



RAPPORTO ANNUALE DEL MONITORAGGIO DELLE SCHIUME

Periodo febbraio - dicembre 2021

Terminale GNL Adriatico srl



Technical Manager



Senior Consultant



Junior Consultant

Rev. No.	Data	Descrizione	Terminale GNL Adriatico srl	
0	29/04/2022	Emesso per l'uso	Preparato Giacomo Toffano	Approvato Marco Scabbia

SHELTER s.r.l.

Sede legale: Viale Gran Sasso n° 13 - 20131 Milano (IT) | **Tel.** +39-02-49476764

Sede locale: Via De' Terribile n° 4 - 72100 Brindisi (IT) | **Tel.** +39-0831-1793226

Website: www.shelter-srl.com/ | **Email:** info@shelter-srl.com | **Pec:** pec@pec.shelter-srl.com

R.E.A. MI-1936281 | **C.F./P.IVA** 07110670960 | **Capitale Sociale:** Euro 40.000,00 int. vers.



RAPPORTO ANNUALE DEL MONITORAGGIO DELLE SCHIUME	Terminale GNL Adriatico srl
Periodo febbraio-dicembre 2021	Doc. 490-P22-JAN-ALN Rev. 0 del 29/04/2022

Cronologia revisioni

Rev. No.	Data	Descrizione	
0	29/04/2022	Bozza per revisione ALNG	
Descrizione		Terminale GNL Adriatico srl	
Emesso per l'uso	Preparato	Revisionato	Approvato
	Giacomo Toffano	Alessia Balsamà	Marco Scabbia

INDICE

1	INTRODUZIONE	7
1.1	SCOPO DEL LAVORO	9
1.2	CONTENUTI DEL DOCUMENTO	9
2	MATERIALI E METODI	11
2.1	PIANO DI MONITORAGGIO	11
2.2	ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO	11
2.2.1	<i>Reportage fotografico e raccolta dati livello mare</i>	<i>13</i>
2.2.2	<i>identificazione del punto di osservazione sulla base della distribuzione della schiuma</i>	<i>13</i>
2.2.3	<i>posizionamento del telemetro nel punto di osservazione identificato</i>	<i>15</i>
2.2.4	<i>esecuzione del rilevamento</i>	<i>15</i>
2.2.5	<i>coordinamento con il natante per la raccolta immagini sul sito più lontano rilevato dal telemetro</i>	<i>16</i>
3	CARATTERISTICHE DEL TELEMETRO LASER	17
3.1	RIPETIBILITÀ DELLA MISURA	18
3.2	LIMITI DI RILEVABILITÀ	20
4	MAPPE TEMATICHE	22
5	RISULTATI DEI MONITORAGGI	24
5.1	1° CAMPAGNA	24
5.2	2° CAMPAGNA	26
5.3	3° CAMPAGNA	27
5.4	4° CAMPAGNA	29
5.5	5° CAMPAGNA	30
5.6	6° CAMPAGNA	33
6	ANALISI DEI DATI: PERIODO GIUGNO 2013 – DICEMBRE 2021	35
6.1	CORRELAZIONE TRA MASSIMA DISTANZA DELLE SCHIUME E LA STAGIONALITÀ	37
6.2	CORRELAZIONE TRA MASSIMA DISTANZA DELLE SCHIUME E VELOCITÀ DEL VENTO	39
6.3	CORRELAZIONE TRA LA MASSIMA DISTANZA DELLE SCHIUME E I DATI MARINI	41
6.4	CORRELAZIONE TRA MASSIMA DISTANZA DELLE SCHIUME E VELOCITÀ DELLA CORRENTE MARINA	43
6.5	CORRELAZIONE TRA MASSIMA DISTANZA DELLE SCHIUME E I FATTORI ANTROPICI	47
6.6	CORRELAZIONE TRA DIREZIONE DELLA DISPERSIONE DELLA SCHIUMA E LE DIREZIONI DELLA CORRENTE, ONDA E VENTO	51
6.7	CONFRONTO TRA ROSA DEI VENTI E MASSIMA DISTANZA DELLA SCHIUMA	54
6.8	CONFRONTO TRA ROSA DELLE CORRENTI E MASSIMA DISTANZA DELLA SCHIUMA	56
7	CONCLUSIONI	60

RAPPORTO ANNUALE DEL MONITORAGGIO DELLE SCHIUME	Terminale GNL Adriatico srl
Periodo febbraio-dicembre 2021	Doc. 490-P22-JAN-ALN Rev. 0 del 29/04/2022

INDICE ALLEGATI

Allegato A: Scheda del telemetro

Allegato B: Risultati 1° campagna – Periodo febbraio 2021 – dicembre 2021

Allegato C: Risultati 2° campagna – Periodo febbraio 2021 – dicembre 2021

Allegato D: Risultati 3° campagna – Periodo febbraio 2021 – dicembre 2021

Allegato E: Risultati 4° campagna – Periodo febbraio 2021 – dicembre 2021

Allegato F: Risultati 5° campagna – Periodo febbraio 2021 – dicembre 2021

Allegato G: Risultati 6° campagna – Periodo febbraio 2021 – dicembre 2021

Allegato H: Monitoraggio del battello di supporto (Hyppos-Carlo)

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

Allegato K: Dati meteo-marini

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1: Punti prescelti per l'individuazione del perimetro dell'area con presenza di schiuma (a titolo esemplificativo).....	12
Figura 2: Direzioni di scatto con fotocamera	13
Figura 3: 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	14
Figura 4: Ubicazione dei punti di osservazione, le frecce indicano: in blu il Livello 1, in rosso il Top recondenser ed in verde il tetto del modulo alloggi.....	15
Figura 5: Avvicinamento dell'imbarcazione di supporto al monitoraggio delle schiume al punto più lontano misurato dal telemetro	16
Figura 6: Scheda tecnica del telemetro laser LRM 3500CI (http://www.newcon-optik.com/Specs/lrm3500ci.pdf).....	17
Figura 7: Misurazione della distanza con telemetro.....	18
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.....	19
Figura 9: Rappresentazione della riflessione di un raggio incidente sulla superficie lambertiana	21
Figura 10: Diagramma di dispersione di "Stagionalità vs Massima distanza della schiuma"	38
Figura 11 Diagramma di dispersione di "Velocità vento vs Massima distanza della schiuma" (periodo complessivo giugno 2013 – dicembre 2021).....	40
Figura 12: Diagramma di dispersione "Condizioni meteorologiche vs Distanza delle schiume" (periodo complessivo giugno 2013 – dicembre 2021).....	42
Figura 13: Diagramma di dispersione di "Velocità corrente mare vs Massima distanza della schiuma" (periodo complessivo giugno 2013 – dicembre 2021)	44
Figura 14. Diagramma di dispersione "Incrispatura mare vs Max distanza schiuma". Dove 0 = increspatura assente; 1 = increspatura sporadica; 2 = significativa presenza di increspatura	45
Figura 15: Scatter plot di "Temperatura acqua mare vs Massima distanza della schiuma" (periodo complessivo giugno 2013 – dicembre 2021).....	46
Figura 16: Scatter plot di "Portata acqua mare scaricata' vs 'Massima distanza della schiuma". (periodo complessivo giugno 2013 – dicembre 2021).....	48
Figura 17: Scatter plot di 'ΔT' vs 'Massima distanza della schiuma' (periodo complessivo giugno 2013 – dicembre 2021):	50
Figura 18: Rosa dei venti (<i>proveniente da</i>)– i settori circolari indicano la direzione di provenienza del vento. il raggio dei settori circolari indica la frequenza dei venti misurati in una determinata direzione. I colori, all'interno di ciascun settore indicano invece la frequenza degli eventi con intensità compresa negli intervalli indicati nella legenda	54
Figura 19: massime distanze delle schiume per ciascun rilevamento effettuato dal 2013. I colori dei punti corrispondono alle classi di velocità del vento indicate in Figura 18.....	55
Figura 20: Istogramma del numero di osservazioni e le rispettive classi di velocità del vento. Le colonne a righe rappresentano le osservazioni in corrispondenza delle quali sono state misurate schiume al di sotto dei 500 metri. le colonne piene rappresentano invece le misurazioni tra i 500 e 1000 metri	56
Figura 21: Rosa delle correnti (<i>verso</i>)– i settori circolari indicano la direzione della corrente. il raggio dei settori circolari indica la frequenza delle correnti misurati in una determinata direzione. I colori, all'interno di ciascun settore indicano invece la frequenza degli eventi con intensità compresa negli intervalli indicati nella legenda	57
Figura 22: massime distanze delle schiume per ciascun rilevamento effettuato dal 2013. I colori dei punti corrispondono alle classi di velocità della corrente indicate in Figura 21	58

RAPPORTO ANNUALE DEL MONITORAGGIO DELLE SCHIUME	Terminale GNL Adriatico srl
Periodo febbraio-dicembre 2021	Doc. 490-P22-JAN-ALN Rev. 0 del 29/04/2022

Figura 23: Istogramma del numero di osservazioni e le rispettive classi di velocità della corrente. Le colonne a righe rappresentano le osservazioni in corrispondenza delle quali sono state misurate schiume al di sotto dei 500 metri. le colonne piene rappresentano invece le misurazioni tra i 500 e 1000 metri59

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1: Determinazione del numero minimo di letture da effettuare durante ciascun rilevamento (tale tabella è un estratto del piano di monitoraggio)	12
Tabella 2: Dati raccolti durante la campagna di monitoraggio eseguita nel mese di ottobre 2021 per la determinazione del disturbo indotto dai campi magnetici alla bussola del telemetro e per la verifica della ripetibilità della misura della distanza	20
Tabella 3: Schema riassuntivo delle campagne di rilevamento effettuate con telemetro dal 24 febbraio 2021 al 2 dicembre 2021.....	24
Tabella 4: Dati di distanza massima delle schiume, della direzione della corrente marina, dell'onda e del vento registrati durante ciascun rilevamento nel caso in cui la distanza della schiuma sia maggiore di 500 metri	53

1 INTRODUZIONE

In seguito al fenomeno di formazione di schiume allo scarico del circuito di scambio termico dell'impianto di rigassificazione 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 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 posizionare in prossimità del punto più distante dal Terminale misurato dal telemetro e, successivamente, questa debba provvedere a scattare delle foto al fine di documentare la significatività della schiuma. Inoltre, l'imbarcazione, durante le giornate di monitoraggio, deve effettuare perlustrazioni attorno al GBS per poter eventualmente osservare il fenomeno alle distanze di 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 previste 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*" che aveva evidenziato come le variabili ambientali risultassero prevalere sui fattori antropici di esercizio del Terminale nella dispersione delle schiume. Tra le componenti meteomarine analizzate, la stagionalità, l'increspatura dell'acqua e la direzione del vento (in presenza di intensità significativa e direzione costante) sono risultate come le maggiormente influenti da questo punto di vista. Le schiume non sono peraltro mai uscite dalla zona di interdizione (1,5 MN) come anche confermato dai pattugliamenti dell'imbarcazione di supporto.

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.

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 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".

In data 8 febbraio 2016 la Società ha inviato (con lettera del prot. ALNG 0059/16) al Ministero dell'Ambiente, ISPRA ed ARPAV il secondo rapporto, intitolato "*Rapporto annuale del Monitoraggio delle schiume: Periodo giugno 2014 - agosto 2015 - Terminale GNL Adriatico*".

Il terzo documento intitolato "*Rapporto annuale del Monitoraggio delle schiume: Periodo ottobre 2015 - dicembre 2016 - Terminale GNL Adriatico*" è stato trasmesso con la nota prot. ALNG 0051/17 del 13/03/2017 e acquisita al prot. DVA 0006104 del 15/03/2017. Successivamente è stato emesso il parere n. 2397 del 19/05/2017 con il quale la Commissione Tecnica per la Verifica dell'impatto Ambientale - VIA e VAS si è espressa positivamente, ritenendo "*OTTEMPERATA la prescrizione lett. B punto 7 di cui al Decreto DVA 435 del 07/08/2012, limitatamente al periodo ottobre 2015 - dicembre 2016*". Analoghe verifiche sono state condotte anche per il periodo successivo in relazione agli anni 2018-2019. Si ricordano inoltre, gli ultimi documenti relativi agli anni 2017-2018-2019-2020:

- "Rapporto annuale del Monitoraggio delle schiume: Periodo febbraio 2017 - dicembre 2017 - Terminale GNL Adriatico" inviato con lettera prot ALNG/190/2018 il 21 settembre 2018;

RAPPORTO ANNUALE DEL MONITORAGGIO DELLE SCHIUME	Terminale GNL Adriatico srl
Periodo febbraio-dicembre 2021	Doc. 490-P22-JAN-ALN Rev. 0 del 29/04/2022

- “Rapporto annuale del Monitoraggio delle schiume: Periodo febbraio 2018 – dicembre 2018 – Terminale GNL Adriatico” inviato con lettera prot ALNG/0159/2019 il 11 settembre 2019;
- “Rapporto annuale del Monitoraggio delle schiume: Periodo febbraio 2019 – dicembre 2019 – Terminale GNL Adriatico” inviato con lettera prot ALNG-0093/20 del 15 giugno 2020;
- “Rapporto annuale del Monitoraggio delle schiume: Periodo febbraio 2020 – dicembre 2020 – Terminale GNL Adriatico” inviato con lettera prot ALNG-0008/22 del 24 gennaio 2022.

1.1 Scopo del lavoro

Il presente documento costituisce il rapporto del monitoraggio delle schiume eseguito nell’anno 2021, precisamente nel periodo intercorso tra il 24 febbraio 2021 ed il 2 dicembre 2021 presso il Terminale di rigassificazione *offshore* ubicato al largo di Porto Viro (RO) nel Mare Adriatico Settentrionale (di seguito, il **“Terminale”**), gestito dalla società Terminale GNL Adriatico S.r.l., o “Adriatic LNG” **ALNG**.

All’interno del presente documento si richiamano, inoltre, i contenuti dei risultati dei monitoraggi effettuati a partire dal 2013 e di seguito elencati:

- “Risultati del monitoraggio annuale delle schiume giugno 2013 – aprile 2014 – Terminale GNL Adriatico” inviato con lettera del 30 maggio 2014 prot. ALNG 133/14;
- “Rapporto annuale del Monitoraggio delle schiume: Periodo giugno 2014 – agosto 2015 – Terminale GNL Adriatico” inviato con lettera prot. ALNG 0059/16 del 8/02/2016;
- “Rapporto annuale del Monitoraggio delle schiume: Periodo ottobre 2015 - dicembre 2016 - Terminale GNL Adriatico” inviato con nota prot. ALNG 0051/17 del 13/03/2017;
- “Rapporto annuale del Monitoraggio delle schiume: Periodo febbraio 2017 - dicembre 2017 - Terminale GNL Adriatico”, inviato con lettera prot ALNG/190/2018 il 21 settembre 2018;
- “Rapporto annuale del Monitoraggio delle schiume”: Periodo febbraio 2018 - dicembre 2018 - Terminale GNL Adriatico” inviato con lettera prot ALNG/0159/2019 l'11 settembre 2019,
- “Rapporto annuale del Monitoraggio delle schiume”: Periodo febbraio 2019 - dicembre 2019 - Terminale GNL Adriatico” inviato con lettera prot ALNG-0093/20 del 15 giugno 2020;
- “Rapporto annuale del Monitoraggio delle schiume: Periodo febbraio 2020 – dicembre 2020 – Terminale GNL Adriatico” inviato con lettera prot ALNG-0008/22 del 24 gennaio 2022.

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 descrive tutti i risultati ottenuti nel corso del settimo anno di monitoraggio delle schiume articolandosi, oltre alla presente introduzione, nelle seguenti sezioni:

RAPPORTO ANNUALE DEL MONITORAGGIO DELLE SCHIUME	Terminale GNL Adriatico srl
Periodo febbraio-dicembre 2021	Doc. 490-P22-JAN-ALN Rev. 0 del 29/04/2022

- **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 dai precedenti monitoraggi ambientali 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, i seguenti parametri:

- Forma ed estensione della schiuma;
- Aria:
 - Temperatura °C;
 - Vento (direzione e velocità);
 - Condizioni metereologiche (soleggiato - nuvoloso - pioggia);
 - Radiazione solare (W/m²);
- Mare:
 - Onda (direzione, altezza, periodo);
 - Corrente (velocità, direzione);
 - Classe di increspatura della superficie marina (assente, sporadica, significativa).

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 (°C);
- pH dell'acqua scaricata;
- Concentrazione di O₂ nell'acqua scaricata (mg/l).

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 3500Cl 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.

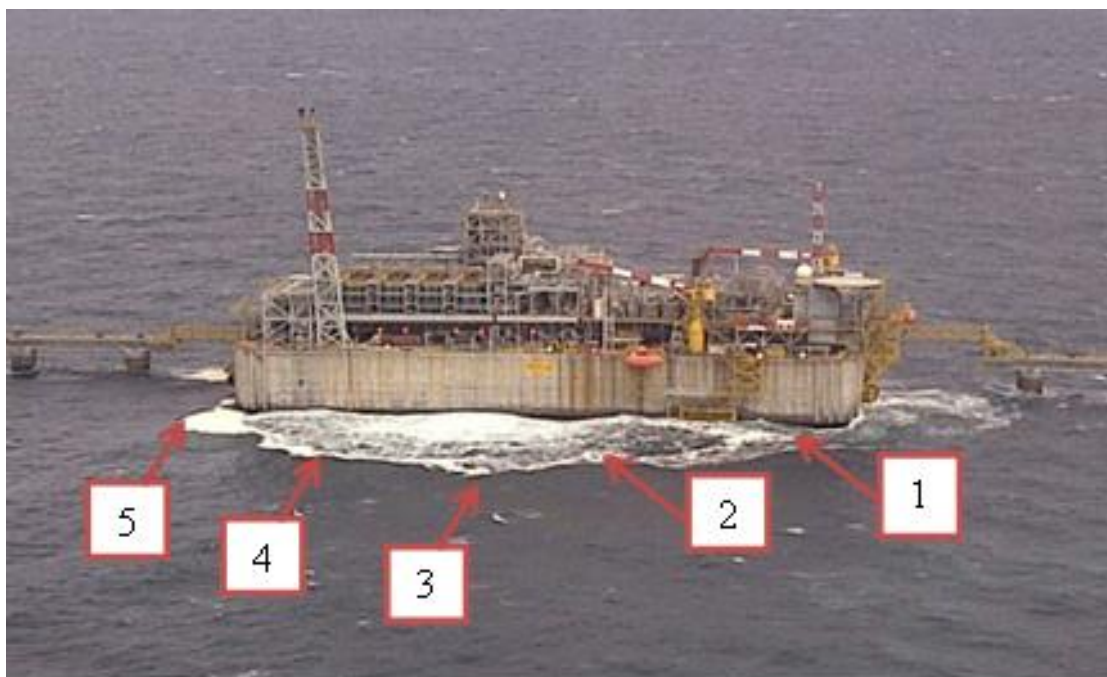


Figura 1: Punti prescelti per l'individuazione del perimetro dell'area con presenza di schiuma (a titolo esemplificativo)

Sulla base del punto di massima distanza rilevato dal Terminale, come riportato nella Tabella 1, è stata assegnata la "classe di estensione" della schiuma stessa. La classe di estensione determina il numero minimo di letture da effettuare lungo il perimetro dell'area interessata dal fenomeno, 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 anche le immagini fotografiche durante ciascun rilevamento come descritto al paragrafo successivo.

2.2.1 REPORTAGE FOTOGRAFICO E RACCOLTA DATI LIVELLO 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 2¹):

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

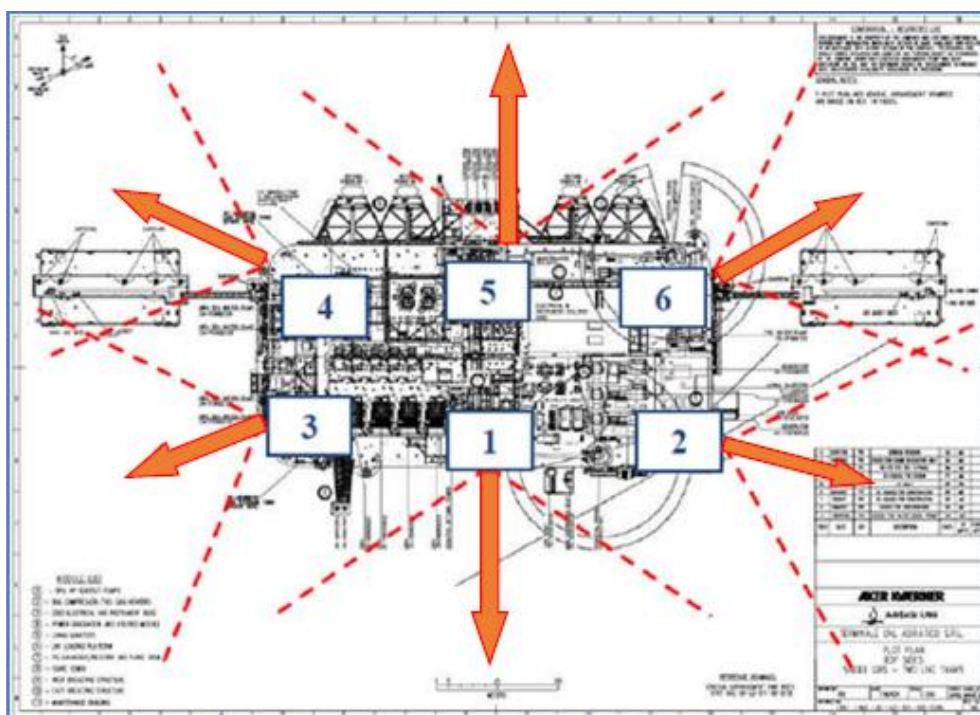


Figura 2: Direzioni di scatto con fotocamera

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 schiuma. 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 schiуме. Il punto di osservazione è stato

¹ Si precisa che i riferimenti presenti sullo sfondo dell'immagine non sono di alcun interesse nella campagna di rilevamento delle schiуме. 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.

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 3².

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.

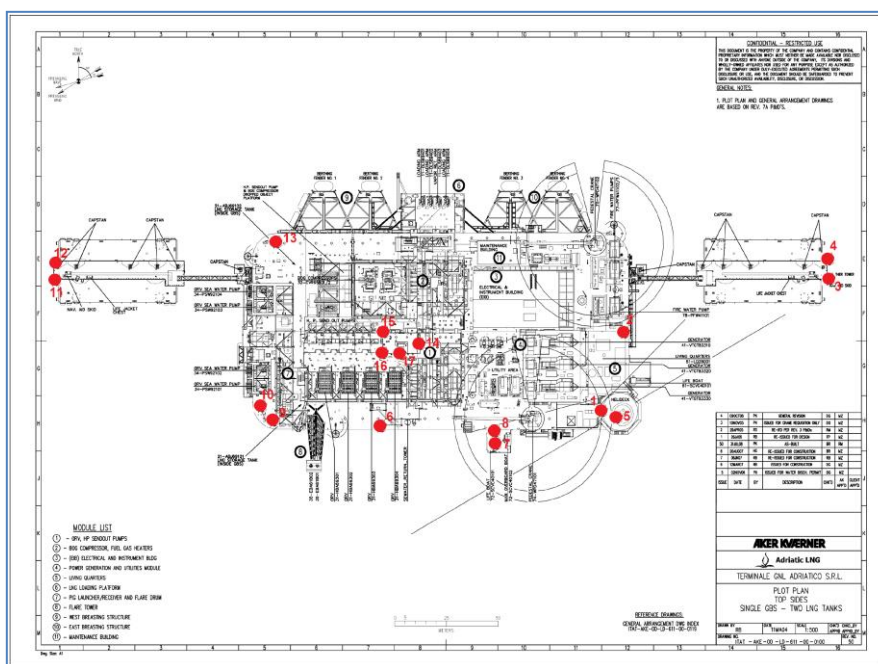


Figura 3: Punti di posizionamento del telemetro. I punti evidenziati in rosso hanno coordinate geografiche note (cd. punti fiduciali), tali coordinate sono state determinate durante una campagna topografica con l'utilizzo di un GPS

Come mostrato nella Figura 3, i livelli per il posizionamento del telemetro laser sono ubicati ad una diversa quota per garantire la migliore osservazione possibile dell'estensione delle schiume.

- **“Livello 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;
- **“Livello 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;

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

- **"Livello 3" - "Area Tetto Modulo Alloggi"**: È 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.

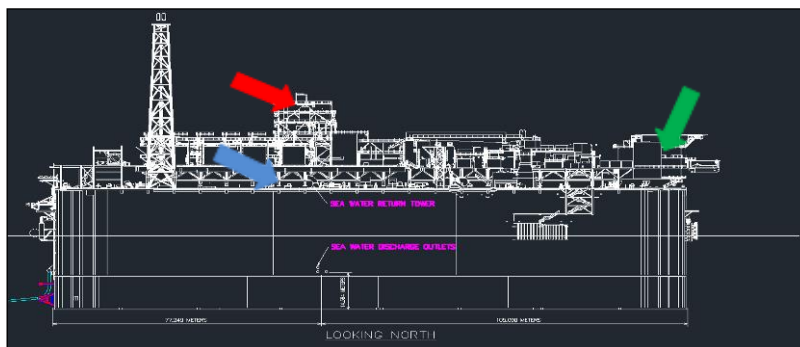


Figura 4: Ubicazione dei punti di osservazione, le frecce indicano: in blu il Livello 1, in rosso il Top recondenser ed in verde il tetto del modulo alloggi

2.2.3 POSIZIONAMENTO DEL TELEMETRO NEL PUNTO DI OSSERVAZIONE IDENTIFICATO

Una volta determinato/i il/i punto/i di osservazione, il telemetro viene 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.) 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 metereologiche (soleggiato/nuvoloso/pioggia);
- Punto per la definizione calcolo errore.

2.2.5 COORDINAMENTO CON IL NATANTE PER LA RACCOLTA IMMAGINI SUL SITO 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 del monitoraggio con telemetro ha contattato, tramite radio, l'imbarcazione di supporto. L'imbarcazione si è posta, quindi, in prossimità del punto più distante misurato col telemetro, e ha caratterizzato il punto registrando le coordinate di latitudine e longitudine, la distanza in metri dal Terminale e l'orario del rilevamento. L'imbarcazione di supporto ha infine 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 al punto più lontano misurato dal telemetro

Nell'ambito delle operazioni di monitoraggio, l'imbarcazione di supporto esegue all'inizio e alla fine della giornata perlustrazioni delle aree poste a 3 miglia nautiche dal Terminale al fine di rilevare l'eventuale presenza di schiuma. Inoltre, l'imbarcazione effettua altre perlustrazioni a 1,5 miglia tra un rilievo e l'altro eseguito con telemetro dal GBS.

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 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 del 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).

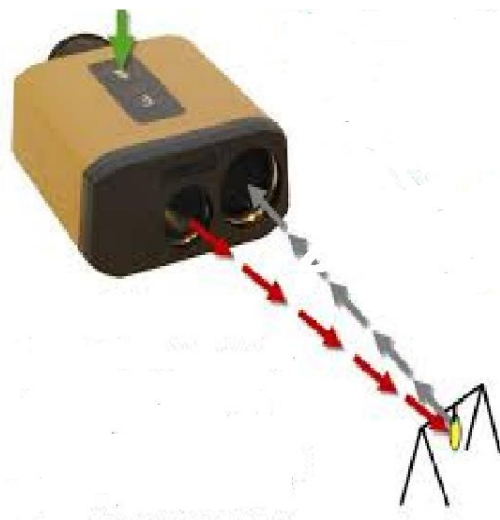


Figura 7: Misurazione della distanza con telemetro

3.1 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. 6 (Figura 8), si verifica che la distanza misurata con il punto n. 7 sia sempre costante, come risulta nella Tabella 2 in cui si riportano le distanze misurate in concomitanza con la campagna di rilevamento eseguita nel mese di ottobre 2021, (precisamente nei giorni 24, 25 e 26 giugno).

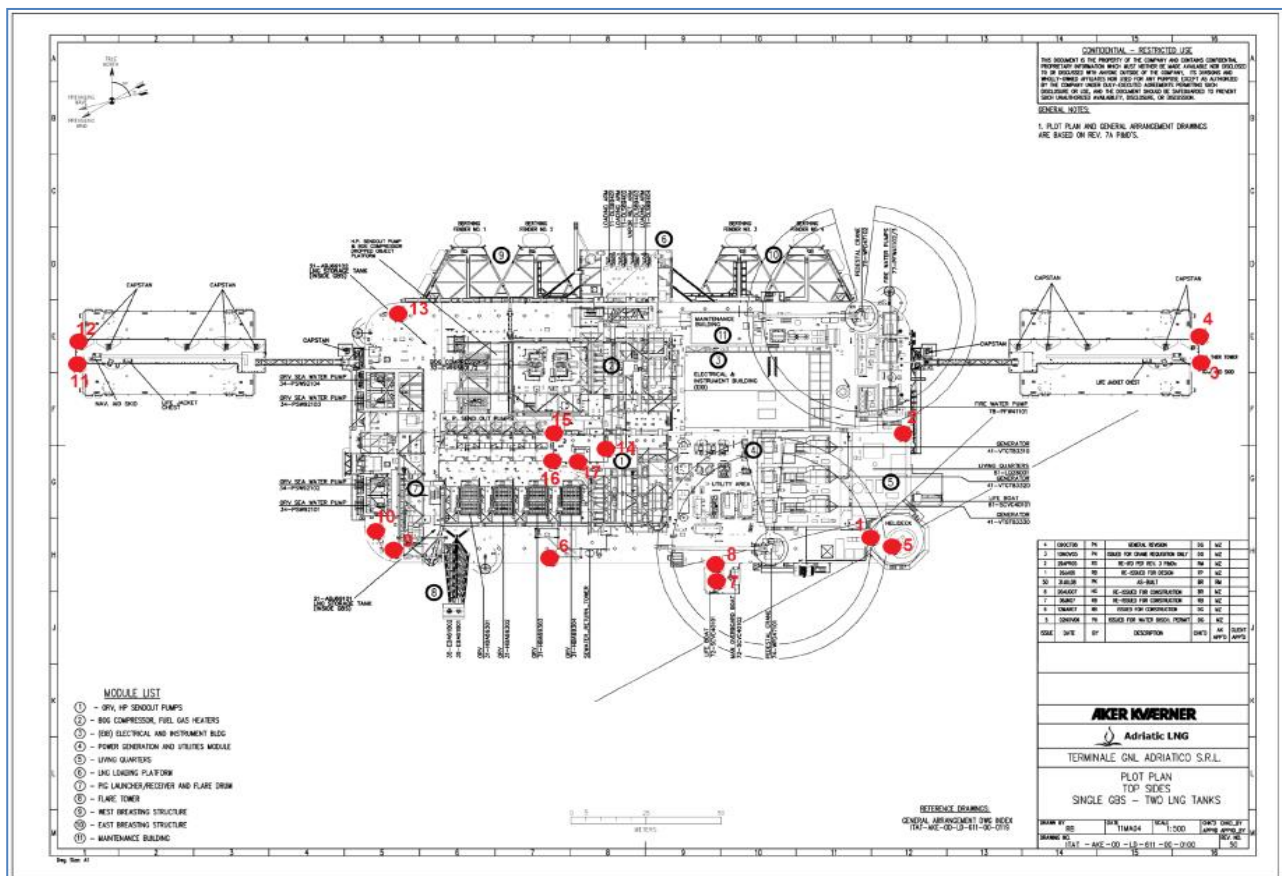


Figura 8: Punti noti di posizionamento del telemetro o punti noti utilizzati per la verifica della ripetibilità della misura e per il calcolo dell'interferenza generata dai campi magnetici sulla bussola del telemetro. I punti hanno coordinate geografiche note; tali coordinate sono state determinate durante 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)	Azimut (°)	Angolo Elevation (°)
1	9	309844	4995895	11	309744	4995962	120	273	-4
2	9	309844	4995895	11	309744	4995962	120	271	-4
3	9	309844	4995895	11	309744	4995962	121	273	-3
4a	6	309898	4995890	7	309954	4995880	56	84	0
4b	10	309839	4995898	11	309744	4995962	114	242	-4
5	6	309898	4995890	7	309954	4995880	56	94	0
6a	6	309898	4995890	7	309954	4995880	56	93	0
6b	10	309839	4995898	11	309744	4995962	114	238	-4
7a	6	309898	4995890	7	309954	4995880	56	95	0
7b	10	309839	4995898	11	309744	4995962	114	242	-3
8a	6	309898	4995890	7	309954	4995880	56	94	0
8b	10	309839	4995898	11	309744	4995962	114	240	-4
9a	6	309898	4995890	7	309954	4995880	56	94	0
9b	10	309839	4995898	11	309744	4995962	114	240	-4
10a	6	309898	4995890	7	309954	4995880	56	93	0
10b	10	309839	4995898	11	309744	4995962	114	240	-4
11	6	309898	4995890	7	309954	4995880	56	94	0
12a	10	309839	4995898	11	309744	4995962	114	240	-4
12b	6	309898	4995890	7	309954	4995880	56	93	0

Tabella 2: Dati raccolti durante la campagna di monitoraggio eseguita nel mese di ottobre 2021 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.

3.2 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.

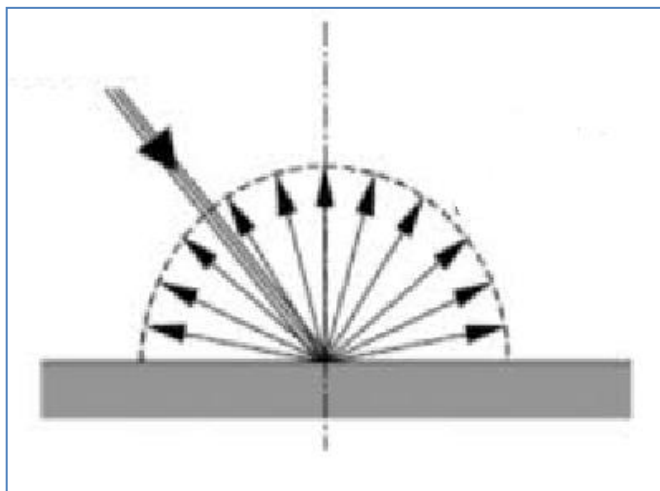


Figura 9: Rappresentazione della riflessione di un raggio incidente sulla superficie lambertiana

- 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 vengono 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 febbraio 2021 – dicembre 2021:** mappe tematiche 1°campagna;
- **Allegato C Risultati 2° campagna – Periodo febbraio 2021 – dicembre 2021:** mappe tematiche 2°campagna;
- **Allegato D Risultati 3° campagna – Periodo febbraio 2021 – dicembre 2021:** mappe tematiche 3°campagna;
- **Allegato E Risultati 4° campagna – Periodo febbraio 2021 – dicembre 2021:** mappe tematiche 4°campagna;
- **Allegato F Risultati 5° campagna – Periodo febbraio 2021 – dicembre 2021:** mappe tematiche 5°campagna;
- **Allegato G Risultati 6° campagna – Periodo febbraio 2021 – dicembre 2021:** mappe tematiche 6°campagna.

Inoltre, nei medesimi allegati sono 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 (W/m²);
- 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

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).

cui quello di acquisizione e di elaborazione dei dati, in grado di scambiare autonomamente informazioni con il campo (processo o impianto), e più precisamente:

- Onda (direzione, altezza, periodo);
- 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;
- Concentrazione O_2 dell'acqua scaricata.

Inoltre, nell'**Allegato I** 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).

5 RISULTATI DEI MONITORAGGI

A partire dal mese di febbraio 2021 sono state effettuate 6 campagne di monitoraggio delle schiume per un totale di 73 rilevamenti (Tabella 3).

Campagna n°	Giorni	Rilevamenti Effettuati	Massima distanza delle schiume dal Terminale
1	24-25-26 Febbraio 2021	11	559
2	13-14-15 Aprile 2021	13	596
3	22-23-24 Giugno 2021	12	705
4	25-26-27 Agosto 2021	14	747
5	13-14-15 Ottobre 2021	12	820
6	30 Novembre, 1-2 Dicembre 2021	11	600

Tabella 3: Schema riassuntivo delle campagne di rilevamento effettuate con telemetro dal 24 febbraio 2021 al 2 dicembre 2021

Nei successivi paragrafi si riportano i risultati emersi dalle campagne di monitoraggio effettuate dal mese di febbraio 2021 al mese di dicembre 2021.

5.1 1° Campagna

La prima campagna di monitoraggio (di seguito, la "**Prima Campagna**") si è svolta nelle giornate del 24-25-26 febbraio 2021, nel corso delle quali sono stati eseguiti in totale 11 rilevamenti dal I livello del GBS.

La campagna è stata caratterizzata da condizioni metereologiche soleggiate durante tutti i giorni di monitoraggio. È stata inoltre registrata assenza di increspatura della superficie del mare durante tutto il corso della campagna di monitoraggio.

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

- i dati marini relativi stati ricavati dalla sonda di monitoraggio installata sul *mooring dolphin ovest* fatta esclusione per i dati di altezza onda e periodo onda che sono stati ricavati dal *mooring dolphin est*. I dati del 10° rilevamento (sempre riferiti a altezza onda e periodo onda) sono stati estratti dalla boa Meda;
- i dati relativi al comparto aria sono stati ricavati dalla stazione meteorologica installata sul *mooring dolphin est*.

Nei tre giorni della campagna in oggetto, la direzione della schiuma è stata riscontrata nell'area a sud/sud-est/sud ovest e in prossimità del Terminale.

Si precisa inoltre che per ogni rilevamento effettuato durante la Prima Campagna sono state acquisite tutte le misure previste in funzione della distanza della schiuma dal Terminale.

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

Rilevamenti del 24 febbraio 2021

I rilevamenti n. 1-2-3 sono stati effettuati rispettivamente dalle 11:25 alle 11:57, dalle 12:57 alle 13:26, e dalle 14:21 alle 14:49.

Il telemetro è stato posizionato in corrispondenza dei punti 6, 5, 9 e 10 dato che la schiuma si estendeva in direzione sud, sud-est e sud ovest. La massima distanza della schiuma registrata ha raggiunto i 559 m nel rilievo n. 1, al punto 5. Tale distanza rappresenta inoltre la maggiore tra quelle registrate nel corso dell'intera campagna di febbraio

Rilevamenti del 25 febbraio 2021

I rilevamenti n. 4-5-6-7 sono stati effettuati rispettivamente dalle 10:23 alle 10:47, dalle 11:36 alle 12:02, dalle 13:08 alle 13:35 e dalle 14:32 alle 14:55.

Il telemetro è stato posizionato in corrispondenza dei punti 5, 6, 9 e 10 in quanto la schiuma si estendeva in direzione sud e sud-ovest. La massima distanza della schiuma registrata ha raggiunto i 524 m nel rilievo n. 6, al punto 9.

Rilevamenti del 26 febbraio 2021

I rilevamenti n. 8-9-10-11 sono stati effettuati rispettivamente dalle 9:40 alle 10:07, dalle 10:45 alle 11:16, dalle 12:08 alle 12:36 e dalle 13:36 alle 14:02.

Il telemetro è stato posizionato in corrispondenza dei punti 5, 6 e 9 in quanto la schiuma si estendeva in direzione sud. La massima distanza della schiuma registrata ha raggiunto i 519 m nel rilievo n. 9, al punto 6.

Per maggiori dettagli sui dati registrati durante il monitoraggio, le mappe dei punti elaborati tramite GIS e il reportage fotografico si rimanda all'**Allegato B**.

L'imbarcazione di supporto al monitoraggio ha effettuato delle fotografie integrative al fine di oggettivare lo stato e la consistenza della schiuma rilevata dal telemetro durante i giorni 24-25-26 febbraio. Come previsto, è stata effettuata una perlustrazione del perimetro dell'area posta intorno al Terminale a 1,5 e 3 miglia nautiche dal GBS al fine di verificare l'eventuale presenza di schiume con caratteristiche tali da non poter essere rilevata dal telemetro. Si precisa che durante questa campagna di monitoraggio non è stata segnalata la presenza di schiuma né oltre 1,5 NM né oltre le 3 miglia nautiche dal Terminale.

RAPPORTO ANNUALE DEL MONITORAGGIO DELLE SCHIUME	Terminale GNL Adriatico srl
Periodo febbraio-dicembre 2021	Doc. 490-P22-JAN-ALN Rev. 0 del 29/04/2022

5.2 2° Campagna

Durante la seconda campagna di monitoraggio (di seguito, la "**Seconda Campagna**") sono stati eseguiti un totale di n. 13 rilevamenti dal I livello del GBS nelle giornate del 13-14-15 aprile 2021. La Seconda Campagna è stata caratterizzata da condizioni metereologiche variabili. Il primo giorno sono state registrate condizioni meteo inizialmente piovose e poi nuvolose. Il secondo giorno è stato caratterizzato da tempo soleggiato mentre l'ultimo giorno si sono alternate condizioni soleggiate e nuvolose. La variabilità si riscontra pure nelle condizioni marine. Il mare è infatti risultato significativamente increspato e sporadicamente increspato il primo giorno. Il secondo giorno è stata registrata un'assenza di increspatura mentre il terzo giorno si segnalano sia condizioni di presenza di increspatura significativa che sporadica.

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 dati meteomarini:

- i dati relativi alle condizioni del mare sono stati ricavati dalla sonda di monitoraggio installata sul *Mooring Dolphin ovest*. Il dato di altezza e periodo d'onda del rilevamento 9 del 14/04 è stato ricavato dal *Mooring Dolphin est*.
- i dati relativi al comparto aria sono stati ricavati dalla stazione meteorologica del *Mooring Dolphin est*.

Si segnala che durante il primo rilevamento del 13/04 non sono stati effettuati rilevamenti con telemetro a causa delle condizioni di vento forte e pioggia che ne rendevano impossibile l'utilizzo. Si precisa che per tutti gli altri 12 rilevamenti effettuati durante la Seconda Campagna sono state acquisite tutte le misure previste in funzione della distanza della schiuma dal Terminale.

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

Rilevamenti del 13 aprile 2021

I rilevamenti n. 1-2-3-4-5 sono stati effettuati rispettivamente dalle 10:56 alle 11:05, dalle 11:49 alle 12:09, dalle 13:00 alle 13:21, dalle 14:01 alle 14:24 e dalle 15:02 alle 15:29.

Il telemetro è stato posizionato in corrispondenza dei punti 5, 9 e 10 in quanto la schiuma si estendeva in direzione sud-ovest del Terminale. La massima distanza della schiuma registrata ha raggiunto i 596 m in direzione sud-ovest nel rilievo n. 2. Si segnala inoltre che tale misura rappresenta la maggiore tra quelle rilevate durante il corso dell'intera Campagna di Aprile.

Rilevamenti del 14 aprile 2021

I rilevamenti n. 6-7-8-9 sono stati effettuati rispettivamente dalle 10:11 alle 10:42, dalle 11:20 alle 11:51, dalle 12:43 alle 13:09 e dalle 13:57 alle 14:21.

Il telemetro è stato posizionato in corrispondenza dei punti 5, 9, 10 e 13 in quanto la schiuma si estendeva in tutte le direzioni attorno al Terminale. La massima distanza della schiuma registrata ha raggiunto i 247 m in direzione est nel rilievo n. 8, con telemetro posizionato al punto 5.

Rilevamenti del 15 Aprile 2021

I rilevamenti n. 10-11-12-13 sono stati effettuati rispettivamente dalle 9:46 alle 10:12, dalle 11:10 alle 11:28, dalle 12:23 alle 12:44 e dalle 13:48 alle 14:08.

Il telemetro è stato posizionato in corrispondenza dei punti 6, 5, 9 e 10, in quanto la schiuma si estendeva in direzione sud e sud-ovest. La massima distanza della schiuma registrata ha raggiunto i 176 m nel rilievo n. 13, con telemetro posizionato al punto 5.

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

L'imbarcazione di supporto al monitoraggio ha effettuato delle fotografie integrative al fine di oggettivare lo stato e la consistenza della schiuma rilevata dal telemetro durante i giorni di monitoraggio; non ha potuto invece fornire supporto al monitoraggio nella giornata del 13 aprile, a causa di condizioni di maltempo. Come previsto, è stata effettuata una perlustrazione del perimetro dell'area posta intorno al Terminale a 1,5 e 3 miglia nautiche dal GBS al fine di verificare l'eventuale presenza di schiume con caratteristiche tali da non poter essere rilevata dal telemetro. Si precisa che durante questa campagna di monitoraggio non è stata segnalata la presenza di schiuma né oltre 1,5 NM né oltre le 3 miglia nautiche dal Terminale.

5.3 3° Campagna

Durante la terza campagna di monitoraggio (di seguito, la "**Terza Campagna**") sono stati eseguiti un totale di 12 rilevamenti dal I livello del GBS nelle giornate del 22-23 e 24 giugno 2021. La Terza Campagna è stata caratterizzata da condizioni metereologiche soleggiate. Durante il monitoraggio sono state inoltre registrate condizioni di assenza di increspatura.

Nell'**Allegato D** sono riportati i dati meteomarini e di esercizio del Terminale che hanno distinto 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; fatta eccezione per i dati di altezza e periodo d'onda del 2° e 3° rilevamento che sono stati ricavati dal *Mooring Dolphin est*.
- i dati relativi al comparto aria sono stati ricavati dalla stazione metereologica presente sul *Mooring Dolphin est*.

Di seguito si riporta il dettaglio dei 12 rilevamenti effettuati nelle tre giornate. Si precisa inoltre che per i rilevamenti eseguiti durante la Terza Campagna sono state acquisite tutte le misure previste in funzione della distanza della schiuma dal Terminale.

Rilevamenti del 22 giugno 2021

I rilevamenti n. 1-2-3-4 sono stati effettuati rispettivamente dalle 10:17 alle 10:41, dalle 11:42 alle 12:08, dalle 13:02 alle 13:30 e dalle 14:35 alle 14:59.

Il telemetro è stato posizionato in corrispondenza dei punti 6, 10 e 13, in quanto la schiuma si estendeva in direzione sud, sud ovest e nord-ovest. La massima distanza della schiuma registrata ha raggiunto i 581 m nel rilievo n. 4.

Rilevamenti del 23 giugno 2021

I rilevamenti n. 5-6-7-8 sono stati effettuati rispettivamente dalle 10:30 alle 10:50, dalle 11:45 alle 12:09, dalle 13:10 alle 13:33 e dalle 14:37 alle 14:56.

Il telemetro è stato posizionato in corrispondenza dei punti 6 e 10, in quanto la schiuma si estendeva in direzione ovest/nord-ovest e sud/sud-ovest del Terminale. La massima distanza della schiuma registrata ha raggiunto i 440 m in direzione nord nel rilievo n. 6, con telemetro posizionato al punto 6.

Rilevamenti del 24 giugno 2021

I rilevamenti n. 9-10-11-12 sono stati effettuati rispettivamente dalle 10:07 alle 10:28, dalle 11:20 alle 11:45, dalle 12:47 alle 13:04 e dalle 13:56 alle 14:12.

Il telemetro è stato posizionato in corrispondenza dei punti 5, 6, 9 e 10, in quanto la schiuma si estendeva in direzione sud-est durante i rilevamenti 9 e 10 e in direzione sud-ovest nei rilevamenti 11 e 12. La massima distanza della schiuma registrata ha raggiunto i 705 m nel rilievo n. 9 ed è stata misurata dal punto 9. Tale distanza rappresenta inoltre la più alta tra tutte quelle registrate nel corso della Campagna di giugno

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

L'imbarcazione di supporto al monitoraggio ha effettuato delle fotografie integrative al fine di oggettivare lo stato e la consistenza della schiuma rilevata dal telemetro durante i giorni di monitoraggio. Come previsto, è stata effettuata una perlustrazione del perimetro dell'area posta intorno al Terminale a 1,5 e 3 miglia nautiche dal GBS al fine di verificare l'eventuale presenza di schiume con caratteristiche tali da non

poter essere rilevata dal telemetro. Si precisa che durante questa campagna di monitoraggio non è stata segnalata la presenza di schiuma né oltre 1,5 NM né oltre le 3 miglia nautiche dal Terminale.

5.4 4° Campagna

Durante la quarta campagna di monitoraggio (di seguito, la "**Quarta Campagna**") sono stati eseguiti un totale di 14 rilevamenti (5 rilevamenti il primo e il terzo giorno, 4 rilevamenti il secondo giorno) dal primo livello del GBS nelle giornate del 25, 26 e 27 agosto 2021. La quarta campagna è stata caratterizzata da condizioni soleggiate durante le prime due giornate. Durante la terza giornata è stato invece riscontrato meteo nuvoloso. Per quanto riguarda le condizioni del mare, è stata segnalata una significativa presenza di increspatura durante i primi 3 rilevamenti della prima giornata e sporadica presenza di increspatura durante i successivi due. Durante la seconda giornata di rilevamenti è stata indicata assenza di increspature mentre l'ultima giornata è stata caratterizzata da significativa presenza di schiuma durante i primi 4 rilevamenti e presenza sporadica durante il 4° rilevamento.

Nell' **Allegato E** sono riportati i dati meteorologici e di esercizio del Terminale che hanno distinto la Quarta Campagna:

- I dati relativi alle condizioni del mare sono stati ricavati dalla sonda di monitoraggio installata sul Mooring Dolphin ovest;
- i dati relativi alla radiazione solare sono stati ricavati dalla stazione presente sul Mooring Dolphin est. I rimanenti dati aria (temperatura, direzione e velocità del vento), a causa del malfunzionamento della trasmissione di segnale cominciata il 09/08/2021, sono stati ricavati dalla stazione posta in corrispondenza dell'elideck.

Durante la Quarta Campagna, la distribuzione delle schiume è stata variabile attorno al Terminale. Il telemetro è stato posizionato nei punti che garantivano una completa copertura delle aree interessate e si precisa che per ogni rilevamento eseguito sono state acquisite tutte le misure previste in funzione della distanza della schiuma dal Terminale. Di seguito, si riporta il dettaglio dei 14 rilevamenti effettuati nelle tre giornate:

Rilevamenti del 25 agosto 2021

I rilevamenti n. 1-2-3-4-5 sono stati eseguiti rispettivamente dalle 9:05 alle 9:28, dalle 10:05 alle 10:25, dalle 11:15 alle 11:36, dalle 13:02 alle 13:24 e dalle 14:08 alle 14:30. Il primo e il secondo rilievo sono stati acquisiti dai punti 9 e 5 (2 sotto-rilevamenti per ciascuno), caratterizzati da una schiuma in direzione sud, sud-ovest. Il terzo rilievo, essendoci presenza di schiuma a sud del Terminale è stato acquisito dal punto 6. Il quarto e il quinto rilievo sono stati invece caratterizzati da schiuma in sud e sud-est e i punti di acquisizione sono stati il 5 e il 6 (anche in questo caso 2 sotto-rilevamenti per ciascun rilievo).

Nella prima giornata della Quarta Campagna, la massima distanza della schiuma registrata dal telemetro è stata di 663 metri (2° rilevamento).

Rilevamenti del 26 agosto 2021

Tutti i rilevamenti della seconda giornata di monitoraggio sono stati acquisiti posizionando il telemetro sul punto 6 da cui è stata identificata schiuma a sud del Terminale. La massima distanza delle schiume è stata di 588 metri, registrata durante il rilevamento numero 9.

I 4 rilevamenti della seconda giornata sono stati eseguiti rispettivamente dalle 10:08 alle 10:27, dalle 11:20 alle 11:40, dalle 12:32 alle 12:50 e dalle 13:45 alle 14:02.

Rilevamenti del 27 agosto 2021

I monitoraggi numero 10-11-12-13-14 sono stati acquisiti rispettivamente dalle 9:02 alle 9:22, dalle 10:12 alle 10:34, dalle 11:24 alle 11:42, dalle 13:02 alle 13:22 e dalle 14:04 alle 14:21. La massima distanza della schiuma è stata rilevata dal punto 10, ad una distanza di 747 metri, durante il primo rilevamento di giornata (10° rilevamento della quarta campagna), in direzione ovest. Questa distanza rappresenta inoltre la massima misurata durante il corso della Quarta Campagna. I rimanenti rilevamenti hanno identificato schiuma in direzione sud, est (11° rilevamento) e in direzione sud, con estensioni sia verso sud-ovest che verso sud-est nei rimanenti 3 rilevamenti di giornata (12°, 13° e 14° rilevamento)

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

L'imbarcazione di supporto al monitoraggio ha effettuato delle fotografie integrative al fine di oggettivare lo stato e la consistenza della schiuma rilevata dal telemetro durante la giornata del 26 agosto; non ha potuto invece fornire supporto al monitoraggio nelle giornate del 25 e 27 agosto, a causa di condizioni di maltempo. Durante le perlustrazioni del perimetro dell'area posta intorno al Terminale a 1,5 e 3 miglia nautiche dal GBS, eseguita al fine di verificare l'eventuale presenza di schiume con caratteristiche tali da non poter essere rilevata dal telemetro, l'imbarcazione non ha segnalato presenza di schiume né oltre le 1,5 né oltre le 3 miglia nautiche dal Terminale.

5.5 5° Campagna

Durante la quinta campagna di monitoraggio (di seguito, la "**Quinta Campagna**") sono stati eseguiti un totale di 12 rilevamenti dal I livello del GBS nelle giornate del 13, 14 e 15 ottobre 2021. La quinta campagna è stata caratterizzata da condizioni soleggiate durante tutto il corso delle giornate di monitoraggio. Per quanto riguarda le condizioni del mare viene segnalata una sporadica presenza di increspatura durante i primi 2 rilevamenti e presenza significativa di increspatura durante i successivi due della prima giornata. Durante la seconda giornata è stata rilevata presenza sporadica di increspatura esclusivamente durante

RAPPORTO ANNUALE DEL MONITORAGGIO DELLE SCHIUME	Terminale GNL Adriatico srl
Periodo febbraio-dicembre 2021	Doc. 490-P22-JAN-ALN Rev. 0 del 29/04/2022

il 7° rilevamento (3° della seconda giornata) e assenza di increspatura durante gli altri 3 rilevamenti. Durante l'ultima giornata di rilevamento è stata riscontrata significativa presenza di increspatura per tutti e 4 i rilevamenti.

Nell' **Allegato F** sono riportati i dati meteorologici e di esercizio del Terminale che hanno contraddistinto la Quinta Campagna:

- i dati relativi alle condizioni del mare sono stati ricavati dal *Mooring Dolphin est* per il giorno 13 ottobre. I dati riferiti alle giornate del 14 e 15 ottobre sono stati invece ricavati dal *Mooring Dolphin ovest*;
- i dati relativi al comparto aria sono stati ricavati dalla stazione meteorologica presente sul *Mooring Dolphin est*.

Durante la Quinta Campagna, la distribuzione delle schiume è stata prevalentemente orientata in direzione sud e in direzione sud-ovest; durante il rilevamento 8 è stata registrata schiuma in direzione nord-ovest. Il telemetro è stato posizionato nei punti 6, 9 e 10 che hanno garantito una completa copertura delle aree interessate. Si precisa che per ogni rilevamento eseguito sono state acquisite tutte le misure previste in funzione della distanza della schiuma dal Terminale. Di seguito, si riporta il dettaglio dei 12 rilevamenti effettuati nelle tre giornate:

Rilevamenti del 13 ottobre 2021

I rilevamenti n. 1-2-3-4 sono stati eseguiti rispettivamente dalle 10:47 alle 11:05, dalle 12:00 alle 12:14, dalle 13:06 alle 13:21 e dalle 14:05 alle 14:25. Dato che la schiuma si estendeva in direzione sud-ovest, i primi tre rilievi sono stati effettuati dal punto 9 della piattaforma che garantisce una completa copertura della direzione interessata. Il quarto rilievo è stato invece effettuato tramite due sotto-rilevamenti dai punti 6 e 10 che garantiscono anch'essi una completa copertura della zona.

Nella prima giornata della Quinta Campagna, la massima distanza della schiuma registrata dal telemetro è stata di 820 metri (1° rilevamento). Tale distanza rappresenta la massima rilevata durante la Quinta Campagna.

Rilevamenti del 14 ottobre 2021

I rilevamenti n. 5-6-7-8 sono stati eseguiti rispettivamente dalle 9:53 alle 10:17, dalle 11:15 alle 11:29, dalle 12:21 alle 12:34 e dalle 13:28 alle 13:42. Il rilevamento 5 è stato effettuato posizionando il telemetro sul punto 6 mentre i successivi 3 sono stati suddivisi ciascuno in 2 sotto-rilevamenti dai punti 6 e 10.

La massima distanza della schiuma è stata rilevata durante il rilevamento 8, nel quale, è stata misurata una distanza massima di 614 metri in direzione nord-ovest.

Rilevamenti del 15 ottobre 2021

I rilevamenti n. 9-10-11-12 sono stati eseguiti rispettivamente dalle 9:53 alle 10:09, dalle 10:54 alle 11:15, dalle 12:02 alle 12:23 e dalle 13:19 alle 13:30. Il telemetro è stato posizionato presso il punto 6 per il rilevamento 11 e presso i punti 6 e 10 per i rimanenti 3 di giornata (due sotto-rilevamenti ciascuno).

La massima distanza della schiuma è stata identificata durante il terzo rilevamento di giornata (rilievo 11), in direzione sud, con una lontananza di 181 metri dal Terminale.

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

L'imbarcazione di supporto al monitoraggio ha effettuato delle fotografie integrative al fine di oggettivare lo stato e la consistenza della schiuma rilevata dal telemetro durante tutte e 3 le giornate di monitoraggio. Durante le perlustrazioni del perimetro dell'area posta intorno al Terminale a 1,5 e 3 miglia nautiche dal GBS, eseguita al fine di verificare l'eventuale presenza di schiume con caratteristiche tali da non poter essere rilevata dal telemetro, l'imbarcazione non ha segnalato presenza di schiume né oltre le 1,5 né oltre le 3 miglia nautiche dal Terminale.

5.6 6° Campagna

Durante la sesta campagna di monitoraggio (di seguito, la "**Sesta Campagna**") sono stati eseguiti un totale di 11 rilevamenti dal I livello del GBS nelle giornate del 30 novembre e nei giorni 1 e 2 dicembre 2021. La sesta campagna è stata caratterizzata da condizioni metereologiche soleggiate durante i primi due giorni di monitoraggio e da pioggia il terzo ed ultimo giorno. Per quanto riguarda le condizioni del mare, la giornata del 30 novembre è stata caratterizzata da una significativa presenza di increspatura. Nelle successive due giornate di monitoraggio invece viene segnalata assenza di increspatura.

Nell' **Allegato G** sono riportati i dati meteomarini e di esercizio del Terminale che hanno caratterizzato la Quarta Campagna.

- i dati relativi alle condizioni del mare sono stati ricavati dalla sonda di monitoraggio installata sul *Mooring Dolphin ovest* e dalla boa oceanografica;
- i dati relativi al comparto aria sono stati ricavati dalla stazione metereologica presente sul *Helideck*.

Durante la sesta Campagna, la distribuzione delle schiume è stata prevalentemente orientata in direzione est, sud-est, sud ed in prossimità della piattaforma. Si precisa che per ogni rilevamento eseguito sono state acquisite tutte le misure previste in funzione della distanza della schiuma dal Terminale. Di seguito, si riporta il dettaglio degli 11 rilevamenti effettuati nelle tre giornate:

Rilevamento del 30 novembre 2021

I rilevamenti n. 1-2-3 sono stati eseguiti rispettivamente dalle 11:16 alle 11:35, dalle 12:35 alle 12:49, e dalle 13:50 alle 14:02. Dato che la schiuma si estendeva in direzione est e sud-est, i rilievi sono stati effettuati dal punto 5 della piattaforma garantendo così una completa copertura della direzione interessata.

Nella prima giornata della Sesta Campagna, la massima distanza della schiuma registrata dal telemetro è stata di 294 metri, durante il 1° rilevamento, in direzione est.

Rilevamento del 1° dicembre 2021

I rilevamenti n. 4-5-6-7 sono stati eseguiti rispettivamente dalle 9:25 alle 9:45, dalle 10:34 alle 10:56, dalle 11:41 alle 12:01 e dalle 12:53 alle 13:13. La schiuma è stata rilevata a sud-est del Terminale.

Il telemetro è stato posizionato nei punti di monitoraggio 5 e 6. Nella seconda giornata della Sesta Campagna, la massima distanza della schiuma registrata dal telemetro è stata di 600 metri, durante il 5° rilevamento, in direzione sud-est. Tale distanza rappresenta inoltre la massima misurata durante il corso della Sesta Campagna.

Rilevamento del 2 dicembre 2021

I rilevamenti n. 8-9-10-11 sono stati eseguiti rispettivamente dalle: 9:25 alle 9:46, dalle 10:34 alle 10:51, dalle 11:34 alle 11:52 e dalle 12:43 alle 13:00.

Nella terza giornata della Sesta Campagna, la massima distanza di schiuma registrata dal telemetro è stata di 259 metri, durante l'8° rilevamento in direzione sud-est. Si segnala che durante il nono rilevamento non è stato possibile effettuare misure con il telemetro, a causa della pioggia troppo intensa.

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

L'imbarcazione di supporto al monitoraggio ha effettuato delle fotografie integrative al fine di oggettivare lo stato e la consistenza della schiuma rilevata dal telemetro durante le giornate del 30 novembre, 1 e 2 dicembre. Durante le perlustrazioni del perimetro dell'area posta intorno al Terminale a 1,5 e 3 miglia nautiche dal GBS, eseguita al fine di verificare l'eventuale presenza di schiume con caratteristiche tali da non poter essere rilevata dal telemetro, l'imbarcazione non ha segnalato presenza di schiume né oltre le 1,5 né oltre le 3 miglia nautiche dal Terminale.

6 ANALISI DEI DATI: PERIODO GIUGNO 2013 – DICEMBRE 2021

Per l'anno 2021 di monitoraggio della schiuma sono stati eseguiti complessivamente 73 rilevamenti. Per ciascuno di essi sono state acquisite le seguenti informazioni:

- Data di esecuzione del rilievo (stagionalità);
- Distanza massima rilevata dal telemetro;
- Aria:
 - Temperatura °C;
 - Vento (direzione e velocità);
 - Condizione meteorologiche (soleggiato – nuvoloso – pioggia);
 - Radiazione solare (W/m²);
- Mare:
 - Onda (direzione, altezza, periodo);
 - Corrente (velocità e 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;
 - Concentrazione O₂ dell'acqua scaricata.

I dati ottenuti sono stati accorpato a quelli relativi al periodo di monitoraggio giugno 2013 – dicembre 2021, al fine di valutare un campione di misure su una più lunga scala temporale. Anche per il periodo febbraio 2021 – dicembre 2021 non si riportano di seguito dettagli circa i dati di temperatura dell'aria, condizioni meteorologiche, radiazione solare, pH dell'acqua scaricata e concentrazione di O₂ dell'acqua scaricata, in quanto, dai dati in possesso, non risulta che vi siano correlazioni significative con la distanza della schiuma registrata in ciascuna Campagna di Monitoraggio. Ci si riserva la possibilità di inserire future eventuali trattazioni in merito a tali parametri, qualora dovessero emergere possibili elementi di correlazione durante i futuri monitoraggi.

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

- Data di esecuzione del rilievo (stagionalità – fattore naturale);
- Aria (fattore naturale):
 - Vento (direzione e velocità);

- Condizione metereologiche (soleggiato – nuvoloso – pioggia);
- 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

Nell'ambito delle attività di monitoraggio di cui al presente rapporto (monitoraggio febbraio 2021 – dicembre 2021), le distanze massime osservate si collocano in un intervallo compreso tra i 559 m di febbraio e gli 820 m di ottobre.

La Figura 10 mostra il diagramma di dispersione di "Stagionalità vs Massima distanza della schiuma" rilevata mediante il telemetro per il set di dati complessivo (periodo giugno 2013 – dicembre 2021).

I dati descrivono un andamento del parametro "Massima distanza della schiuma" correlabile alla stagionalità per i primi tre anni di monitoraggio (ad eccezione di ottobre 2013 e ottobre 2015), dove le massime distanze rilevate all'interno dell'anno di monitoraggio si ripetevano nel mese di giugno. Negli anni di monitoraggio successivi, incluso il 2021 che presenta una tendenza molto simile a quella del 2020, l'andamento del parametro "Massima distanza della schiuma" appare non più correlabile univocamente con la stagionalità. Questo potrebbe essere dovuto al fatto che le condizioni meteomarine (temperatura dell'acqua di mare e la velocità del vento) riscontrate durante alcuni monitoraggi non hanno rappresentato le condizioni tipiche della singola stagione.

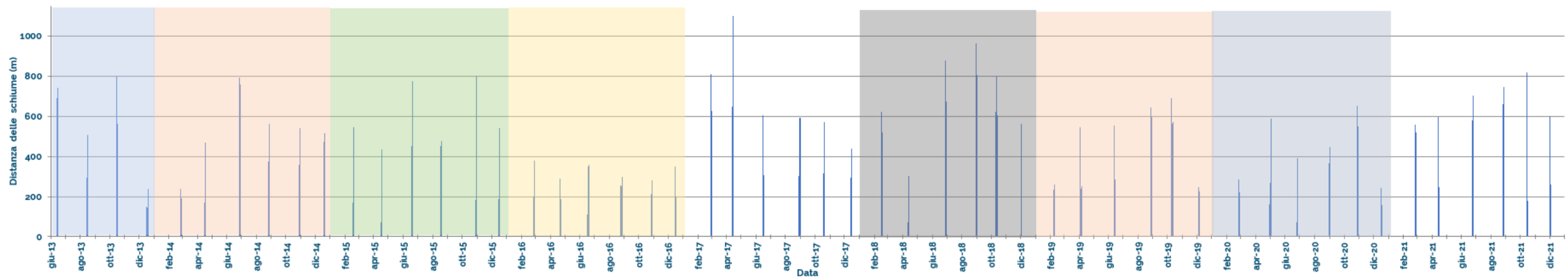


Figura 10: Diagramma di dispersione di "Stagionalità vs Massima distanza della schiuma"

6.2 Correlazione tra massima distanza delle schiume e velocità del vento

La Figura 11 mostra il diagramma di dispersione di "Velocità vento vs Massima distanza della schiuma". L'andamento finora osservato conferma che 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 è stata osservata la schiuma.

Inoltre, si precisa che, nel grafico Figura 11, i dati relativi all'anno 2021 sono stati evidenziati con colore diverso (rosso scuro); lo stesso vale anche per i grafici successivi.

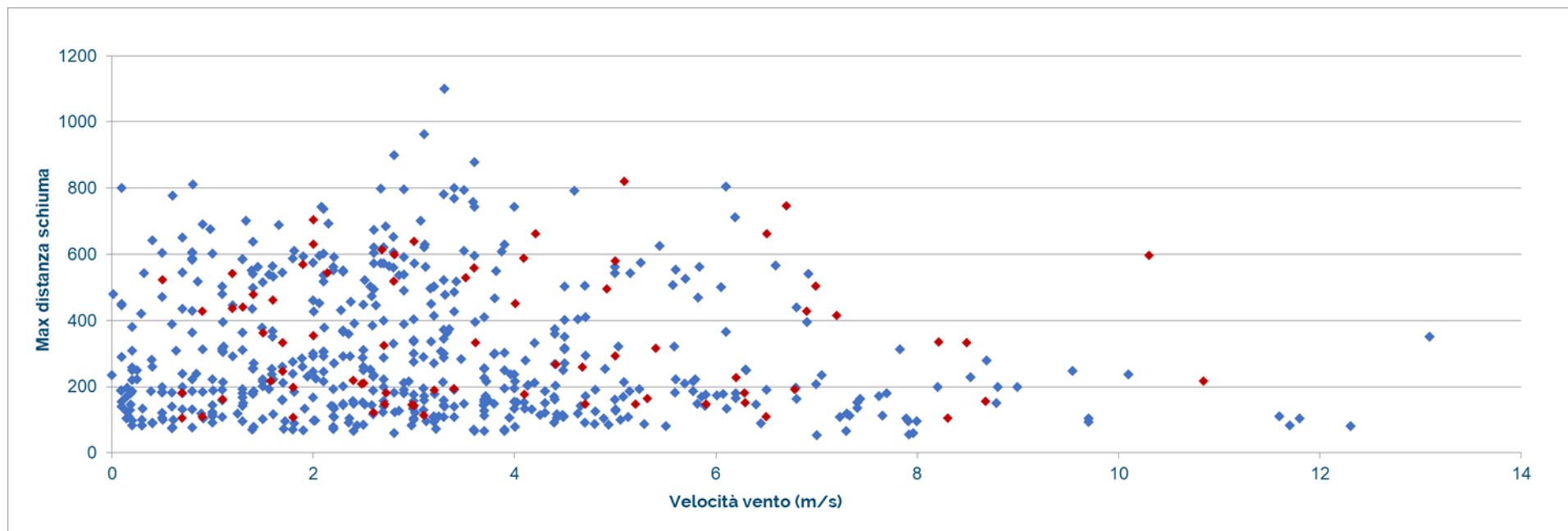


Figura 11 Diagramma di dispersione di "Velocità vento vs Massima distanza della schiuma" (periodo complessivo giugno 2013 - dicembre 2021)

RAPPORTO ANNUALE DEL MONITORAGGIO DELLE SCHIUME	Terminale GNL Adriatico srl
Periodo febbraio-dicembre 2021	Doc. 490-P22-JAN-ALN Rev. 0 del 29/04/2022

6.3 Correlazione tra la massima distanza delle schiume e i dati marini

Di seguito si riportano i risultati relativi alla correlazione tra la distanza della schiuma rilevata e le condizioni meteorologiche intese come presenza di pioggia, nuvolosità o tempo soleggiato.

Dalla Figura 12 si evince che nella maggior parte dei casi la presenza di pioggia limita la dispersione delle schiume. Durante il verificarsi di episodi piovosi, si registrano schiume al di sotto dei 300 metri di distanza dal Terminale ad esclusione di un episodio.

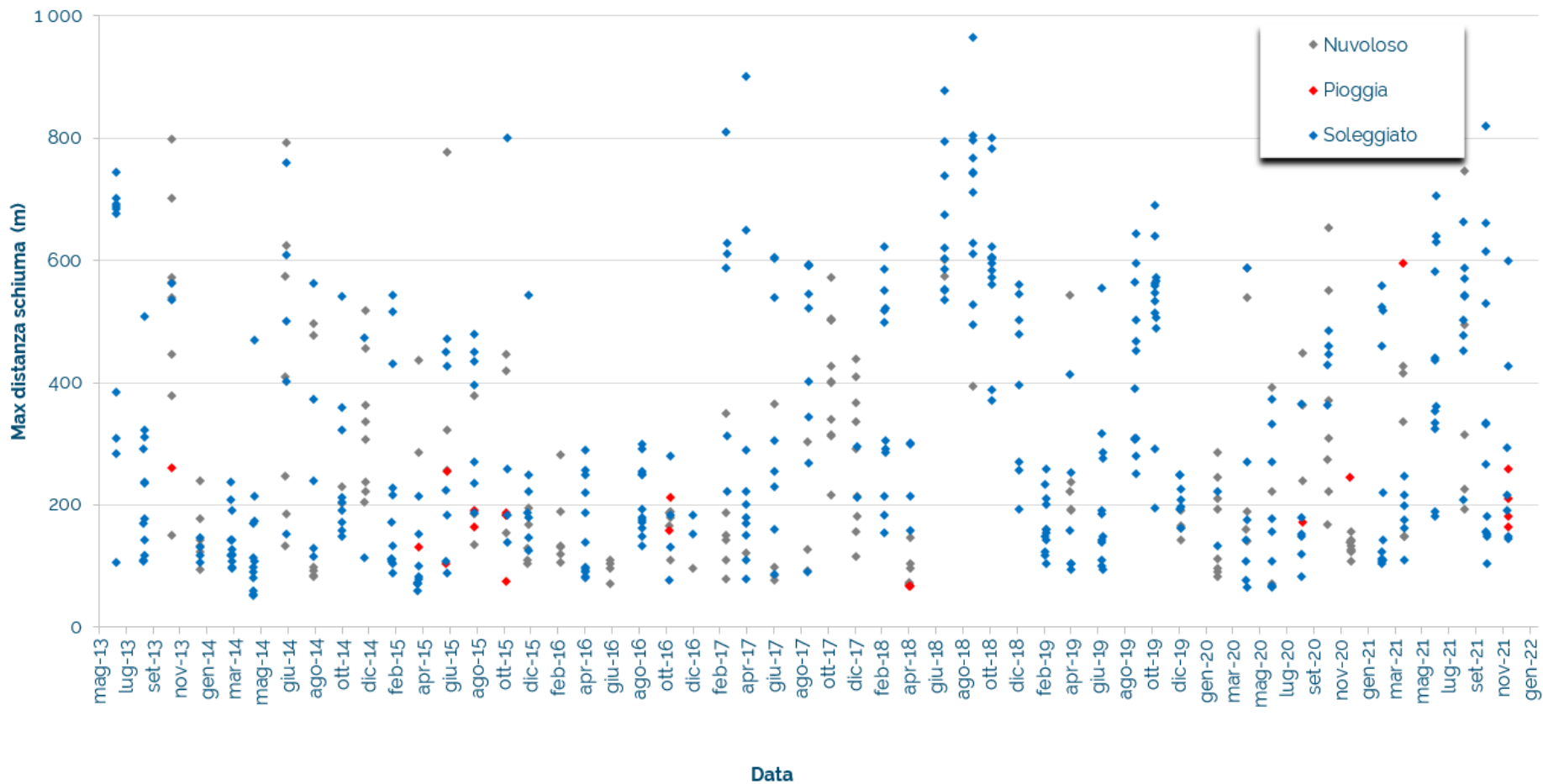


Figura 12: Diagramma di dispersione "Condizioni meteorologiche vs Distanza delle schiume" (periodo complessivo giugno 2013 - dicembre 2021)

6.4 Correlazione tra massima distanza delle schiume e velocità della corrente marina

Di seguito si riportano i risultati delle valutazioni sulla correlazione tra la distanza della schiuma e i dati velocità della corrente, increspatura della superficie e temperatura dell'acqua prelevata dal Terminale.

La Figura 13 mostra il diagramma di dispersione di "Velocità corrente mare vs Massima distanza della schiuma". Dalla figura si evince, come già osservato anche nei rapporti precedenti, che al crescere della velocità della corrente marina diminuisce la massima distanza alla quale sono state osservate le schiume. In particolare, la maggior parte dei dati registrati, comprese tutte le massime distanze superiori ai 600 m, risultano raggruppati per velocità della corrente inferiore o vicina a 0,20 m/s.

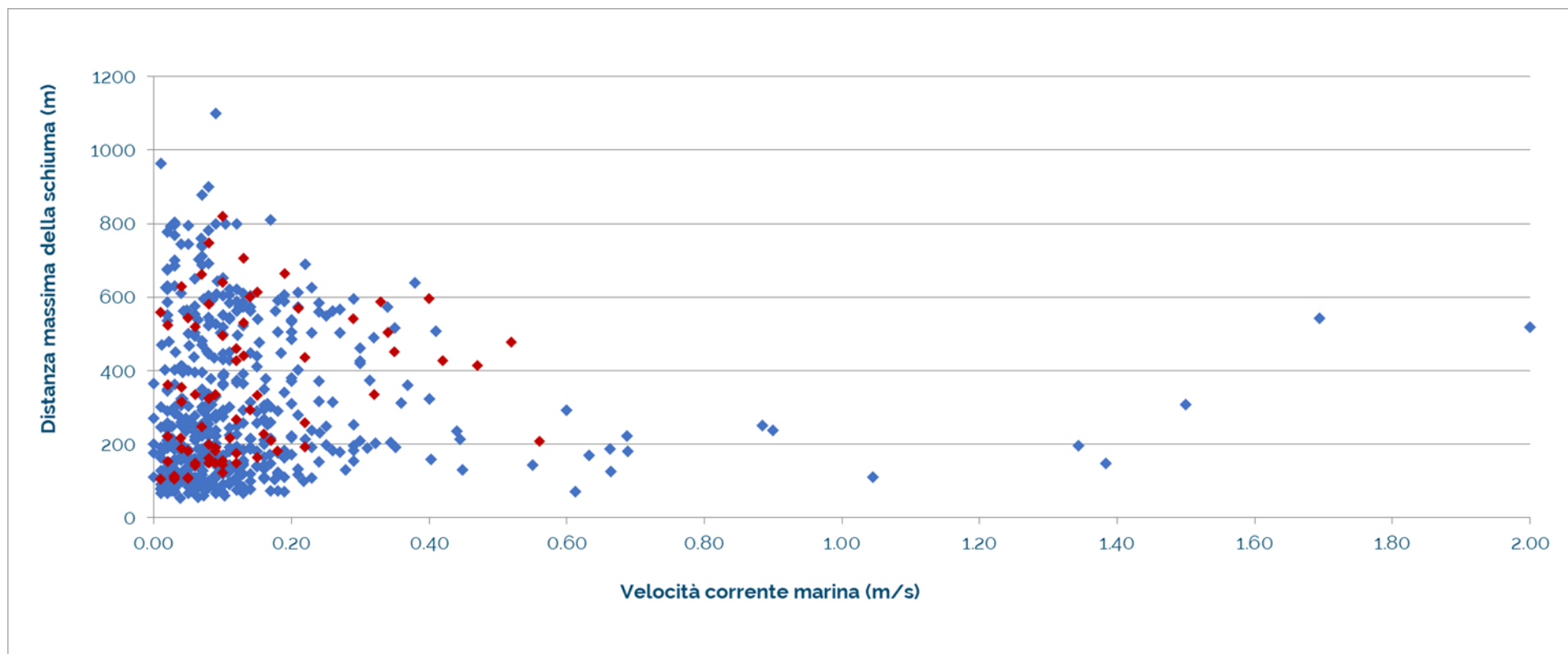


Figura 13: Diagramma di dispersione di "Velocità corrente mare vs Massima distanza della schiuma" (periodo complessivo giugno 2013 - dicembre 2021)

La Figura 14 mostra il diagramma di dispersione "Incrispatura mare vs Massima distanza della schiuma". Dal grafico si osserva che la maggior parte delle distanze massime raggiunte dalla schiuma sono state rilevate in condizioni di assenza di increspatura del mare

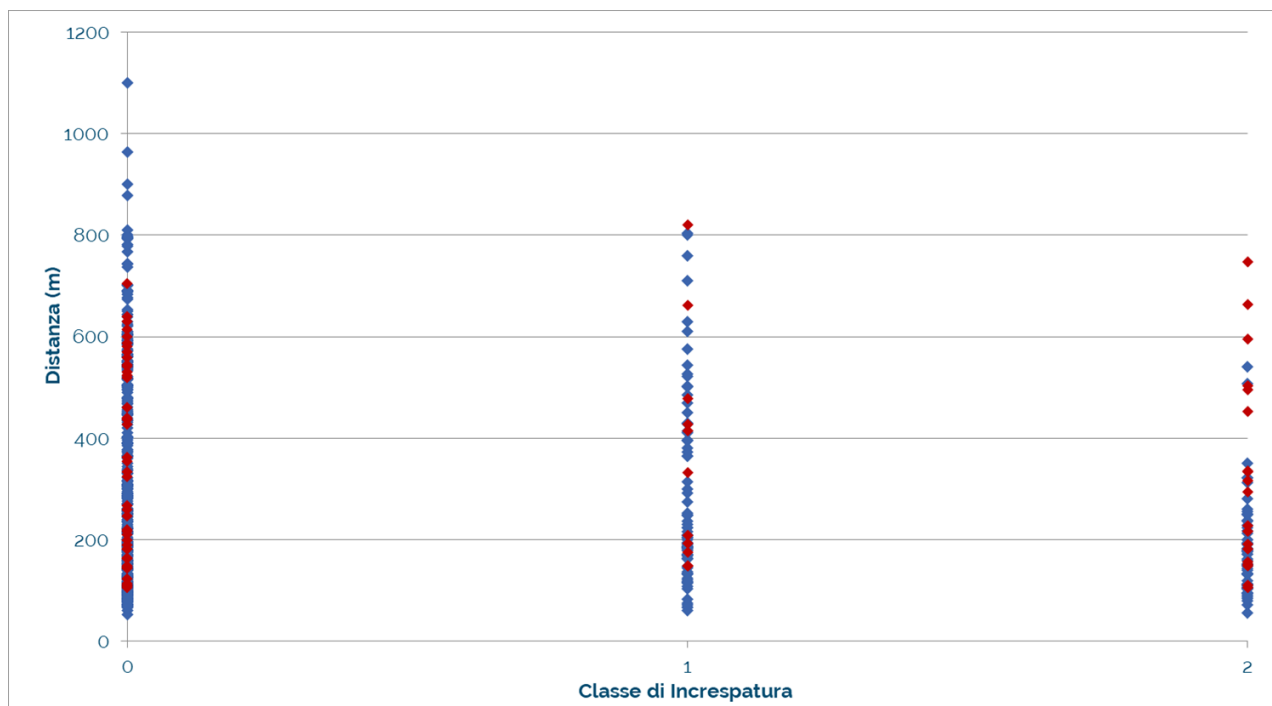


Figura 14. Diagramma di dispersione "Incrispatura mare vs Max distanza schiuma". Dove 0 = increspatura assente; 1 = increspatura sporadica; 2 = significativa presenza di increspatura

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

La Figura 15 mostra il diagramma di dispersione di "Temperatura acqua di mare vs Massima distanza della schiuma". In corrispondenza del range di temperatura compresa tra i 17° C e i 23° C circa si sono rilevate le maggiori massime distanze della schiuma misurate col telemetro. Sotto i 15° C di temperatura le distanze a cui viene rilevata la schiuma sono contenute, fatta eccezione per la massima distanza pari a 1100 m rilevata dall'imbarcazione durante la Seconda Campagna di monitoraggio dell'anno 2017.

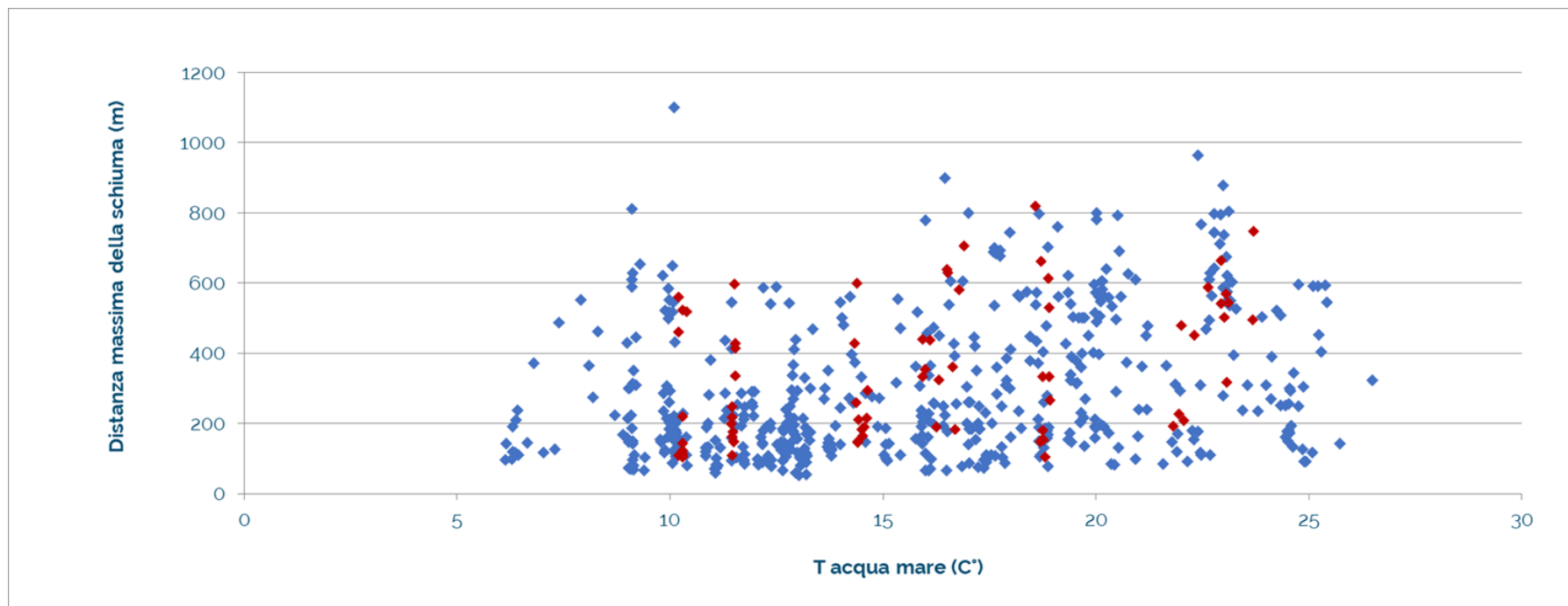


Figura 15: Scatter plot di "Temperatura acqua mare vs Massima distanza della schiuma" (periodo complessivo giugno 2013 - dicembre 2021)

6.5 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 delle schiume e i parametri operativi del Terminale (fattori antropici) ritenuti di interesse:

- 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 16 mostra il diagramma di dispersione 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 di acqua mare scaricata, in particolare nel range dai 19.000 (n. 3 ORV in marcia) ai 25.000 m³/h circa (n. 4 ORV in marcia). In ogni caso, la maggioranza delle distanze rilevate come è evidente non supera i 600 m dal Terminale. Le distanze oltre i 600 m, registrate con portate associabili a 3 o 4 ORV in marcia, rappresentano circa il 9 % delle osservazioni raccolte nel medesimo regime di portata.

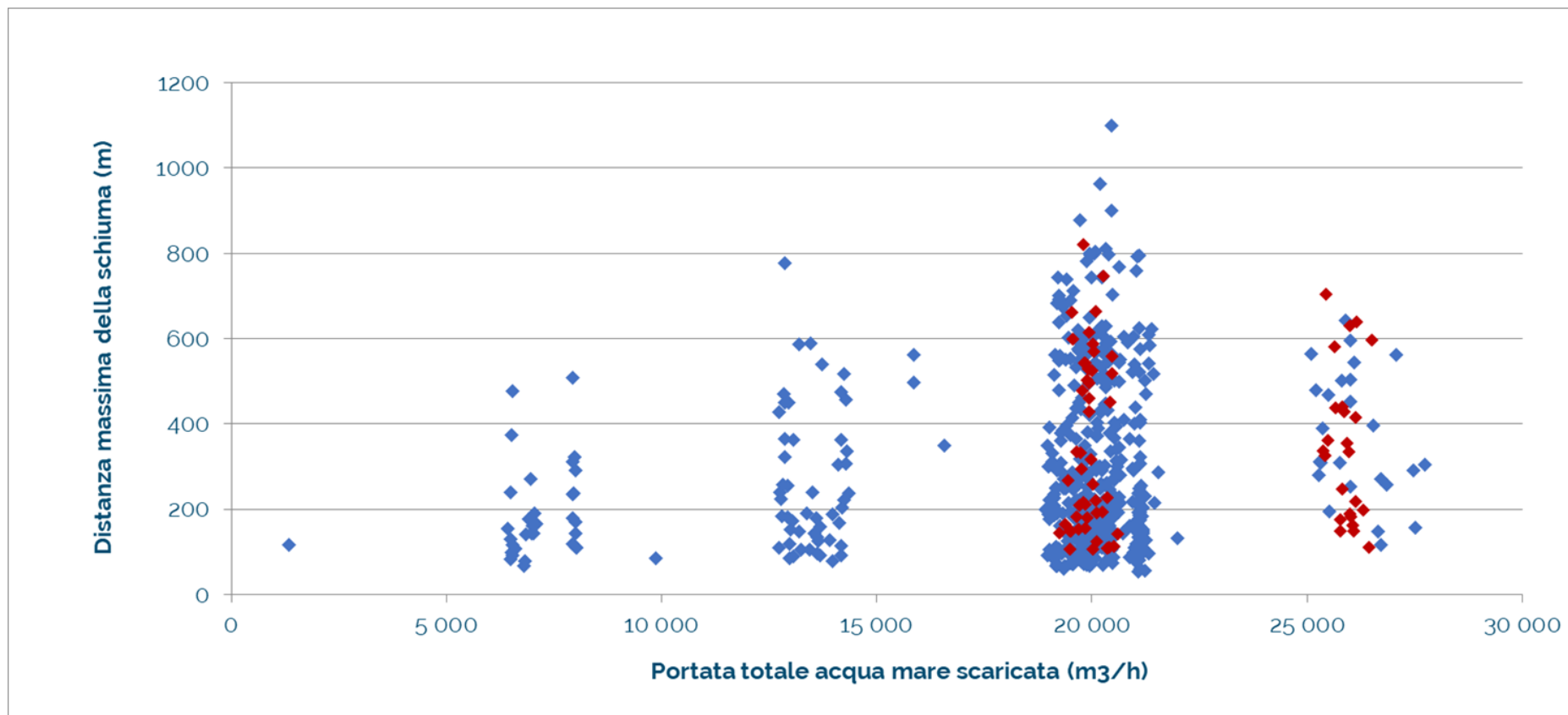


Figura 16: Scatter plot di "Portata acqua mare scaricata" vs "Massima distanza della schiuma". (periodo complessivo giugno 2013 - dicembre 2021)

RAPPORTO ANNUALE DEL MONITORAGGIO DELLE SCHIUME	Terminale GNL Adriatico srl
Periodo febbraio-dicembre 2021	Doc. 490-P22-JAN-ALN Rev. 0 del 29/04/2022

La Figura 17 mostra il diagramma di dispersione di "ΔT vs Massima distanza della schiuma". Si osserva un raggruppamento di massime distanze della schiuma misurate col telemetro, localizzato in corrispondenza di $\Delta T > 3$ °C, al di sotto dei quali solo due distanze superano i 600 m.

Tuttavia, già a poche decine di metri dal Terminale, come riportato nelle relazioni di monitoraggio eseguite da ISPRA e da OGS durante la fase di esercizio del Terminale⁴, 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 della schiuma) non sembrerebbe, quindi, collegata direttamente al ΔT in sé, quanto piuttosto alla temperatura dell'acqua mare prelevata (Figura 17). Con ΔT superiore a 3°C sono state rilevate più frequentemente distanze della schiuma inferiori a 600 m (circa il 69% sul totale dei rilievi dal 2013) rispetto a quelle superiori ai 600 m (circa il 9% sul totale dei rilievi dal 2013).

⁴ 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; "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 IV Anno di monitoraggio (34 E) aprile 2014 - prot. 0056480 del 14 dicembre 2015. Relazioni OGS: "Campagna di monitoraggio ambientale del Terminale di Rigassificazione Adriatic LNG e della condotta di collegamento alla Terraferma, Fase di esercizio - secondo quinquennio Area del Terminale - I anno: Indagini su colonna d'acqua, sedimenti, comunità planctonica e macrozoobenthos- Prot. ALNG-0256/18 del 21 dicembre 2018; "Campagna di monitoraggio ambientale del Terminale di Rigassificazione Adriatic LNG e della condotta di collegamento alla Terraferma, Fase di esercizio - secondo quinquennio Area del Terminale - II anno: Indagini su colonna d'acqua, sedimenti, comunità planctonica e macrozoobenthos- Prot. ALNG-0151/19 del 12 agosto 2019.

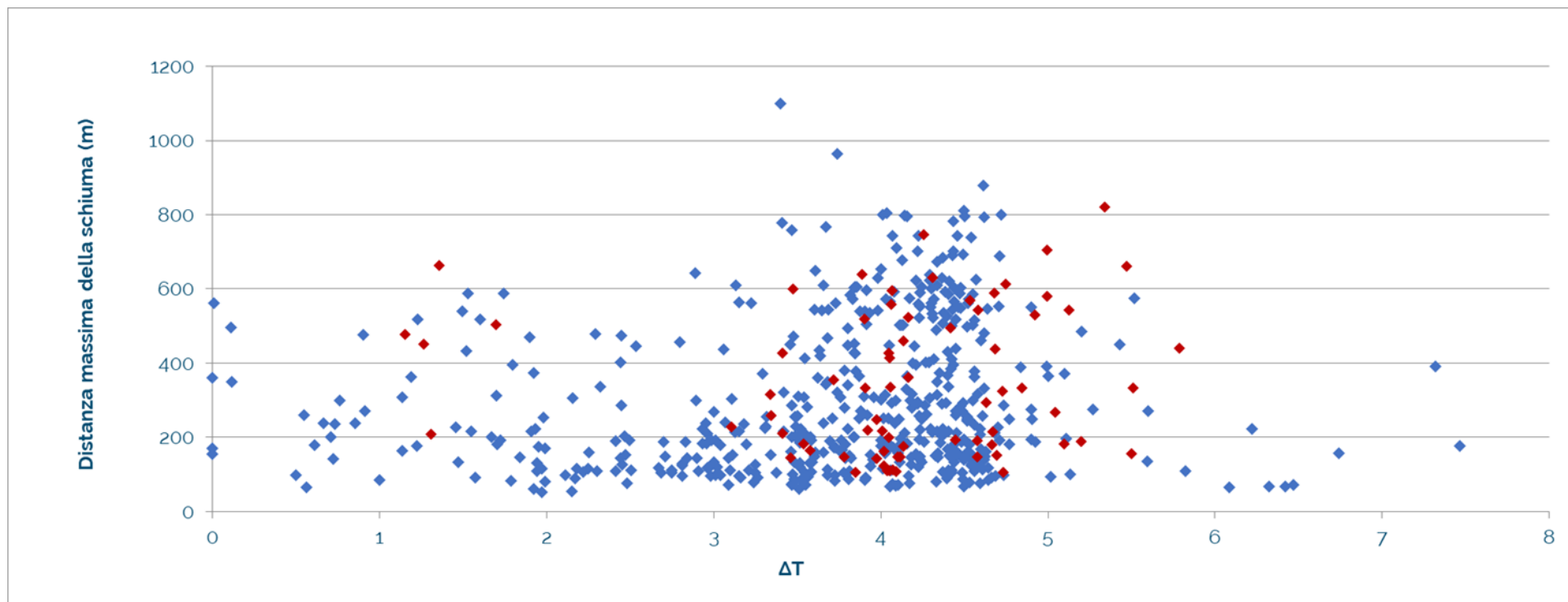


Figura 17: Scatter plot di ' ΔT ' vs 'Massima distanza della schiuma' (periodo complessivo giugno 2013 - dicembre 2021):

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

In ultimo la Tabella 4 sottostante riporta, a partire dal primo anno di monitoraggio, i dati delle sole misure che hanno riscontrato una distanza della schiuma oltre i 500 metri dal Terminale, in corrispondenza della direzione del vento, della corrente superficiale e delle onde registrate. Si specifica inoltre il giorno, il numero della campagna e del rilievo (da 1 a 12). Come si può evincere dalla Tabella 4, non c'è un'evidente correlazione tra la direzione di vento/corrente/onde e distanza misurata. In **Allegato K** si riporta invece la stessa tabella completa anche delle misure inferiori a 500 metri.

Data	Campagna N°	Rilievo N°	Max distanza schiuma (m)	Direzione vento	Direzione corrente superficiale	Direzione onde
12/06/2013	1	1	688	SE	ENE	ESE
13/06/2013		4	684	NNW	WSW	SSW
13/06/2013		5	692	NNE	WSW	SE
13/06/2013		6	677	W	E	ESE
14/06/2013		8	744	NW	ESE	ESE
14/06/2013		9	701	NW	E	SSW
14/10/2013	2	1	798	NW	ENE	ENE
15/10/2013		2	702	WNW	ENE	E
26/06/2014	2A	7	793	SE	E	NE
26/06/2014		8	625	SSE	S	NE
27/06/2014		9	609	NNE	WSW	E
27/06/2014		12	759	NNE	SE	E
19/06/2015	2B	9	778	E	NNE	SE
30/10/2015	5B	10	800	N	S	N
27/02/2017	1C	2	810	NNW	S	WSW
01/03/2017		10	629	ENE	WNW	ENE
01/03/2017		11	610	SSE	N	NNW
12/04/2017	2C	1	650	N	WNW	NE
13/04/2017		7	1100	SE	ENE	SE
14/04/2017		9	900	SE	SW	SE
15/06/2017	3C	5	604	NNW	WSW	SE
15/06/2017		7	605	NNW	SW	NE
15/02/2018	1D	6	622	ENE	E	ENE
27/06/2018	3D	1	795	ESE	ENE	SE

Data	Campagna N°	Rilievo N°	Max distanza schiuma (m)	Direzione vento	Direzione corrente superficiale	Direzione onde
27/06/2018		2	878	E	ENE	ENE
27/06/2018		3	738	SE	NE	SE
28/06/2018		5	674	WNW	SSW	SE
28/06/2018		6	621	NW	N	SW
29/06/2018		11	602	NE	S	SE
29/06/2018		12	603	NE	SSW	SW
29/08/2018	4D	1	744	N	N	ENE
29/08/2018		2	629	N	N	SE
29/08/2018		4	610	N	N	SW
30/08/2018		5	743	E	N	SE
30/08/2018		6	796	ESE	N	SE
30/08/2018		7	964	ESE	N	SE
30/08/2018		8	768	SE	N	SE
31/08/2018		9	711	SE	N	WSW
31/08/2018		10	804	SE	N	SW
10/10/2018		5D	2	622	ENE	SE
11/10/2018	6		782	ENE	ESE	W
11/10/2018	7		800	E	WSW	NW
12/10/2018	9		604	NW	ENE	SSW
12/10/2018	10		606	NW	ENE	SE
12/10/2018	11		606	NNW	E	SE
03/04/2019	2E	4	544	SSE	E	ENE
12/06/2019	3E	4	554	SE	W	W
26/08/2019	4E	1	564	ENE	WSW	NW
27/08/2019		8	643	N	N	WSW
28/08/2019		9	503	NNE	E	NNE
28/08/2019		11	596	NNE	E	SE
09/10/2019	5E	1	639	SSW	SSW	ENE
09/10/2019		2	559	SSW	ESE	ENE
09/10/2019		3	533	WSW	121	WSW
09/10/2019		4	690	SE	E	ESE
10/10/2019		7	548	NW	S	NE
10/10/2019		8	562	NW	S	NE
10/10/2019		9	515	NNW	SSW	NE

Data	Campagna N°	Rilievo N°	Max distanza schiuma (m)	Direzione vento	Direzione corrente superficiale	Direzione onde
11/10/2019		10	566	N	SSW	ENE
11/10/2019		11	506	NNE	S	SW
11/10/2019		12	572	N	SSW	SW
1/05/2020	2F	9	588	ESE	NE	NNE
1/05/2020		10	540	SSW	NNE	NNE
1/05/2020		11	587	ESE	E	NE
28/10/2020	5F	8	653	NW	SSW	W
29/10/2020		9	551	NW	SSW	SSW
24/02/2021	1G	1	559	SE	S	NW
25/02/2021		6	524	SE	ESE	N
26/02/2021		9	519	SE	SE	NW
13/04/2021	2G	2	596	NE	S	ENE
22/06/2021	3G	4	581	S	SW	ENE
24/06/2021		9	705	NW	W	ENE
24/06/2021		10	630	NNW	NNW	SW
24/06/2021		12	639	ESE	NNE	SE
25/08/2021	4G	1	503	NE	SSW	NNW
25/08/2021		2	663	ENE	S	NE
26/08/2021		6	544	NW	SSW	SW
26/08/2021		7	570	WNW	SSW	NE
26/08/2021		8	542	NE	SSW	NE
26/08/2021		9	588	SE	S	SW
27/08/2021		10	747	ESE	NW	NE
13/10/2021	5G	1	820	NE	NNE	SE
13/10/2021		2	662	ENE	NNE	SE
14/10/2021		6	530	ENE	E	NE
14/10/2021		8	614	NE	NE	ENE
01/12/2021	6G	5	600	WNW	ENE	WSW

Tabella 4: Dati di distanza massima delle schiume, della direzione della corrente marina, dell'onda e del vento registrati durante ciascun rilevamento nel caso in cui la distanza della schiuma sia maggiore di 500 metri

6.7 Confronto tra rosa dei venti e massima distanza della schiuma

Al fine di valutare in maniera più approfondita e ricavare una possibile relazione tra i dati presentati nella tabella precedente (e in allegato K) e la distanza della schiuma dal Terminale è stato svolto un confronto tra:

- La rosa dei venti, calcolata a partire dai dati del Terminale, con le *misurazioni di velocità e direzione del vento* estratti in corrispondenza dei rilevamenti effettuati dal 2013 (ovvero n.12 misurazioni in corrispondenza delle massime distanze della schiuma individuate dal telemetro per ogni rilevamento (circa 12 punti per campagna). Tale rappresentazione è stata ricavata utilizzando il software WRPLOT View – Freeware;
- La rappresentazione cartografica dei punti che rappresentano le distanze massime della schiuma individuate dal telemetro per ogni rilevamento (circa 12 punti per campagna); ogni punto della mappa, inoltre, è caratterizzato ad un intervallo di velocità del vento (contraddistinto da un colore a seconda della classe di velocità di appartenenza).

Di seguito, Nella Figura 18 e Figura 19 vengono rappresentati rispettivamente i due elaborati.

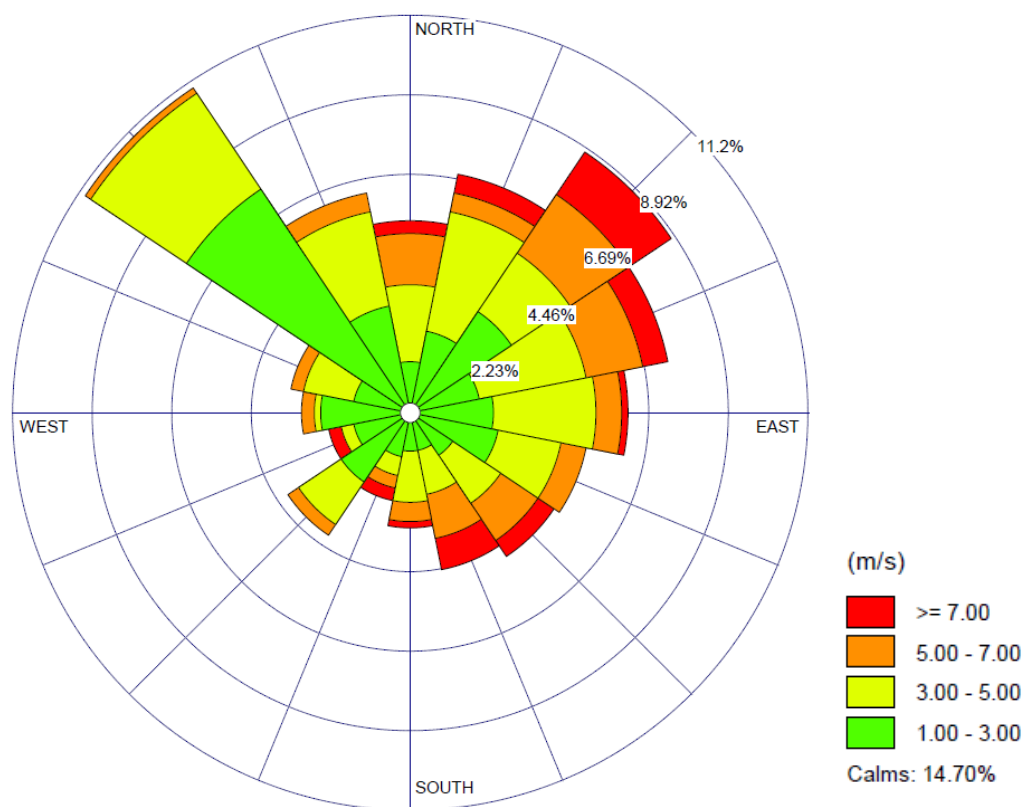


Figura 18: Rosa dei venti (*proveniente da*)– i settori circolari indicano la direzione di provenienza del vento. il raggio dei settori circolari indica la frequenza dei venti misurati in una determinata direzione. I colori, all'interno di ciascun settore indicano invece la frequenza degli eventi con intensità compresa negli intervalli indicati nella legenda.

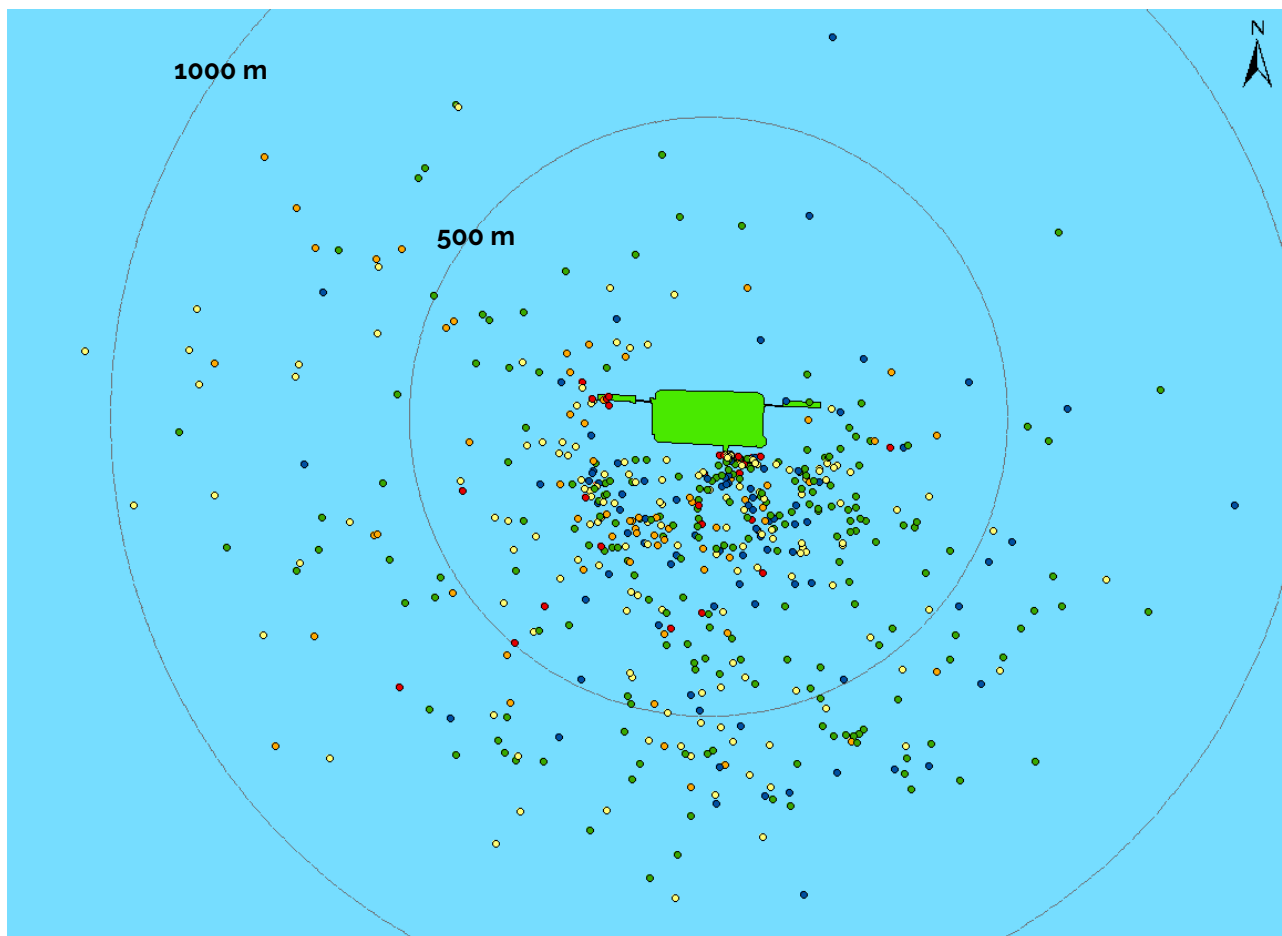


Figura 19: massime distanze delle schiume per ciascun rilevamento effettuato dal 2013. I colori dei punti corrispondono alle classi di velocità del vento indicate in Figura 18

In aggiunta alle Figure appena mostrate viene di seguito rappresentato l'istogramma riferito al numero di osservazioni e alle rispettive classi di velocità del vento considerate (corrispondenti a quelle mostrate in legenda della Figura 18)

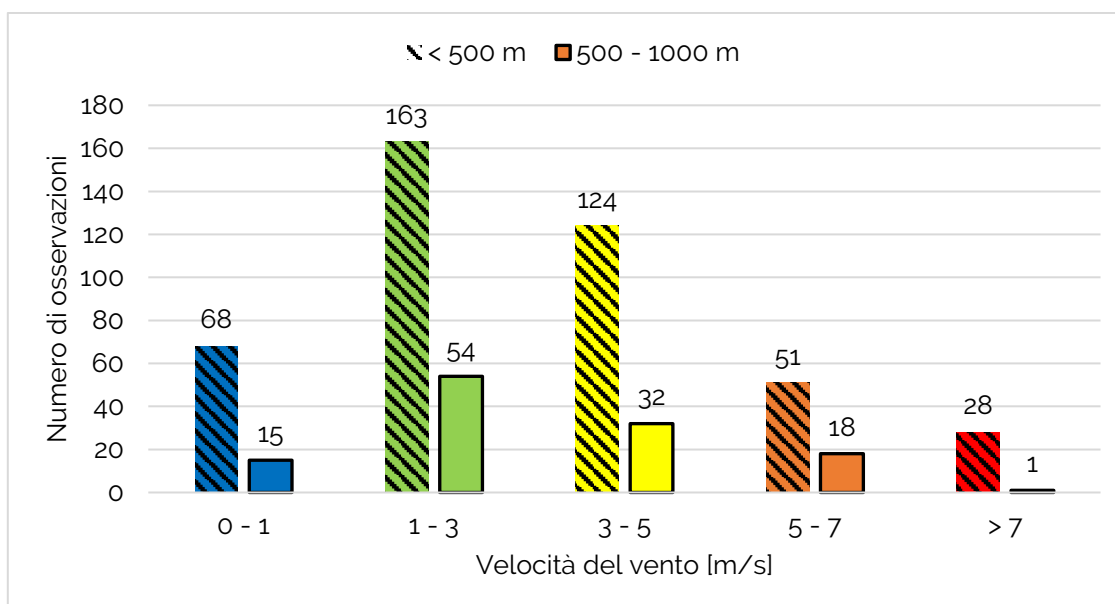


Figura 20: Istogramma del numero di osservazioni e le rispettive classi di velocità del vento. Le colonne a righe rappresentano le osservazioni in corrispondenza delle quali sono state misurate schiume al di sotto dei 500 metri. Le colonne piene rappresentano invece le misurazioni tra i 500 e 1000 metri

Dal confronto delle Figura 18, Figura 19, Figura 20 si possono derivare le seguenti conclusioni;

- La schiuma rilevata si distribuisce maggiormente in corrispondenza delle direttrici principali del vento, ovvero a sud del Terminale;
- La maggioranza dei punti rilevati caratterizzati da venti forti (punti rossi e arancioni) si rilevano nelle vicinanze o comunque entro i 500 metri dal Terminale;
- Oltre i 500 metri è stato osservato un solo rilevamento di schiuma caratterizzato da vento superiore ai 7 m/s (punti rossi);
- In condizioni di calma di vento (0-1 m/s) o bassa velocità del vento (punti blu, gialli e verdi) si riscontra una maggiore distanza di rilevamento di schiuma dal Terminale.

6.8 Confronto tra rosa delle correnti e massima distanza della schiuma

Un'analisi analoga a quella mostrata nel precedente paragrafo è stata effettuata per confrontare la direzione e l'intensità delle correnti registrate durante le misurazioni e le rispettive massime distanze di schiuma rilevate.

Vengono di seguito mostrate nella Figura 21 e nella Figura 22 rispettivamente la rosa delle correnti e la rappresentazione cartografica delle massime distanze misurate in corrispondenza di ciascun rilevamento (circa 12 punti per campagna).

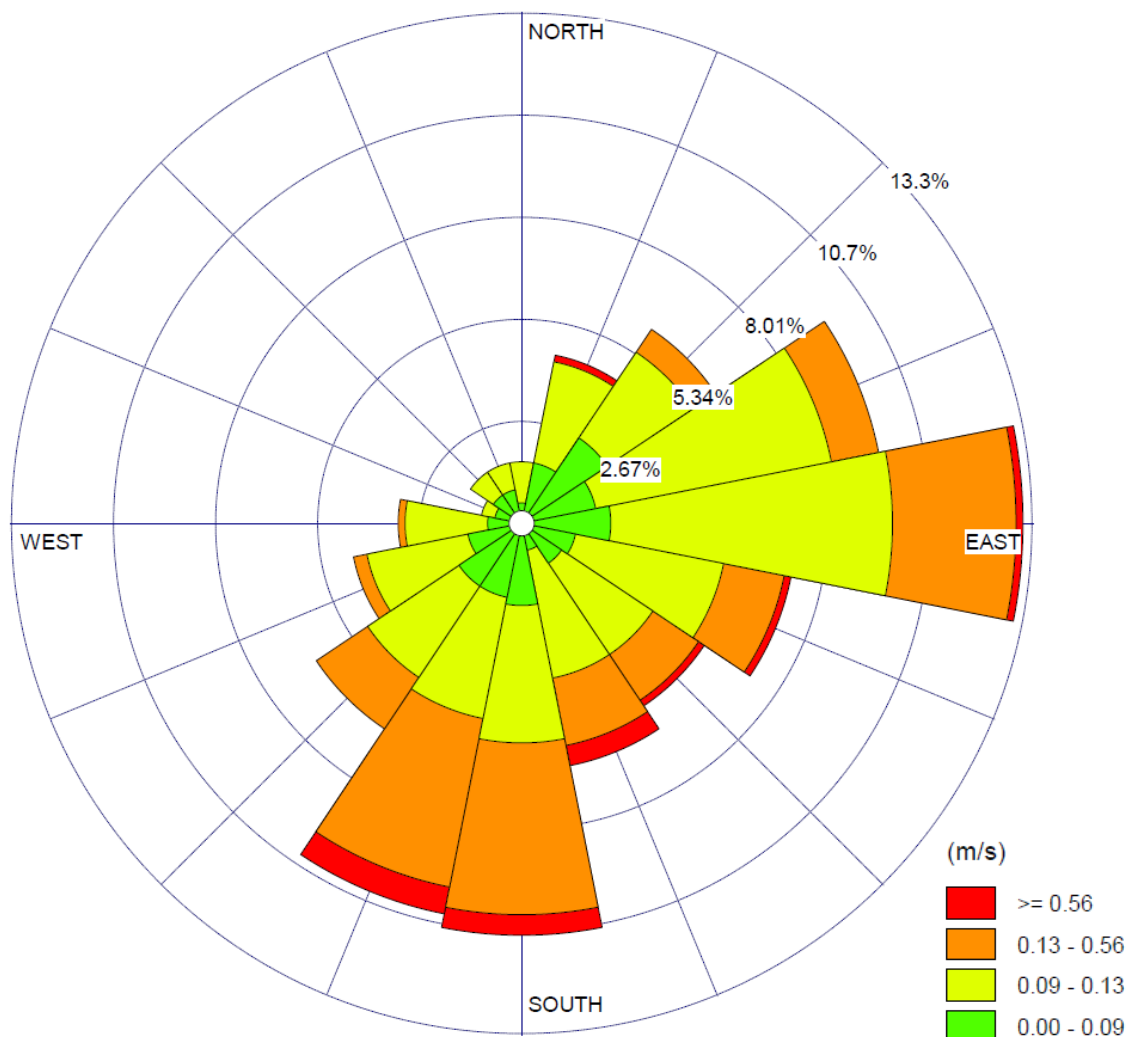


Figura 21: Rosa delle correnti (*verso*)– i settori circolari indicano la direzione della corrente. il raggio dei settori circolari indica la frequenza delle correnti misurate in una determinata direzione. I colori, all'interno di ciascun settore indicano invece la frequenza degli eventi con intensità compresa negli intervalli indicati nella legenda.

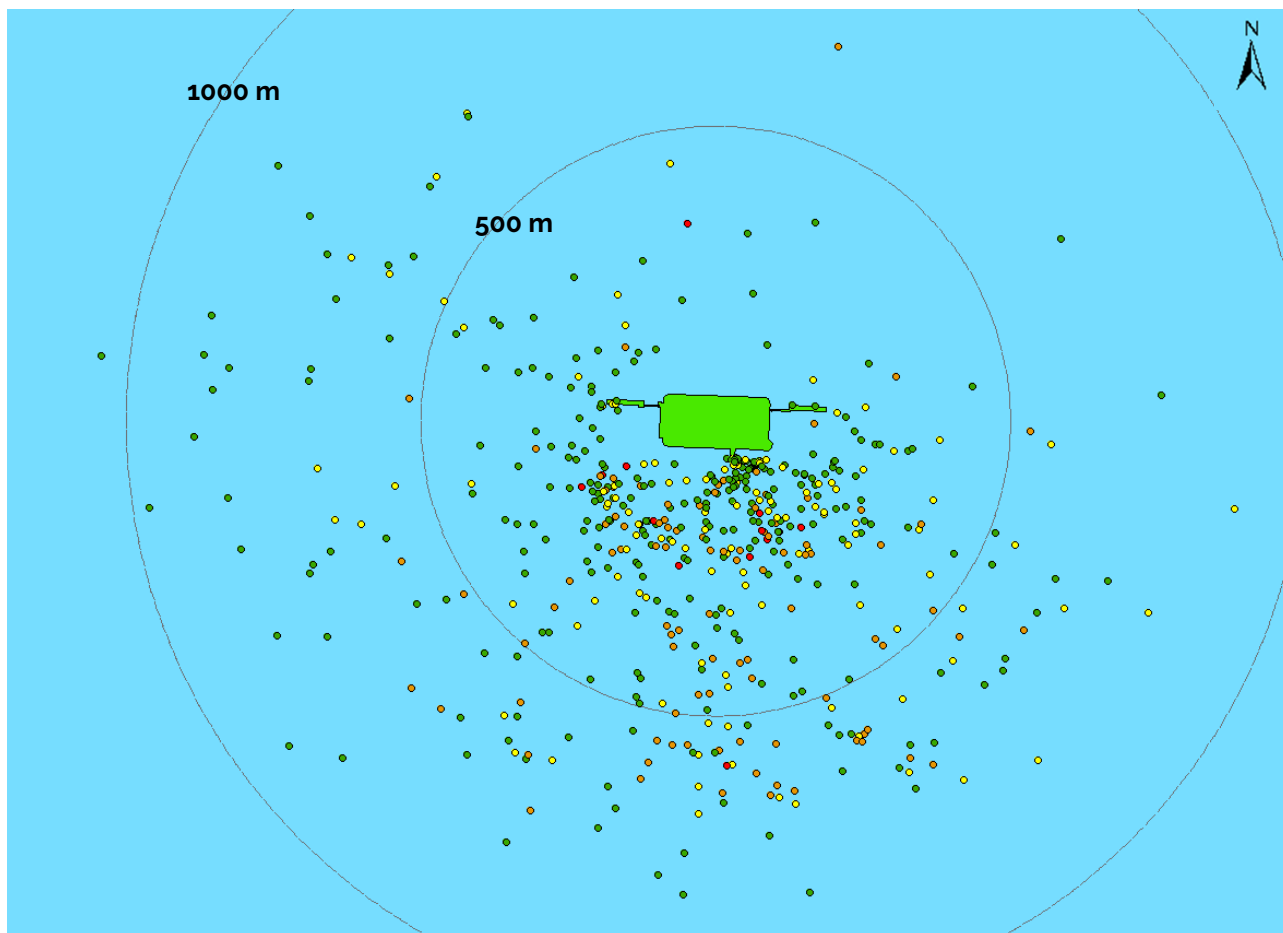


Figura 22: massime distanze delle schiume per ciascun rilevamento effettuato dal 2013. I colori dei punti corrispondono alle classi di velocità della corrente indicate in Figura 21

Di seguito viene rappresentato l'istogramma riferito al numero di osservazioni e alle rispettive classi di velocità della corrente considerate (corrispondenti a quelle mostrate in legenda della Figura 21).

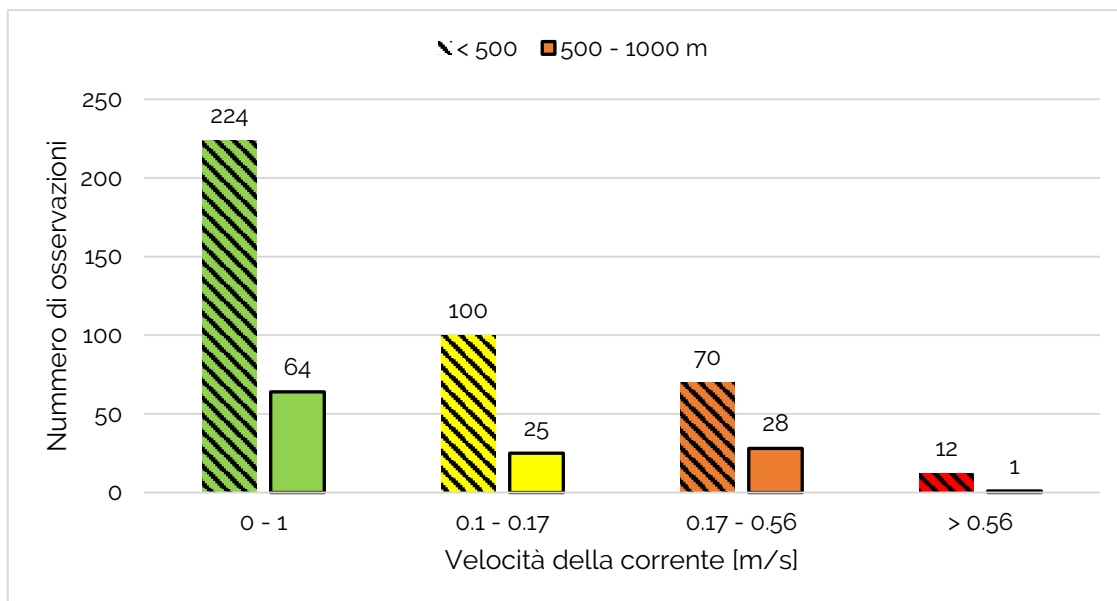


Figura 23: Istogramma del numero di osservazioni e le rispettive classi di velocità della corrente. Le colonne a righe rappresentano le osservazioni in corrispondenza delle quali sono state misurate schiume al di sotto dei 500 metri. Le colonne piene rappresentano invece le misurazioni tra i 500 e 1000 metri

Dal confronto dalle Figura 21, Figura 22 e Figura 23 si possono trarre le seguenti considerazioni:

- La maggioranza dei punti caratterizzati da corrente con velocità più elevate, tra quelle rilevate (rossi, arancioni) si concentra entro i 500 metri dal Terminale
- Oltre i 500 metri la maggioranza dei punti è caratterizzata da bassa velocità delle correnti (punti verdi).

Si precisa che la stessa analisi, riferita alla relazione tra direzione delle onde (ultimo dato fornito dalla tabella dell'allegato K) e la massima distanza rilevata per ogni rilevamento, non ha fornito ulteriore supporto all'interpretazione dei dati.

7 CONCLUSIONI

In ottemperanza a quanto richiesto dal Ministero dell'Ambiente, Direzione Generale Valutazioni Ambientali, tramite Decreto DVA-DEC-2012-0000435 del 07/08/2012, la società Terminale GNL Adriatico srl esegue un programma di monitoraggio delle schiume al fine di controllarne la formazione, lo sviluppo, l'estensione e la dispersione. In attuazione del Piano condiviso con le Autorità, durante l'anno 2021 l'attività di rilevamento delle schiume è stata condotta con frequenza bimestrale. Sono stati svolti n. 11 rilevamenti per la prima e la sesta campagna, 12 per la terza e la quinta, 13 per la seconda e 14 per la quarta, suddivisi in tre giornate (con un minimo di 3 rilevamenti per ciascun giorno di monitoraggio). Per tale periodo di monitoraggio, l'andamento dei trend di cui al Capitolo 6 è in linea con i risultati ottenuti dai monitoraggi con telemetro del periodo antecedente (giugno 2013 – dicembre 2020).

Si precisa che negli anni di monitoraggio 2016, 2017, 2018, 2019, 2020 e 2021 l'andamento del parametro "Massima distanza della schiuma" appare non correlabile univocamente con la stagionalità. Questo può essere dovuto al fatto che le condizioni meteomarine (temperatura dell'acqua di mare e la velocità del vento) riscontrate durante alcuni monitoraggi non hanno presentato le condizioni tipiche della singola stagione.

La massima distanza osservata con il telemetro nel periodo di riferimento (2021) è risultata pari a 820 metri ed è stata registrata nel mese di ottobre. Pertanto, anche con il monitoraggio del 2021 si conferma quanto osservato fino ad ora, ovvero che il fenomeno di dispersione delle schiume si concentra in un'area di estensione limitata dal Terminale.

Le perlustrazioni attorno al GBS, tra un rilievo e l'altro, da parte dell'imbarcazione di supporto non hanno riscontrato la presenza di schiume né oltre le 1,5 né oltre le 3 miglia nautiche (non rilevabili dal telemetro).

Qui di seguito, le conclusioni ricavate dall'esito delle attività di monitoraggio delle schiume di tutto il periodo di osservazione (giugno 2013 – dicembre 2021).

Dall'analisi del data set del periodo giugno 2013 – dicembre 2021, emerge che gli elementi che maggiormente influenzano la dispersione delle schiume sono:

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

Risulta che la componente che maggiormente influenza la dispersione delle schiume sia il vento, soprattutto in presenza di eventi con intensità di vento significativa (oltre 5 m/s) e direzione costante; condizioni in cui peraltro la dispersione delle schiume si limita in prossimità del Terminale (ad es. cfr. il

giorno 25/6/2014 in cui a fronte di una velocità del vento pari a 9,5 m/s, 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/s e una massima distanza misurata delle schiume pari a 113 metri e ancora il giorno 25/8/2016 con velocità del vento pari a 6,3 m/s e una massima distanza misurata delle schiume pari a 251 metri. Nel 2018 invece, può essere considerato come esempio il giorno 12/04/2018 in cui la velocità del vento era pari a 8 m/s e la distanza della schiuma misurata dal telemetro pari a solo 96 metri. Nel 2019, il 4 aprile, a fronte di una velocità del vento pari a quasi 12 nodi, la massima distanza rilevata è stata pari a 94 metri. Nel 2020, il 30 agosto, con una velocità del vento di 11,7 m/s è stata registrata una distanza massima di 84 metri). Rappresenta invece una leggera eccezione l'unico rilevamento riscontrato a 596 m dal Terminale il 13/04/2021, in corrispondenza di una velocità del vento di 10,3 m/s; la distanza risulta essere comunque entro i 600 m. L'andamento continuerà ad essere monitorato negli anni.

Ulteriore conferma delle conclusioni tratte per la relazione tra distanza schiume e velocità/direzione del vento è data dal confronto descritto al paragrafo 6.2. Infatti, si nota come le schiume tendano a distribuirsi sulle direttrici principali di direzione del vento (generalmente a sud del Terminale) e che a velocità maggiori corrispondano bassi valori di distanza di schiuma dal Terminale. A distanze superiori a 500 metri dal Terminale invece corrispondono basse velocità del vento.

Dall'analogo confronto, stavolta tra distanza massima della schiuma dal Terminale e velocità/direzione corrente (paragrafo 6.4) si verifica una relazione simile: ad alte velocità di corrente corrispondono distanze generalmente inferiori ai 500 metri, mentre i punti registrati oltre tale distanza sono caratterizzati da basse velocità di corrente.

Più in generale, nella maggioranza dei rilevamenti (90% circa) le schiume risultano circoscritte a distanze inferiori ai 600 metri in tutte le condizioni operative.

In conclusione, proprio analizzando i dati di tutti gli anni di monitoraggio come appena descritto, si evidenzia che i risultati della campagna del 2021 appaiono coerenti rispetto a quelli degli anni precedenti. Si conferma infatti quanto già rilevato nelle scorse campagne relativamente alla correlazione tra la dispersione delle schiume e le componenti di velocità del vento e della corrente.