettuate per ciascun rilievo:

- Rilievo n.1: 24 letture su 13 previste;
- Rilievo n.2: 14 letture su 9 previste;
- Rilievo n.3: 16 letture su 13 previste.

Rilevamenti del 26 agosto 2014

- Il rilevamento n.4 è stato effettuato dalle ore 8:30 alle 9:40. Le schiume erano concentrate lungo il lato sud-est del Terminale: pertanto, il telemetro è stato posizionato sul Punto 2. Il rilevamento ha prodotto un totale di 14 letture su 9 previste.
- Il rilevamento n.5 è stato effettuato dalle ore 11:00 alle 11:30. Il telemetro è stato posizionato su due punti distinti, il Punto 1 ed il Punto 2, in quanto la schiuma era presente sia lungo la direttrice Sud del Terminale sia verso Sud-Est. Durante il rilievo sono state raccolte un totale di 17 letture su 9 previste.
- I rilievi n. 6 e n. 7 sono stati effettuati, rispettivamente, dalle 12:50 alle 13:15 e dalle 14:30 alle 15:00. Per il rilevamento n. 6 sono state raccolte 19 letture su 15 previste, mentre per il n. 7 15 letture su 9 previste.

Rilevamenti del 27 agosto 2014

- I rilevamenti n. 8 e n. 9 sono stati effettuati, rispettivamente, dalle 8:15 alle 8:45 e dalle 10:00 alle 10:30, con telemetro posizionato sul Punto1. Per il rilevamento n. 8 sono state raccolte 15 letture su 9 previste, mentre per il n.9 22 letture su 9 previste.
- I rilevamenti n.10 e n.11 sono stati effettuati, rispettivamente, dalle 11:45 alle 12:15, e dalle 13.30 alle 14:00. Per entrambi i rilievi il telemetro è stato posiziona sul Punto 1, al fine di monitorare le schiume distribuite lungo la direttrice sud del Terminale. Per il rilevamento n. 10 sono state raccolte 24 letture su 15 previste, mentre per il n. 9, 29 letture su 15 previste.

Per maggiori dettagli sui dati registrati durante il monitoraggio, le mappe dei punti elaborati a GIS e il Log Fotografico, si rimanda all'**Allegato C**.

A causa di condizioni meteo marine avverse (l'imbarcazione non ha potuto raggiungere il Terminale nel giorno 25 agosto), per i rilevamenti del secondo e terzo giorno di monitoraggio, l'imbarcazione di supporto al monitoraggio ha effettuato le topografie al fine di documentare lo stato, la consistenza e la significatività della schiuma rilevata dal telemetro. Come previsto, ha effettuato una perlustrazione del perimetro dell'area posta intorno al Terminale, a 1,5 e 3 miglia nautiche, al fine di verificare l'eventuale presenza di schiume con caratteristiche tali da non poter essere rilevata dal telemetro. Le fotografie e i rapporti giornalieri dell'imbarcazione sono riportati nell'**Allegato H**.

5.3 3° Campagna

Durante la terza campagna di monitoraggio (di seguito, la "**Terza Campagna**") sono stati eseguiti un totale di 11 rilevamenti nelle giornate del 27, 28 e 29 ottobre 2014. La Terza Campagna è stata caratterizzata da condizioni metereologiche di tempo per lo più soleggiato e con significativa presenza di increspatura della superficie del mare.

Nell'**Allegato D** sono riportati i dati meteomarini e di esercizio del Terminale che hanno caratterizzato la Terza Campagna. In particolare, per quanto riguarda i parametri meteomarini:

- i dati relativi alle condizioni del mare sono stati ricavati dalla sonda di monitoraggio installata sul *mooring dolphin* ovest;
- i dati relativi al comparto aria sono stati ricavati dalle sonde installate in prossimità della piattaforma utilizzata per l'atterraggio degli elicotteri (*helideck*).

Si segnala che a causa delle avverse condizioni marine, l'imbarcazione di supporto al monitoraggio delle schiume non ha potuto raggiungere il Terminale il giorno 27 Ottobre, mentre durante la giornata del 29 Ottobre, a causa della presenza di una metaniera, si è dovuta mantenere ad una distanza di sicurezza.

Si sottolinea che, durante la Terza Campagna, le schiume erano concentrate prevalentemente nell'area posta a Sud del Terminale. Di seguito si riporta il dettaglio degli 11 rilevamenti effettuati nelle tre giornate:

Rilevamenti del 27 ottobre 2014

- I rilevamenti n. 1 e n. 2 sono stati effettuati dal *Top Recondenser* dalle ore 13:30 alle ore 14:10 e dalle 14:45 alle 15:15. Durante i rilievi sono state raccolte, rispettivamente, 24 letture su 13 previste per il rilevamento n. 1, e 12

letture su 9 previste per il rilevamento n.2, al fine di caratterizzare la dispersione delle schiume lungo la direttrice sud del Terminale.

- Il rilevamento n. 3 è stato effettuato dal Punto 1 dalle 15:50 alle 16:30. Analogamente al primo rilevamento, le schiume si presentavano lungo il lato Sud in corrispondenza del punto di scarico a sud del Terminale. Sono state raccolte un totale di 26 letture su 9 previste.

Rilevamenti del 28 ottobre 2014

- Il rilevamento n. 4 è stato effettuato dalle ore 8:55 alle 9:50. Le schiume erano posizionate lungo il lato sud del Terminale. Il rilevamento è stato eseguito dal Punto 1 ed ha prodotto un totale di 23 letture su 13 previste.
- Il rilevamento n. 5 è stato effettuato dalle ore 10:45 alle 11:15, e, come per il rilevamento precedente, ha riguardato il lato Sud del Terminale. Durante il rilievo, eseguito dal Punto 1, sono state raccolte 13 letture su 13 previste.
- Anche i rilievi n. 6 e n.7, effettuati rispettivamente dalle 12:00 alle 12:25 e dalle 14:10 alle 14:40, sono stati effettuati dal Punto 1 ed hanno riguardato il Sud. Per il rilevamento n. 6 sono state raccolte 24 letture su 13 previste, mentre per il n.7 27 letture su 13 previste.

Rilevamenti del 29 ottobre

- I rilevamenti n. 8, n. 9 e n.10 sono stati effettuati dal Punto 1, rispettivamente dalle 8:30 alle 9:05 (n. 8), dalle 10:15 alle 10:45 (n. 9) e dalle 11:45 alle 12:10 (n.10). Al fine di caratterizzare le schiume distribuite lungo il lato Sud del Terminale, sono state raccolte 19 letture su 15 previste per il rilievo n.8, 14 letture su 9 per il rilievo n.9, e per il rilievo n.10 16 letture su 13 previste.
- Il rilevamento n.11, effettuato dalle 13:10 alle 13:35, ha prodotto un totale di 18 letture su 9 previste posizionando il telemetro sia sul Punto 1 sia sul Punto 2, in quanto le schiume erano concentrate sul lato sud del Terminale e lungo la direttrice sud-est dello stesso.

Per maggiori dettagli sui dati registrati durante il monitoraggio, le mappe dei punti elaborati a GIS e il Log Fotografico si rimanda all'**Allegato D**.

L'imbarcazione di supporto al monitoraggio ha effettuato, per i rilevamenti del secondo e terzo giorno di monitoraggio (a causa di condizioni meteo marine avverse l'imbarcazione non ha potuto raggiungere il Terminale nel giorno 27 ottobre), le topografie al fine di documentare lo stato, la consistenza e la significatività della schiuma rilevata dal telemetro. Come previsto, ha effettuato una perlustrazione del perimetro dell'area posta intorno al terminale a 1,5 e 3 miglia nautiche al fine di verificare l'eventuale presenza di schiume con caratteristiche tali da non poter essere rilevata dal telemetro. Le fotografie e i rapporti giornalieri dell'imbarcazione sono riportati nell'**Allegato H**.

5.4 4° Campagna

Durante la quarta campagna di monitoraggio (di seguito, la “**Quarta Campagna**”) sono stati eseguiti un totale di 10 rilevamenti nelle giornate del 18, 19 e 20 dicembre 2014. La Quarta Campagna è stata caratterizzata da condizioni metereologiche di tempo nuvoloso con nebbie e totale assenza di increspatura della superficie marina.

Nell’**Allegato E** sono riportati i dati meteomarini e di esercizio del Terminale che hanno caratterizzato la Quarta Campagna. In particolare, per quanto riguarda i parametri meteomarini:

- i dati relativi alle condizioni del mare sono stati ricavati dal “*Report dati previsionali – Dicembre 2014*”⁴;
- i dati relativi al comparto aria sono stati ricavati dalle sonde installate in prossimità della piattaforma utilizzata per l’atterraggio degli elicotteri (*helideck*).

A causa di problemi tecnici del *software* di controllo della sonda, sono indisponibili per la Quarta Campagna, i dati della strumentazione di monitoraggio installata sul *mooring dolphin* ovest.

Si sottolinea che, durante la Quarta Campagna, le schiume erano concentrate nelle aree poste a Sud/Sud-Ovest e Sud/Sud-Est del Terminale: pertanto, i rilevamenti sono stati effettuati dal “Punto 1” e dal “Punto 2”. Di seguito, si riporta il dettaglio dei 10 rilevamenti effettuati nelle tre giornate:

Rilevamenti del 18 dicembre 2014

- Il rilevamento n.1 è stato effettuato dal Punto 1 dalle 12:00 alle 12:40. Durante il rilievo sono state raccolte un totale di 17 letture su 13 previste a Sud del Terminale.
- Il rilevamento n. 2 è stato effettuato dal Punto 1 dalle 13:40 alle 14:05: analogamente al primo rilevamento, le schiume si presentavano lungo il lato Sud. Sono state raccolte un totale di 19 letture su 9 previste.
- Il rilevamento n. 3 si è svolto, sempre dal Punto 1, dalle 15:00 alle 15:25 e, come per i rilevamenti precedenti, le 17 letture su 15 previste hanno riguardato i punti a Sud-Ovest rispetto al Terminale.

⁴ Rapporto “Attività di monitoraggio delle acque dell’alto mare Adriatico in corrispondenza del Terminale di rigassificazione al largo di Porto Levante (RO). Report dati previsionali – Periodo di riferimento Dicembre 2014” inviato ad ISPRA ed ARPA con lettera prot. ALNG 0055/15 del 20 Febbraio 2015.

La prima giornata della Quarta Campagna è stata caratterizzata da un'imponente presenza di nebbia nelle prime ore della mattina.

Rilevamenti del 19 dicembre 2014

- I rilevamenti n.4 e n.5 sono stati effettuati dalle ore 8:45 alle 9:20, e dalle 10:45 alle 11:15. Le schiume erano posizionate lungo il lato sud-est del Terminale. I rilevamenti sono stati eseguiti dal Punto 1, ed hanno prodotto un totale di 23 letture su 13 previste per il rilievo n.4, e 23 letture su 15 previste per il rilievo n.5.
- Il rilevamento n.6 è stato effettuato posizionando il telemetro sul "Punto 1" e sul Punto 2 dalle ore 12:30 alle 13:00 al fine di caratterizzare le schiume distribuite a Sud (in corrispondenza dello scarico del circuito ORV) e Sud-Est del Terminale. Durante il rilievo sono state raccolte 17 letture su 13 previste.

Anche la seconda giornata della Quarta Campagna è stata caratterizzata dalla presenza di nebbia, specialmente dal pomeriggio.

Rilevamenti del 20 dicembre 2014

- Il rilevamento n.7 è stato effettuato posizionando il telemetro sul Punto 1 e sul Punto 2 dalle ore 8:40 alle 9:10, al fine di caratterizzare le schiume distribuite a Sud (in corrispondenza dello scarico del circuito ORV) e Sud-Est del Terminale. Durante il rilievo sono state raccolte 28 letture su 13 previste.
- I rilevamenti n.8, n. 9 e n.10 sono stati eseguiti nei seguenti orari:
 - Dalle 10:30 alle 10:55
 - Dalle 11:40 alle 12:15
 - Dalle 13:40 alle 14:10

Producendo un totale di 27 letture su 13 previste per il rilievo n.8, 25 letture su 15 per il n.9 e per il rilievo n.10 un totale di 18 letture su 13 previste.

Per maggiori dettagli sui dati registrati durante il monitoraggio, le mappe dei punti elaborati a GIS e il Log Fotografico si rimanda all'**Allegato E**.

L'imbarcazione di supporto al monitoraggio ha effettuato, per tutti i rilevamenti della Quarta Campagna, le topografie al fine di documentare lo stato, la consistenza e la significatività della schiuma rilevata dal telemetro. Come indicato anche nella nota integrativa al Piano di Monitoraggio delle schiume (lettera ALNG 048/2014) l'imbarcazione ha effettuato una perlustrazione del perimetro dell'area posta intorno al Terminale a 1,5 e 3 miglia nautiche, al fine di verificare l'eventuale presenza di schiume con caratteristiche tali da non poter essere rilevata dal telemetro. Le fotografie e i rapporti giornalieri dell'imbarcazione sono riportati all'**Allegato H**.

5.5 5° Campagna

Durante la quinta campagna di monitoraggio (di seguito, la “**Quinta Campagna**”) sono stati eseguiti un totale di 12 rilevamenti nelle giornate del 16, 17 e 18 febbraio 2015. La Quinta Campagna è stata caratterizzata da condizioni marine avverse: difatti, la rilevante presenza di onda e vento non hanno consentito la presenza dell'imbarcazione di supporto al monitoraggio nei giorni 16 e 18 febbraio. Inoltre, a causa dell'imponente presenza di increspatura della superficie del mare dovuta dalle avverse condizioni marine non è stato possibile rispettare il numero di letture minime col telemetro durante i rilievi n.9 e n.10, come descritto nel prosieguo.

Nell'**Allegato F** sono riportati i dati meteomarini e di esercizio del Terminale, che hanno caratterizzato la Quinta Campagna. In particolare, per quanto riguarda i parametri meteomarini:

- i dati relativi alle condizioni del mare sono stati ricavati dal “*Report dati previsionali – Febbraio 2015*”⁵;
- i dati relativi al comparto aria sono stati ricavati dalle sonde installate in prossimità della piattaforma utilizzata per l'atterraggio degli elicotteri (*helideck*).

A causa di problemi tecnici del *software* di controllo della sonda, sono indisponibili per tale Campagna, i dati della strumentazione di monitoraggio installata sul *mooring dolphin* ovest.

Si sottolinea che le schiume erano concentrate nelle aree poste a Sud, Sud-Ovest e a Sud-Est del Terminale. Di seguito si riporta il dettaglio dei 12 rilevamenti effettuati nelle tre giornate:

Rilevamenti del 16 febbraio 2015

- Il rilevamento n.1 è stato effettuato dal Punto 1 dalle 11:05 alle 11:37. Durante il rilievo sono state raccolte un totale di 20 letture su 9 previste a Sud del Terminale.
- Il rilevamento n.2 è stato effettuato dal Punto 1 dalle 13:05 alle 13:25, le schiume si presentavano lungo il lato Sud. Sono state raccolte un totale di 16 letture su 9 previste.

⁵ Rapporto “Attività di monitoraggio delle acque dell'alto mare Adriatico in corrispondenza del Terminale di rigassificazione al largo di Porto Levante (RO). Report dati previsionali – Periodo di riferimento Febbraio 2015” inviato ad ISPRA ed ARPAV con lettera ALNG 0140/15 del 15 Maggio 2015

- I rilevamenti n.3 e n.4 si sono svolti dal Punto 1 dalle 14:40 alle 14:59 e dalle 15:50 alle 16:10: sono state effettuate rispettivamente 14 e 13 letture su 9 previste.

Rilevamenti del 17 febbraio 2015

- Il rilevamento n. 5 è stato effettuato dalle ore 8:25 alle 8:55. Le schiume erano posizionate lungo il lato Sud/Sud-Ovest del Terminale. Il rilevamento è stato eseguito dal Punto 1 ed ha prodotto un totale di 15 letture su 15 previste.
- I rilevamenti n.6 e n.7 sono stati effettuati dal Punto 1 dalle ore 11:00 alle 11:20, e dalle 13:00 alle 13:27, ed hanno prodotto, rispettivamente, un totale di 11 e 14 letture su 9 previste.
- Il rilievo n.8, effettuato dalle 12:15 alle 12:40, è stato effettuato dal Punto 1 e dal Punto 2, al fine di caratterizzare le schiume distribuite a Sud del Terminale e lungo la direttrice Sud-Est dello stesso. Per tale rilevamento sono state raccolte complessivamente 17 letture su 9 previste.

Rilevamenti del 18 febbraio 2015

- I rilevamenti n.9 e n.10 sono stati effettuati dal Punto 1 dalle 9:20 alle 9:40 il primo e dalle 11:20 alle 11:40 il n.10. A causa delle condizioni marine particolarmente avverse che generavano una consistente presenza di increspatura delle superficie del mare, per tali rilevamenti non è stato possibile rispettare il numero minimo di letture previste per tanto sono state raccolte rispettivamente 10 e 11 letture su 13 previste.
- Il rilevamento n.11, effettuato dalle 13:36 alle 14:02 dal Punto 1, ha prodotto un totale di 17 letture su 15 previste.
- Il rilevamento n.12 è stato effettuato dal Punto 1 e dal Punto 2, dalle ore 15:35 alle 16:02, in quanto la schiuma era presente sul lato Sud del Terminale, e lungo la direttrice Sud-Est. Sono state raccolte 22 letture su 15 previste.

Per maggiori dettagli sui dati registrati durante il monitoraggio, le mappe dei punti elaborati a GIS e il Log Fotografico si rimanda all'**Allegato F**.

L'imbarcazione di supporto al monitoraggio ha effettuato alcune fotografie al fine di documentare lo stato, la consistenza e la significatività della schiuma rilevata dal telemetro durante il giorno 17 febbraio (per i giorni 16 e 18 febbraio, a causa delle condizioni marine avverse, non è stato possibile per l'imbarcazione raggiungere il Terminale). Seguentemente, ha effettuato una perlustrazione del perimetro dell'area posta intorno al Terminale a 1,5 e 3 miglia nautiche, al fine di verificare l'eventuale presenza di schiume con caratteristiche tali da non poter essere rilevata dal telemetro. Le fotografie e i rapporti giornalieri dell'imbarcazione sono riportati nell'**Allegato H**.

5.6 6° Campagna

Durante la sesta campagna di monitoraggio (di seguito, la “**Sesta Campagna**”) sono stati eseguiti un totale di 12 rilevamenti nelle giornate del 15, 16 e 17 aprile 2015. La Sesta Campagna è stata caratterizzata prevalentemente da condizioni meteorologiche di tempo sereno e soleggiato, con assenza di increspatura della superficie marina ad eccezione del giorno 17 aprile, caratterizzato da eventi piovosi.

Nell’**Allegato G** sono riportati i dati meteomarini e di esercizio del Terminale che hanno caratterizzato la Sesta Campagna. In particolare, per quanto riguarda i parametri meteomarini:

- i dati relativi alle condizioni del mare sono stati ricavati dalla boa oceanografica MEDA;
- i dati relativi al comparto aria sono stati ricavati dalle sonde installate in prossimità della piattaforma utilizzata per l’atterraggio degli elicotteri (*helideck*).

Si segnala che, come comunicato da ALNG, durante tale campagna persistevano problematiche tecniche alle sonde di monitoraggio installate sul *mooring dolphin* ovest.

Di seguito, si riporta il dettaglio dei 12 rilevamenti effettuati nelle tre giornate:

Rilevamenti del 15 aprile

I rilevamenti n. 1, n. 2, n.3 e n. 4 sono stati effettuati dal Punto 1, in quanto durante tutta la prima giornata di monitoraggio le schiume erano presenti a Sud (area corrispondente allo scarico del circuito ORV) del Terminale. I rilievi hanno prodotto rispettivamente 11, 10, 13 e 11 letture su 9 previste.

Rilevamenti del 16 aprile

- Il rilievo n.5 è stato effettuato, dalle 8:50 alle 9:40, dal Punto 1 e dal Punto 2, al fine di caratterizzare le schiume distribuite a Sud del Terminale e lungo la direttrice Sud-Est dello stesso. Per tale rilevamento sono state raccolte complessivamente 24 letture su 9 previste.
- I rilevamenti n.6, n7 e n.8 sono stati effettuati dal Punto 1, in quanto durante tutto il proseguo della giornata di monitoraggio le schiume erano presenti a Sud (area corrispondente allo scarico del circuito ORV) del Terminale. I rilievi hanno prodotto rispettivamente 12, 14 e 15 letture su 9 previste.

Rilevamenti del 17 aprile

Analogamente alla prima giornata di monitoraggio, nel giorno 17 aprile tutti i rilevamenti (n .9, n. 10, n. 11 e n. 12) sono stati effettuati dal Punto 1, al fine di

caratterizzare le schiume presenti a Sud (area corrispondente allo scarico del circuito ORV) e Sud-Est del Terminale. I rilievi hanno prodotto le seguenti misure:

- Rilievo n.9: 11 letture su 9 previste
- Rilievo n.10: 20 letture su 13 previste
- Rilievo n.11: 20 letture su 15 previste
- Rilievo n.12: 13 letture su 13 previste

Per maggiori dettagli sui dati registrati durante il monitoraggio, le mappe dei punti elaborati a GIS e il Log Fotografico si rimanda all'**Allegato G**.

L'imbarcazione di supporto al monitoraggio ha effettuato, per tutti i rilevamenti della Sesta Campagna, le topografie al fine di documentare lo stato, la consistenza e la significatività della schiuma rilevata dal telemetro. Come indicato anche nella nota integrativa al Piano di Monitoraggio delle schiume (lettera ALNG 048/2014), l'imbarcazione ha effettuato una perlustrazione del perimetro dell'area posta intorno al Terminale a 1,5 e 3 miglia nautiche, al fine di verificare l'eventuale presenza di schiume con caratteristiche tali da non poter essere rilevata dal telemetro. Le fotografie e i rapporti giornalieri dell'imbarcazione sono riportati nell'**Allegato H**.

5.7 7° Campagna

Tale Campagna di monitoraggio si è svolta nelle giornate del 17, 18 e 19 giugno 2015, e sono stati eseguiti un totale di 12 rilevamenti. La Campagna è stata caratterizzata da condizioni meteorologiche prevalentemente soleggiate, con due brevi eventi piovoschi. Solo durante i primi due rilievi della campagna il mare era caratterizzato da un'intensa presenza di increspature nonché di schiuma naturale sulla sua superficie.

Nell'**Allegato M** sono riportati i dati meteorologici e di esercizio del Terminale, che hanno caratterizzato la Campagna di monitoraggio. In particolare, per quanto riguarda i parametri meteorologici:

- i dati relativi alle condizioni del mare sono stati ricavati dalla sonda di monitoraggio installata sul *mooring dolphin*;
- i dati relativi al comparto aria sono stati ricavati dalle sonde installate in prossimità della piattaforma utilizzata per l'atterraggio degli elicotteri (*helideck*).

La direzione delle schiume è variata principalmente da Est/Sud-Est a Sud durante il monitoraggio: pertanto, i rilevamenti sono stati effettuati dal "Punto 1" e "Punto 2". Solo un rilievo è stato eseguito dal Punto 3. Di seguito, si riporta il dettaglio dei 12 rilevamenti effettuati nelle tre giornate:

Rilevamenti del 17 giugno

- Il rilevamento n. 1 è stato effettuato dalle ore 11:00 alle ore 11:25, come punto di osservazione e di posizionamento del telemetro e del GPS si è optato per il Punto 1 e il Punto 3, in quanto la schiuma era visibile dal lato Sud e Sud/Ovest del Terminale. Sono state raccolte un totale di 20 letture su 9 previste.
- Il rilevamento n.2 è stato effettuato dalle ore 13:15 alle ore 13:35, e le schiume erano visibili dal lato Sud del Terminale: di conseguenza, è stato scelto come punto di osservazione il Punto 1. Sono state raccolte un totale di 17 letture su 9 previste.
- Il rilevamento n.3 si è svolto dalle 15:25 alle 15:50 dal Punto 1 e dal Punto 2 e sono state raccolte 28 letture su 15 previste.
- Il rilevamento n. 4 è stato effettuato dalle ore 17:40 alle ore 18:05 dal Punto 1 raccogliendo un totale di 19 letture su 13 previste.

Rilevamenti del 18 giugno

- Il rilevamento n. 5 è stato effettuato dalle ore 9:20 alle ore 10:00. Le schiume erano presenti in direzione est/sud-est: pertanto, durante questo rilievo è stato necessario posizionare il telemetro nel Punto 2 rilevando un totale di 15 letture su 15 previste.
- Durante il rilievo n. 6, effettuato dalle ore 11:15 alle 11:35, le schiume persistevano in direzione sud (area di scarico dei circuiti degli ORV) e in direzione est: pertanto, il telemetro è stato posizionato nel Punto 1 e nel Punto 2. Sono state raccolte un totale di 15 letture su 9.
- Durante i rilievi n. 7 e n. 8, eseguiti rispettivamente dalle ore 13:15 alle ore 13:35 e dalle ore 15:10 alle ore 15:30, le schiume erano concentrate sia nell'area sud del Terminale (area di scarico dei circuiti degli ORV) sia lungo la direzione Sud-Est dello stesso. Il telemetro è stato posizionato nel Punto 1, rilevando:
 - 11 letture su 9 previste per il rilievo n.7;
 - 21 letture su 13 previste per il rilievo n.8.

Rilevamenti del 19 giugno

- Durante i rilievi n. 9 e n. 10, eseguiti rispettivamente dalle ore 8:35 alle ore 9:05 e dalle ore 10:20 alle ore 10:40, le schiume erano concentrate nell'area sud del Terminale (area di scarico dei circuiti degli ORV). Pertanto, il telemetro è stato posizionato nel Punto 1 rilevando:
 - 22 letture su 15 previste per il rilievo n.9;
 - 18 letture su 13 previste per il rilievo n.10.
- Il rilevamento n. 11, effettuato dalle 11:45 alle 12:00, e il rilevamento n. 12, effettuato dalle 13:40 alle 14:00, sono stati realizzati dal Punto 1. Nel primo rilevamento (n. 11) sono state raccolte 14 letture su 13 previste lungo il lato

sud del Terminale, mentre nel secondo rilevamento (n. 12) sono state raccolte 20 letture su 15 previste.

Per maggiori dettagli sui dati registrati durante il monitoraggio, le mappe dei punti elaborati a GIS e il Log Fotografico si rimanda all'**Allegato M**.

L'imbarcazione di supporto al monitoraggio ha effettuato alcune topografie al fine di documentare lo stato, la consistenza e la significatività della schiuma rilevata dal telemetro durante i giorni 18 e 19 giugno (per il giorno 17 giugno, a causa delle condizioni marine avverse, non è stato possibile per l'imbarcazione raggiungere il Terminale). Seguentemente, ha effettuato una perlustrazione del perimetro dell'area posta intorno al Terminale a 1,5 e 3 miglia nautiche al fine di verificare l'eventuale presenza di schiume con caratteristiche tali da non poter essere rilevata dal telemetro. Le fotografie e i rapporti giornalieri dell'imbarcazione sono riportati nell'**Allegato H**.

5.8 8° Campagna

La campagna di monitoraggio si è svolta nelle giornate del 17, 18 e 19 agosto 2015 e sono stati eseguiti un totale di 12 rilevamenti. La Campagna è stata caratterizzata da condizioni meteorologiche prevalentemente soleggiate, ad eccezione dell'ultima giornata distinta da forti eventi temporaleschi e presenza di increspature, nonché di schiuma naturale sulla sua superficie del mare.

Nell'**Allegato N** sono riportati i dati meteomarini e di esercizio del Terminale che hanno caratterizzato la campagna. In particolare, per quanto riguarda i parametri meteomarini:

- i dati relativi alle condizioni del mare sono stati ricavati dalla boa oceanografica MEDA;
- i dati relativi al comparto aria sono stati ricavati dalle sonde installate in prossimità della piattaforma utilizzata per l'atterraggio degli elicotteri (*helideck*).

Nel corso della Campagna, la direzione delle schiume si è mantenuta principalmente lungo la direttrice sud del Terminale ad eccezione del rilievo n. 9 durante il quale le schiume si sono portate da sud a nord-ovest. I rilevamenti sono stati effettuati, quindi, dal "Punto 1" e "Punto 3". Di seguito, si riporta il dettaglio dei 12 rilevamenti effettuati nelle tre giornate della di monitoraggio:

Rilevamenti del 17 Agosto 2015

I rilevamenti n.1, n.2, n.3 e n.4 sono stati effettuati, rispettivamente, dalle ore 10:25 alle ore 10:48, dalle ore 11:30 alle 11:50, dalle ore 13:15 alle ore 13:35 e dalle ore 15:05 alle ore 15:20. Per tutti i rilievi il telemetro è stato posizionato sul Punto 1, in quanto le schiume si concentravano lungo la direttrice sud del Terminale. Di seguito, si riporta il numero delle letture effettuate per ciascun rilievo:

- Rilievo n.1: 18 letture su 15 previste;
- Rilievo n.2: 20 letture su 13 previste;
- Rilievo n.3: 18 letture su 13 previste;
- Rilievo n.4: 16 letture su 13 previste;

Rilevamenti del 18 Agosto 2015

I rilevamenti n.5, n.6, n.7 e n.8 sono stati effettuati, rispettivamente, dalle ore 9:10 alle ore 9:35, dalle ore 11:00 alle 11:25, dalle ore 13:15 alle ore 13:35 e dalle ore 15:10 alle ore 15:30. Per tutti i rilievi il telemetro è stato posizionato sul "Punto 1", in quanto le schiume si estendevano lungo la direttrice sud del Terminale. Di seguito, si riporta il numero delle letture effettuate per ciascun rilievo:

- Rilievo n.5: 21 letture su 9 previste;
- Rilievo n.6: 23 letture su 15 previste;
- Rilievo n.7: 13 letture su 13 previste;
- Rilievo n.8: 18 letture su 15 previste;

Rilevamenti del 19 Agosto 2015

- Il rilievo n. 9 è stato eseguito dalle ore 8:50 alle ore 9:20. Le schiume si estendevano da sud (in corrispondenza dello scarico del circuito ORV) a nord-ovest del Terminale: pertanto, il telemetro è stato posizionato nel "Punto 1" e nel Punto 3, rilevando un totale di 19 misure su 9 previste.
- I rilevamenti n.10, n.11 e n.12 sono stati effettuati, rispettivamente, dalle 13:25 alle 13:40, dalle ore 14:50 alle ore 15:10 e dalle ore 16:15 alle ore 16:35 e tutti dal Punto 1. Nel primo rilevamento (n. 10) sono state raccolte 16 letture su 9 previste lungo il lato sud del Terminale, mentre nel secondo e terzo rilevamento (n. 11 e n. 12) sono state raccolte, rispettivamente, 16 e 17 letture su 9 previste.

Per maggiori dettagli sui dati registrati durante il monitoraggio, le mappe dei punti elaborati a GIS e il Log Fotografico si rimanda all'**Allegato N**.

L'imbarcazione di supporto al monitoraggio ha effettuato alcune topografie al fine di documentare lo stato, la consistenza e la significatività della schiuma rilevata dal telemetro durante i giorni 17, 18 e 19 agosto (per il giorno 19 agosto, a causa delle

condizioni marine avverse, non è stato possibile per l'imbarcazione terminare l'attività di supporto al monitoraggio). Durante l'attività, l'imbarcazione ha effettuato una perlustrazione del perimetro dell'area posta intorno al Terminale a 1,5 e 3 miglia nautiche, al fine di verificare l'eventuale presenza di schiume con caratteristiche tali da non poter essere rilevata dal telemetro. Le fotografie e i rapporti giornalieri dell'imbarcazione sono riportati nell'**Allegato H**.

6 ANALISI DEI DATI: PERIODO GIUGNO 2013 – APRILE 2014 E GIUGNO 2014 – AGOSTO 2015

Per il periodo di monitoraggio delle schiume Giugno 2014 – Agosto 2015 sono stati eseguiti complessivamente 92 rilievi. Per ciascuno di essi sono state, quindi, acquisite le seguenti informazioni:

- Data di esecuzione del rilievo (stagionalità);
- Distanza massima rilevata dal telemetro;
- Aria:
 - Temperatura °C;
 - Vento (direzione e velocità);
 - Condizioni metereologiche (soleggiato - nuvoloso - pioggia);
 - Radiazione solare (Wm²);
- Mare:
 - Onda (direzione, altezza, periodo);
 - Corrente (velocità direzione);
 - Classe di increspatura della superficie marina (assente, sporadica, significativa);
- Condizioni di esercizio del Terminale:
 - Numero di ORV in funzione;
 - Portata totale acqua mare scaricata;
 - Temperatura °C acqua prelevata;
 - Temperatura °C acqua scaricata;
 - ΔT tra acqua scaricata e prelevata;
 - pH acqua scaricata;
 - O₂ % acqua scaricata.

I dati ottenuti sono stati accorpati a quelli relativi al periodo di monitoraggio Giugno 2013 – Aprile 2014, al fine di valutare un campione di misure su una più lunga scala temporale. Si precisa che, come per l'anno precedente, non si riportano di seguito dettagli circa i dati di temperatura dell'aria, condizioni meteorologiche, radiazione solare, pH dell'acqua scaricata e O₂% acqua scaricata, in quanto risulta evidente dai dati in possesso fino ad ora che non vi siano correlazioni evidenti con la distanza delle schiume misurata dal telemetro. Ci si riserva in futuro di inserire eventuali trattazioni in merito a tali parametri, qualora vengano osservate correlazioni durante i futuri monitoraggi.

Si è, quindi, proceduto ad analizzare l'insieme di dati per studiare l'eventuale correlazione tra la propagazione delle schiume e i seguenti fattori:

- Data di esecuzione del rilievo (stagionalità - fattore naturale);
- Aria (fattore naturale):
 - Vento (direzione e velocità);
- Mare (fattore naturale):
 - Temperatura °C acqua prelevata;
 - Onda (direzione);
 - Corrente (velocità, direzione);
 - Classe di increspatura della superficie marina (assente, sporadica, significativa);
- Esercizio del Terminale (fattore antropico):
 - Temperatura °C acqua scaricata;
 - Numero di ORV in funzione;
 - Portata totale acqua mare scaricata;
 - ΔT tra acqua scaricata e prelevata.

6.1 Correlazione tra massima distanza delle schiume e la stagionalità

Per quanto riguarda il periodo di monitoraggio Giugno 2014 – Agosto 2015, i massimi valori delle massime distanze osservate si collocano all'interno di un *range* compreso tra 436 m e 562 m circa, ad eccezione della campagna di giugno 2014 e giugno 2015 (massime distanze osservate pari rispettivamente a 793 m e 778 m).

La **Figura 10** mostra lo *scatter plot* di “Stagionalità vs Massima distanza della schiuma” rilevata mediante il telemetro durante i primi due anni di monitoraggio.

I dati descrivono un andamento del parametro “Massima distanza della schiuma” più costante rispetto alla variabilità osservata durante il periodo di precedente monitoraggio. Considerando, invece, il data set complessivo (periodo giugno 2013 – aprile 2014 e giugno 2014 – agosto 2015) si evince che le massime distanze rilevate (ad eccezione di Ottobre 2013) si sono ripetute nel mese di Giugno in entrambe i periodi di monitoraggio.

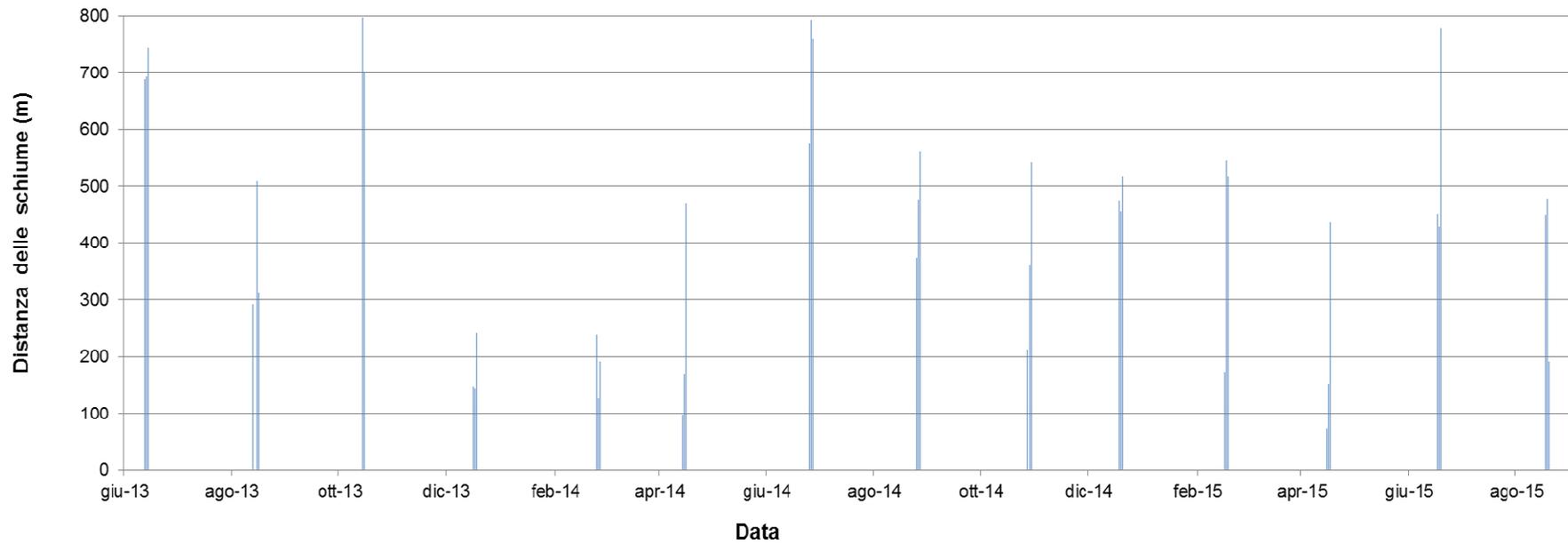


Figura 10 Scatter plot di 'Stagionalità vs Massima distanza della schiuma'.

6.2 Correlazione tra massima distanza delle schiume e velocità del vento

La **Figura 11** mostra lo *scatter plot* di “Velocità vento vs Massima distanza della schiuma”. In condizioni di vento debole non si osservano particolari *trend* mentre, per velocità del vento superiore a circa 5 m/s, si registra una riduzione della distanza massima alla quale sono state osservate le schiume.

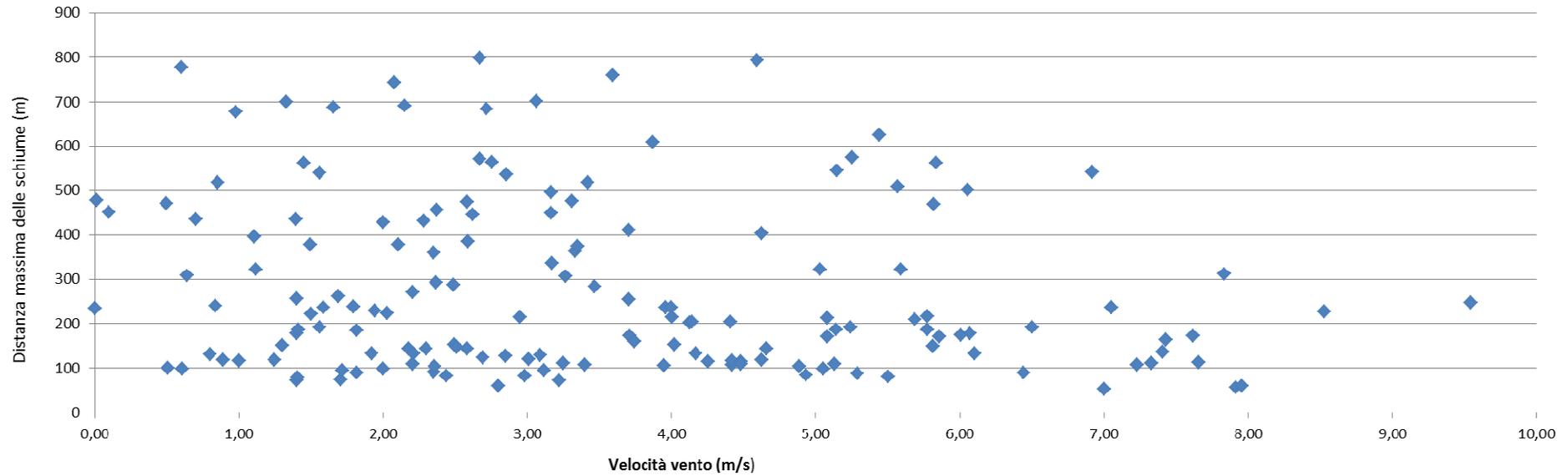


Figura 11 Scatter plot di 'Velocità vento' vs 'Massima distanza della schiuma'.

6.3 Correlazione tra massima distanza delle schiume e i dati marini

In tale paragrafo si è cercato di valutare eventuali correlazioni tra la distanza delle schiume e i dati marini, ovvero fattori naturali (velocità della corrente, increspatura della superficie e temperatura dell'acqua prelevata dal Terminale).

La **Figura 12** mostra lo *scatter plot* di "Velocità corrente mare vs Massima distanza della schiuma". Dalla figura si evince che al crescere della velocità della corrente marina diminuisce la massima distanza alla quale sono state osservate le schiume. In particolare, la maggior parte delle osservazioni risultano raggruppate per velocità della corrente inferiore a 0.20 m/s.

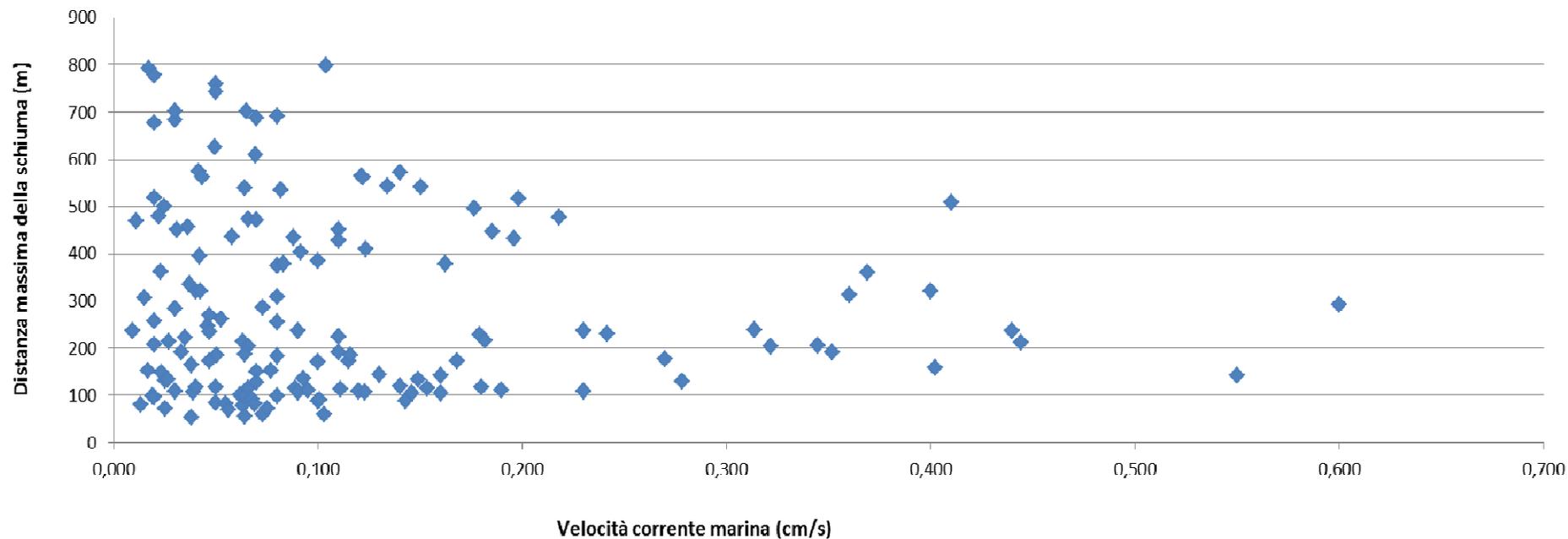


Figura 12 Scatter plot di "Velocità corrente mare vs Massima distanza della schiuma".

La **Figura 13** mostra lo *scatter plot* di “Incespatura mare vs Massima distanza della schiuma”. Dal grafico si osserva che la maggior parte delle massime distanze raggiunte dalle schiume sono state rilevate in condizioni di assenza di incespatura naturale del mare.

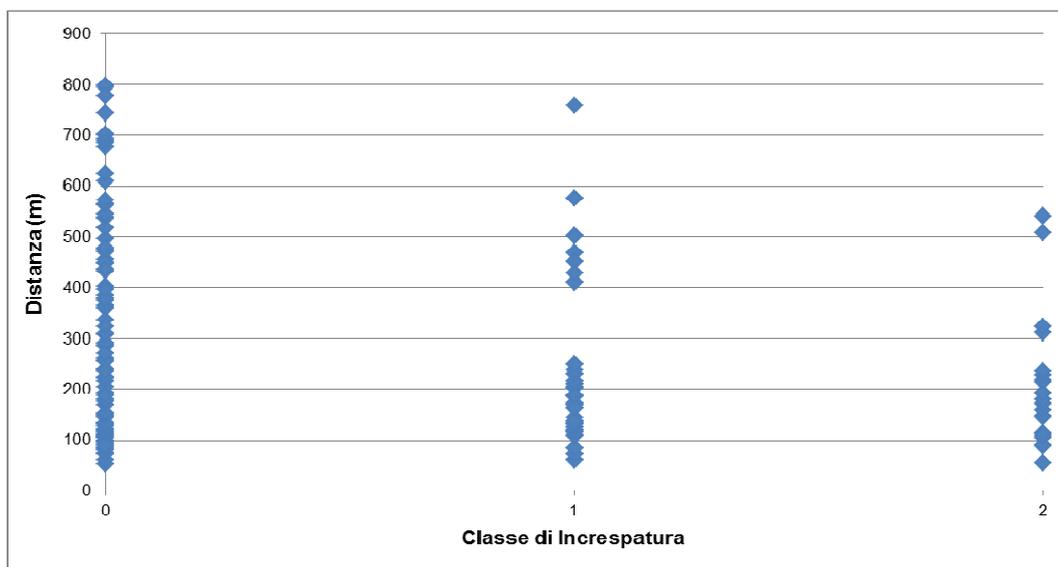


Figura 13 Scatter plot di ‘Incespatura mare’ vs ‘Max distanza schiuma’. Dove 0 = incespatura assente; 1 = incespatura sporadica; 2 = incespatura significativa).

In ultimo, si è cercata una eventuale correlazione con la temperatura (°C) dell’acqua di mare prelevata dal Terminale.

La **Figura 14** mostra lo *scatter plot* di “Temperatura acqua mare vs Massima distanza della schiuma”. In corrispondenza del *range* di temperature comprese tra 17 °C e 21 °C circa si sono rilevate le massime distanze della schiuma misurate col telemetro. Sotto i 15°C di temperatura le distanze a cui vengono rilevate le schiume sono estremamente contenute.

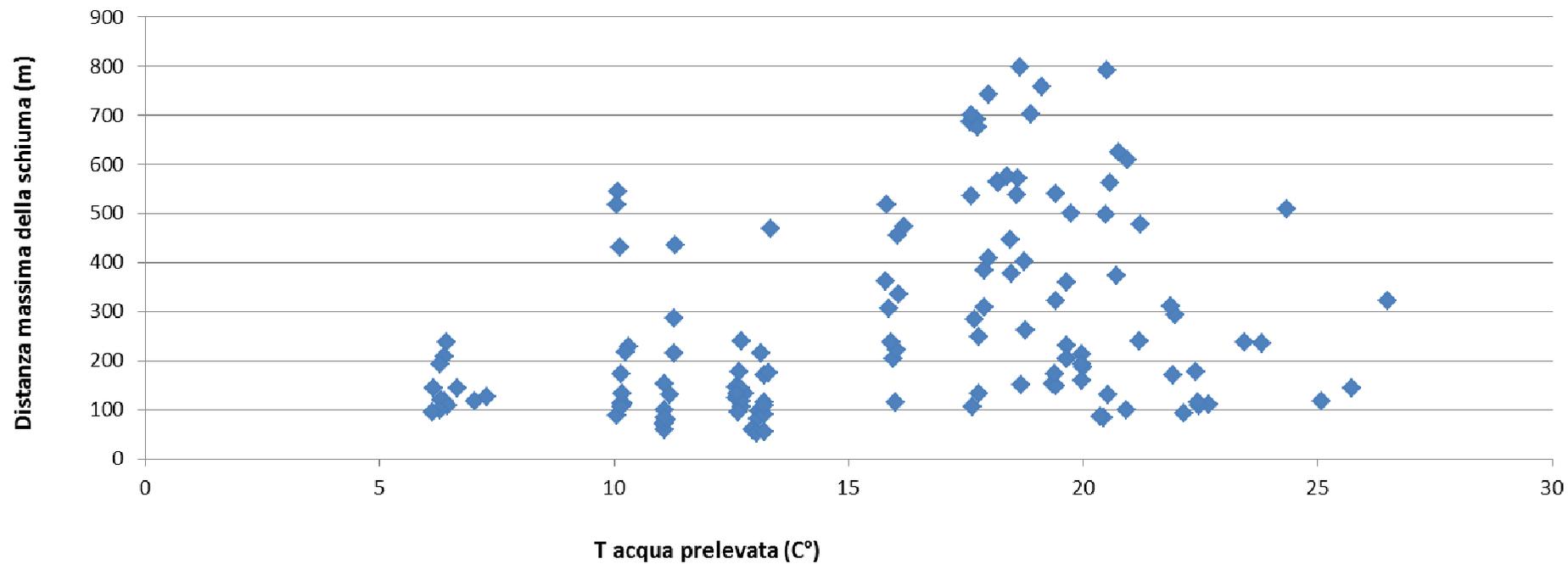


Figura 14 Scatter plot di 'Temperatura acqua mare' vs 'Massima distanza della schiuma'.

6.4 Correlazione tra massima distanza delle schiume e i fattori antropici

Sulla base di quanto riportato nell'introduzione al presente paragrafo 6, si è valutata l'esistenza di una correlazione tra la distanza massima monitorata dalle schiume e i parametri operativi del Terminale (fattori antropici) ritenuti di interesse e quindi:

- Numero di ORV in funzione, e quindi la portata totale di acqua mare utilizzata nel circuito degli ORV;
- ΔT tra acqua scaricata e prelevata.

Per quanto riguarda il primo aspetto, la **Figura 15** mostra lo *scatter plot* di Portata acqua mare scaricata vs Massima distanza della schiuma". I dati individuano chiaramente tre regimi di portate scaricate, legati a differenti condizioni operative dell'impianto. Ciò che si osserva è che le massime distanze della schiuma misurate col telemetro si rilevano in corrispondenza delle portate più elevate. Comunque, tali misure sono in numero molto contenuto rispetto alla generalità dei dati rilevati compresi gli stessi dati riferibili alle stesse portate d'acqua mare. Le massime distanze della schiuma osservate non superano comunque gli 800 metri di distanza dal Terminale.

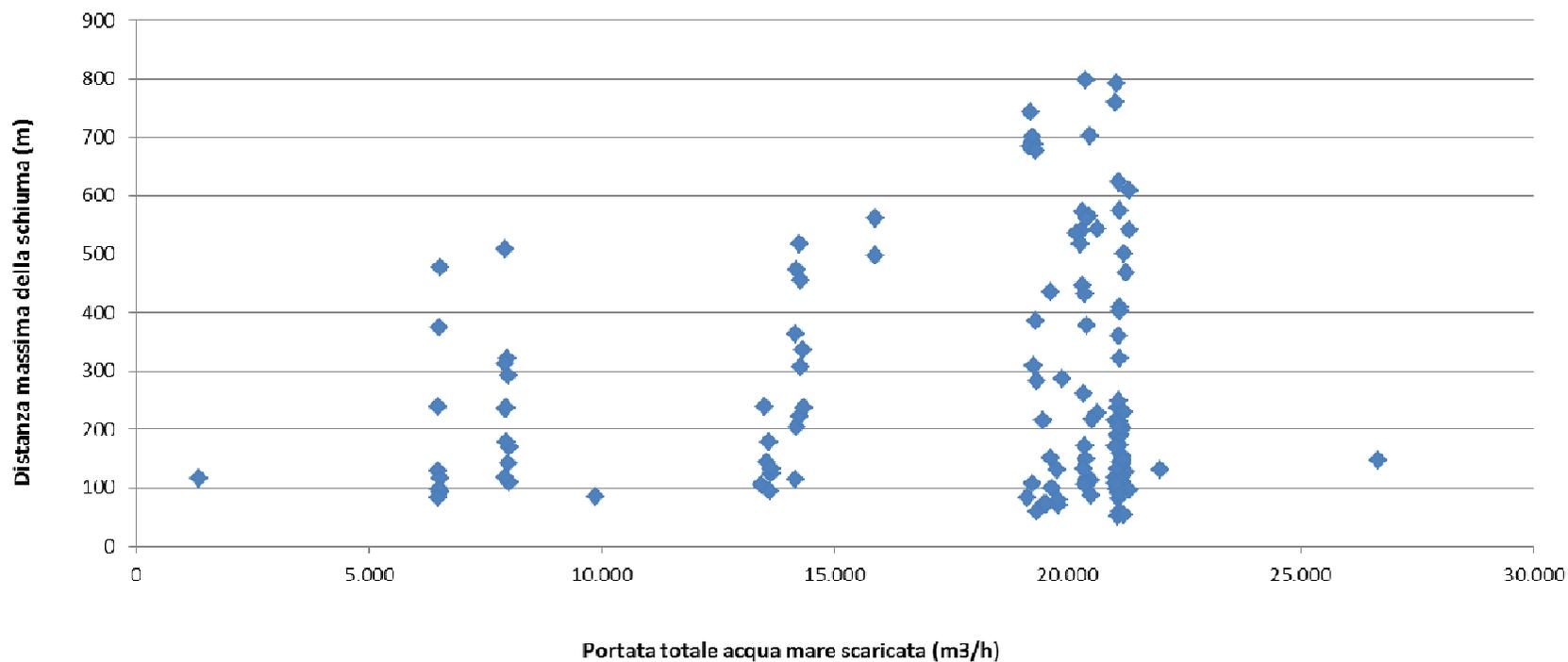


Figura 15 Scatter plot di 'Portata acqua mare scaricata' vs 'Massima distanza della schiuma'.

Infine, la **Figura 16** mostra lo *scatter plot* di “ ΔT vs Massima distanza della schiuma”. In maniera analoga al caso di cui alla **Figura 14** precedente, si osserva un raggruppamento di massime distanze della schiuma misurate col telemetro localizzato in corrispondenza di $\Delta T > 3$ °C.

Tuttavia, già a poche decine di metri dal Terminale, come evidente nelle relazioni di monitoraggio eseguite da ISPRA durante la fase di esercizio del Terminale⁶, non si registrano variazioni di temperatura rispetto ai punti certamente non interessati dallo scarico del circuito termico (punti di bianco). In particolare, dalle richiamate relazioni ISPRA si evince che l'estensione della cd. *plume* (pennacchio termico) risulta essere variabile da un massimo di 100 metri nelle condizioni estive, a causa della stratificazione estiva, a circa 30 metri nelle condizioni invernali.

La tendenza osservata (dispersione delle schiume) non sembrerebbe, quindi, collegata direttamente al ΔT , quanto piuttosto alla temperatura estiva dell'acqua mare prelevata. Si sono, infatti, rilevate con il telemetro anche minime distanze della schiuma con ΔT superiori al 3°C.

⁶ Relazioni ISPRA: “Piano di monitoraggio ambientale (fase di esercizio) del Terminale GNL di Porto Viro e della condotta di collegamento alla terraferma” Simulazione numerica della dispersione di acqua clorata immessa in mare dal Terminale GNL Area del Terminale Fase di esercizio provvisorio (4 E) Giugno 2012 – prot. 00250307 del 3 Luglio 2012; “Piano di monitoraggio ambientale (fase di esercizio) del Terminale GNL di Porto Viro e della condotta di collegamento alla terraferma” Simulazione numerica della dispersione di acqua clorata immessa in mare dal Terminale GNL Area del Terminale Fase di esercizio provvisorio II Anno di monitoraggio (15 E) Giugno 2013 – prot. 0028538 del 9 Luglio 2013; “Piano di monitoraggio ambientale (fase di esercizio) del Terminale GNL di Porto Viro e della condotta di collegamento alla terraferma” Simulazione numerica della dispersione di acqua clorata immessa in mare dal Terminale GNL Area del Terminale Fase di esercizio provvisorio III Anno di monitoraggio (22 E) Aprile 2014 – prot. 019613 del 12 Maggio 2013.

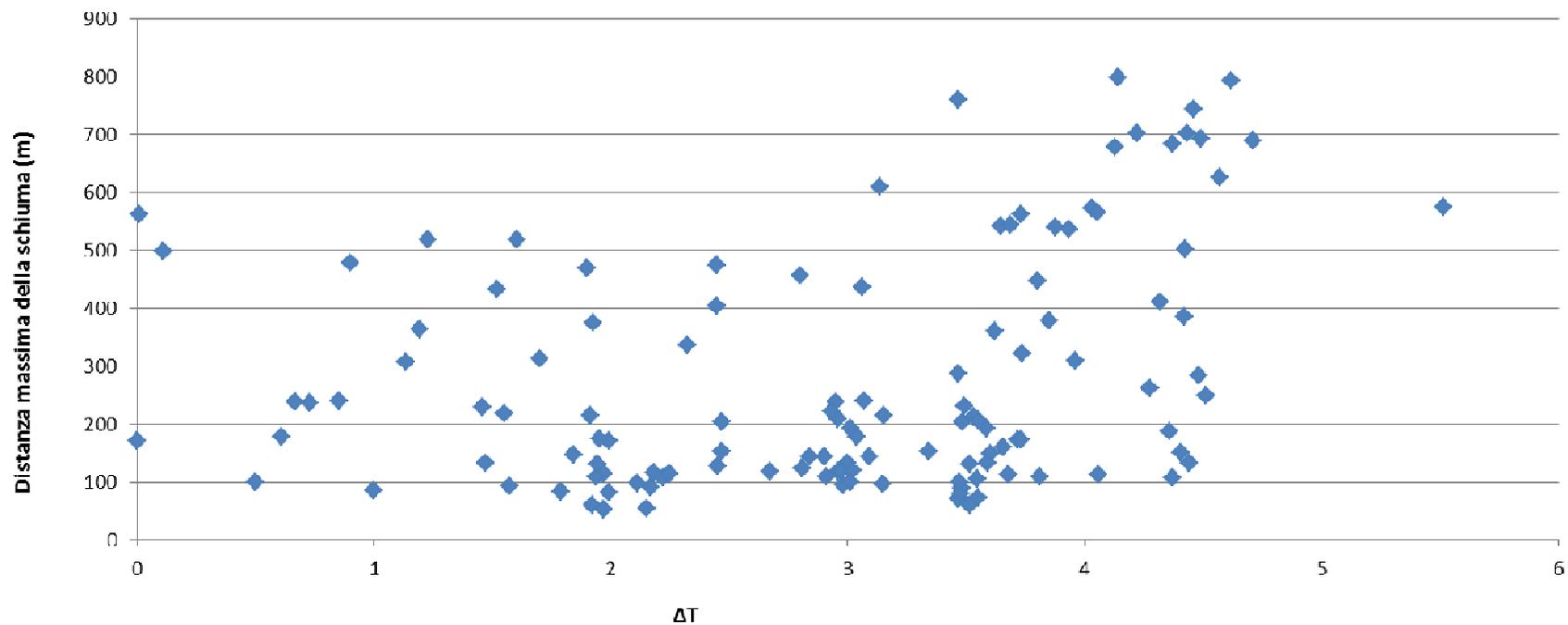


Figura 16 Scatter plot di ' ΔT ' vs 'Massima distanza della schiuma'.

6.5 Correlazione tra direzione della dispersione della schiuma e le direzioni della corrente, onda e vento

In ultimo, viene riportato nella seguente **Tabella 4** il confronto tra le massime distanze delle schiume rilevate col telemetro e la direzione della corrente marina, dell'onda e del vento.

La componente che maggiormente influenza la dispersione delle schiume è la direzione del vento. Si evidenzia come vi siano due settori preferenziali (NNE-NE e WNW-NW) nei quali si raggruppano la maggior parte delle massime distanze rilevate con il telemetro, distanze comunque limitate come anche precedentemente sottolineato (cfr. Par. 6.4)

Data	Campagna N°	Rilievo N°	Max distanza schiuma (m)	Direzione vento	Direzione corrente superficiale	Direzione onde
12/6/2013	1	1	688	SE	ENE	ESE
12/6/2013		2	284	S	ENE	ESE
12/6/2013		3	107	S	NE	SE
13/06/2013		4	684	NNW	WSW	SSW
13/06/2013		5	692	NNE	WSW	SE
13/06/2013		6	677	W	E	ESE
13/06/2013		7	309	W	SE	SE
14/06/2013		8	744	NW	ESE	ESE
14/06/2013		9	701	NW	E	SSW
14/06/2013		10	385	SSE	E	ENE
15/08/2013	2	1	508	NE	E	NNW
15/08/2013		2	322	NE	SE	W
16/08/2013		3	312	NNE	SSW	NW
13/08/2013		4	292	SE	SSW	SE
16/08/2013		5	237	NNE	SSW	S
15/08/2013		6	236	NE	ENE	WNW
16/08/2013		7	178	NNE	SW	NW
13/08/2013		8	170	SE	SW	ESE
15/08/2013		9	143	NE	SSW	WNW
16/08/2013		10	118	W	SE	W
13/08/2013		11	111	SE	ESE	S
13/08/2013		12	109	SE	ESE	SE

Data	Campagna N°	Rilievo N°	Max distanza schiuma (m)	Direzione vento	Direzione corrente superficiale	Direzione onde
14/10/2013	3	1	798	NW	ENE	ENE
15/10/2013		2	702	WNW	ENE	E
14/10/2013		3	572	WSW	NE	ESE
16/10/2013		4	565	W	WSW	SSE
16/10/2013		5	562	W	NE	SSE
15/10/2013		6	539	WSW	NNE	ESE
16/10/2013		7	536	SW	E	ENE
15/10/2013		8	447	W	E	SE
15/10/2013		9	378	WSW	ESE	SSE
14/10/2013		10	261	W	S	ESE
14/10/2013		11	150	SSE	SW	E
18/12/2013	4	1	240	WSW	SSE	SW
18/12/2013		2	178	W	SSE	SW
16/12/2013		3	147	WNW	SSE	WSW
17/12/2013		4	144	W	SE	S
18/12/2013		5	133	NW	SSE	SW
16/12/2013		6	132	WNW	SSE	WSW
17/12/2013		7	124	W	SE	S
17/12/2013		8	117	WSW	SE	S
16/12/2013		9	106	WNW	SSE	WSW
17/12/2013		10	95	W	SE	S
24/02/2014	5	1	237	NNW	W	SE
24/02/2014		2	209	NNW	S	SSW
26/02/2014		3	192	WSW	SSE	ESE
24/02/2014		4	144	NW	WNW	SE
26/02/2014		5	143	SW	E	SSW
25/02/2014		6	127	W	ESE	SSE
25/02/2014		7	120	SE	WSW	SE
24/02/2014		8	118	NNW	SSW	SE
26/02/2014		9	118	SSW	SSE	ESE
25/02/2014		10	109	WNW	S	SSE

Data	Campagna N°	Rilievo N°	Max distanza schiuma (m)	Direzione vento	Direzione corrente superficiale	Direzione onde
25/02/2014		11	99	SSW	W	SE
26/02/2014		12	96	SW	SE	SSW
16/04/2014	6	1	469	W	W	NE
16/04/2014		2	215	WNW	SE	SE
16/04/2014		3	174	NW	S	NNE
15/04/2014		4	170	ENE	ESE	ESE
15/04/2014		5	115	E	ENE	ESE
16/04/2014		6	108	NW	S	NNE
14/04/2014		7	98	SSE	NNW	NE
15/04/2014		8	90	ENE	E	E
14/04/2014		9	81	SSE	ENE	ESE
14/04/2014		10	60	SSE	NNE	ESE
15/04/2014		11	55	ENE	SSW	ENE
14/04/2014		12	53	SSE	E	SSE
25/06/2014	1A	1	575	NE	ENE	ESE
25/06/2014		2	248	WSW	SSW	SSE
25/06/2014		3	133	SSW	S	ENE
25/06/2014		4	410	ENE	SE	ENE
26/06/2014		5	501	NE	SSW	ENE
26/06/2014		6	186	E	S	ENE
26/06/2014		7	793	SE	E	NE
26/06/2014		8	625	SSE	S	NE
27/06/2014		9	609	NNE	WSW	E
27/06/2014		10	153	SW	S	ENE
27/06/2014		11	403	NE	E	ENE
27/06/2014		12	759	NNE	SE	E
25/08/2014	2A	1	374	NNE	ESE	NW
25/08/2014		2	130	NE	SSE	WSW
25/08/2014		3	239	NE	NNE	SSE
26/08/2014		4	116	WSW	SE	SSE
26/08/2014		5	92	WSW	NW	SSE

Data	Campagna N°	Rilievo N°	Max distanza schiuma (m)	Direzione vento	Direzione corrente superficiale	Direzione onde
26/08/2014		6	477	SSE	NE	S
26/08/2014		7	99	S	ENE	SE
27/08/2014		8	83	W	SE	NE
27/08/2014		9	85	NNW	SE	NE
27/08/2014		10	497	NW	SSE	ENE
27/08/2014		11	562	WSW	ESE	E
27/10/2014	3A	1	213	NE	S	NW
27/10/2014		2	192	NE	S	NNW
27/10/2014		3	159	E	S	NW
28/10/2014		4	230	E	S	WNW
28/10/2014		5	203	NNE	S	S
28/10/2014		6	205	E	S	S
28/10/2014		7	360	WNW	S	SSW
29/10/2014		8	541	WNW	SSE	ESE
29/10/2014		9	148	S	ESE	SSE
29/10/2014		10	322	SSW	SSW	ESE
29/10/2014		11	172	NNW	S	SE
18/12/2014	4A	1	204	WNW	SE	NW
18/12/2014		2	115	NNW	SE	NW
18/12/2014		3	474	E	SE	NW
19/12/2014		4	336	WNW	SE	NW
19/12/2014		5	456	W	SE	NW
19/12/2014		6	222	WSW	SE	NW
20/12/2014		7	237	W	WNW	SSE
20/12/2014		8	307	NW	NW	SSE
20/12/2014		9	518	NW	NW	SSE
20/12/2014		10	363	WNW	NW	SSW
16/02/2015	5A	1	112	NE	SE	W
16/02/2015		2	113	NE	SE	W
16/02/2015		3	172	NE	SE	W
16/02/2015		4	108	NE	SE	W

Data	Campagna N°	Rilievo N°	Max distanza schiuma (m)	Direzione vento	Direzione corrente superficiale	Direzione onde	
17/02/2015		5	544	NE	SE	W	
17/02/2015		6	88	NE	SE	W	
17/02/2015		7	105	E	SE	W	
17/02/2015		8	133	NE	SE	W	
18/02/2015		9	228	ENE	SE	WSW	
18/02/2015		10	217	ENE	SE	WSW	
18/02/2015		11	432	E	SE	WSW	
18/02/2015		12	517	E	SE	WSW	
15/04/2015		6A	1	73	E	ESE	N
15/04/2015			2	71	ESE	NNW	N
15/04/2015			3	60	ESE	NNW	N
15/04/2015			4	72	ESE	N	N
16/04/2015	5		79	NNW	SSE	N	
16/04/2015	6		152	NNW	ESE	N	
16/04/2015	7		100	SSW	ESE	N	
16/04/2015	8		83	S	NNW	N	
17/04/2015	9		131	S	SSW	N	
17/04/2015	10		287	N	SE	N	
17/04/2015	11		436	ENE	SSE	N	
17/04/2015	12		215	SE	E	N	

Tabella 4 Dati di distanza massima delle schiume, della direzione della corrente marina, dell'onda e del vento registrati durante ciascun rilevamento. La direzione della corrente marina, dell'onda e del vento risulta essere la provenienza del fenomeno.

7 CONCLUSIONI

Come richiesto del Ministero dell'Ambiente, Direzione Generale Valutazioni Ambientali, tramite Decreto DVA-DEC-2012-0000435 del 07/08/2012, la società Terminale GNL Adriatico srl ha effettuato un monitoraggio delle schiume al fine controllarne la formazione, lo sviluppo, l'estensione e la successiva dispersione. Il monitoraggio, come indicato nel Piano condiviso con le Autorità, è stato effettuato nel corso del periodo (giugno 2014 - Agosto 2015) mediante rilievo delle schiume con frequenza bimestrale. Sono state quindi effettuate campagne di rilevamenti ogni 2 mesi e per ciascuna campagna sono stati effettuati 10-12 rilevamenti suddivisi in tre giornate (3 - 4 rilevamenti per giornata).

Dall'analisi del data set del periodo sopraindicato, emerge che gli elementi che maggiormente influenzano la dispersione delle schiume sono:

- Stagionalità;
- Temperatura acqua mare;
- Velocità vento;
- Portata acqua mare scaricata.

Per quanto concerne la dispersione delle schiume, queste risultano essere circoscritte a distanze ravvicinate e collocate ad una distanza di 500 metri in tutte le condizioni operative, ampiamente contenute all'interno dell'area di sicurezza e di interdizione del terminale. In casi limitati, in corrispondenza di temperatura acqua mare estiva e portata acqua mare elevata, si sono registrate distanze massime rilevate di 800 metri.

Inoltre risulta che la componente che maggiormente influenza la direzione di dispersione delle schiume è la direzione del vento soprattutto in presenza di eventi con intensità di vento significativa e direzione costante; condizioni in cui peraltro la dispersione delle schiume si limita in prossimità del terminale (ad es. cfr. Il giorno 25/5/2014 in cui a fronte di una velocità del vento pari a 9,5 m/sec la schiuma raggiungeva una distanza massima misurata dal telemetro pari a 248 metri oppure il giorno 16/2/2015 con velocità del vento pari a 7,6 m/sec e una massima distanza misurata delle schiume pari a 113 metri).

Peraltro dalle campagne effettuate con telemetro non è emerso che le schiume rilevate siano uscite dalla zona di interdizione (1,5 MN). Si precisa inoltre che anche il monitoraggio da parte del battello, durante le Campagne di monitoraggio delle schiume, ha sempre riscontrato l'assenza di schiuma al di fuori della zona di interdizione.