



**Consorzio per la Gestione del Centro
di Coordinamento delle Attività di Ricerca
inerenti il Sistema Lagunare di Venezia**

Palazzo Franchetti S. Marco 2847 30124 Venezia

Tel. +39.041.2402511 Fax +39.041.2402512

Progetto **STUDIO B.6.72 B/8**

**ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL
MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI
DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE
BOCCHIE LAGUNARI**

Contratto Thetis-CORILA n. 122000551

Documento **MACROATTIVITA: ACQUA
RAPPORTO FINALE**

Versione **1.0**

Emissione **1 Luglio 2013**

Redazione

Verifica

Approvazione

Dott. Luca Zaggia
(ISMAR-CNR)

Prof. Giampaolo Di Silvio Ing. Pierpaolo Campostrini

Indice

1. INTRODUZIONE.....	4
2. CAMPAGNE DI MISURA.....	5
2.1 Introduzione sulle campagne di misura.....	5
2.2 Sommario delle campagne di misura effettuate.....	6
3. IDRODINAMICA: MISURE CORRENTOMETRICHE ADCP VESSEL MOUNTED	19
4. VARIAZIONI DELLE CARATTERISTICHE DEI MATERIALI SOLIDI SOSPESI	26
3.1 Campagne di Monitoraggio: bocca di porto di Lido	26
3.1.1 <i>Distribuzione dimensionale dei sedimenti</i>	26
3.1.2 <i>Classificazione granulometrica del particellato solido in sospensione</i>	27
3.1.3 <i>Concentrazione del particellato solido in sospensione</i>	28
3.2 Campagne di Monitoraggio: bocca di porto di Malamocco	29
3.2.1 <i>Distribuzione dimensionale dei sedimenti</i>	29
3.2.2 <i>Classificazione granulometrica del particellato solido in sospensione</i>	30
3.2.3 <i>Concentrazione del particellato solido in sospensione</i>	31
3.3 Campagne di Monitoraggio: bocca di porto di Chioggia.....	32
3.3.1 <i>Distribuzione dimensionale dei sedimenti</i>	32
3.3.2 <i>Classificazione granulometrica del particellato solido in sospensione</i>	33
3.3.3 <i>Concentrazione del particellato solido in sospensione</i>	34
5. INDAGINE DETTAGLIATA SULLA DISTRIBUZIONE E SULLE CARATTERISTICHE DEI MATERIALI SOSPESI IN SEZIONI DI INTERESSE	35
5.1 Sommario delle campagne di misura effettuate.....	35
5.2 Condizioni mareali riscontrate durante le attività di misura	35
5.3 Condizioni meteorologiche riscontrate durante le attività di misura	37
5.4 Caratteristiche granulometriche e concentrazione del particellato solido in sospensione alle bocche di porto di Lido, Malamocco e Chioggia.....	39
5.5 Caratteristiche del campo di velocità.....	45
5.6 Analisi del campo di corrente lungo le sezioni 80-82 (Lido), DN-DS (Malamocco) e 180-182 (Chioggia) 46	
5.7 Studio della propagazione della torbidità.....	53
6. CAMPAGNE DI MISURA PER LA CARATTERIZZAZIONE DELLE AREE A PRATERIE A FANEROGAME.....	55
7. RILEVAZIONE DELLA TORBIDITÀ IN CONTINUO.....	59

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

7.1	La rete di stazioni fisse	59
7.2	Analisi dei dati	67
7.3	Serie temporali della torbidità/SPM.....	73
7.4	Analisi degli eventi meteo e dei picchi di torbidità	126
7.5	Attività di scavo nel periodo considerato.....	138
7.6	Parametri statistici rappresentativi delle serie temporali acquisite negli anni di monitoraggio...	139
7.7	Struttura dell'archivio dei dati.....	144
8.	ANALISI INTEGRATA PLURIANNUALE.....	146
8.1	Analisi dei rilievi di velocità e portata nelle bocche di porto	146
8.1.1	Introduzione.....	146
8.1.2	Analisi Integrata. Dati correntometrici di Lido. Studio B.6.72 B/3 (Maggio 2007/ Aprile 2008) – Studio B.6.72 B/8 (Maggio 2012/ Aprile 2013)	146
8.1.3	.Dati correntometrici di Malamocco. Studio B.6.72 B/3 (Maggio 2007/ Aprile 2008) – Studio B.6.72 B/8 (Maggio 2012/ Aprile 2013).....	150
8.1.4	Dati correntometrici di Chioggia.) Studio B.6.72 B/3 (Maggio 2007/ Aprile 2008) – Studio B.6.72 B/8 (Maggio 2012/ Aprile 2013	152
8.2	Analisi della concentrazione rilevata dai torbidimetri.....	155
8.2.1	Meccanismi di sollevamento e trasporto	155
8.2.2	Dati disponibili	156
8.2.3	Schema statistico-deterministico.....	156
8.2.4	Correlazione fra concentrazione, vento e onde in mare	157
8.2.5	Sviluppi futuri dell'indagine integrata.....	168
9.	CONCLUSIONI	169
	BIBLIOGRAFIA.....	171
	APPENDICE	174

Al presente documento e alle attività di monitoraggio/elaborazione dati hanno collaborato:

C. Dabalà (CORILA – Venezia)

C. Dall'Angelo (CORILA – Venezia)

L. Dametto (ISMAR – CNR, Venezia)

G. Di Silvio (IMAGE – UNIPD)

G. Lorenzetti (ISMAR – CNR, Venezia)

G. Manfè (ISMAR – CNR, Venezia)

L. Zaggia (ISMAR – CNR, Venezia)

1. INTRODUZIONE

Le attività di monitoraggio oggetto del presente studio sono sostanzialmente una prosecuzione per ulteriori 12 mesi (Maggio 2012 – Aprile 2013) delle attività di monitoraggio degli Studi dal B.6.72 B/1 fino al B.6.72 B/7. Per molti parametri ambientali considerati è apparso necessario continuare le rilevazioni in maniera del tutto analoga a quella effettuata nei 12 mesi precedenti. Sono state tuttavia previste, come per la matrice ambientale qui considerata, alcune variazioni/aggiornamenti rispetto al piano precedente per ottimizzare il monitoraggio con le attività previste nei cantieri.

Il Disciplinare Tecnico dello Studio B.6.72 B/8, come i precedenti, ha previsto specifiche attività per il monitoraggio dei parametri diretti, cioè di quei parametri per i quali esiste una relazione sufficientemente chiara di causa-effetto tra disturbo generato dalle attività di cantiere e impatto prodotto e che possono evidenziare rapidamente una situazione di stress.

Tra i parametri diretti considerati è stata inserita la torbidità generata dalle operazioni di dragaggio. Le attività alle 3 bocche di porto vengono intese sia come monitoraggio della torbidità prodotta direttamente dalle attività di cantiere (monitoraggio alla sorgente, in periodi prestabiliti al fine di caratterizzare le diverse condizioni operative del cantiere e analisi granulometriche del particolato) sia come caratterizzazione del particolato sospeso (valutazione “mediata” del trasporto solido alle bocche, con misurazioni in continuo al fine di valutare il trasporto solido operato dai cicli di marea).

Il numero delle campagne per il monitoraggio della produzione della torbidità è stato pari a 10 ed è rimasto invariato rispetto al precedente monitoraggio (Capitolo 3); sono state utilizzate 3 giornate di misura per la caratterizzazione della distribuzione granulometrica delle sezioni di interesse (Capitolo 5) e 6 giornate di misure correntometriche di dettaglio per l’approfondimento delle caratteristiche delle aree occupate da fanerogame (Lido e Malamocco, Capitolo 6).

Per quanto riguarda l’attività di misura in continuo (Capitolo 7) le stazioni coincidono con quelle utilizzate nel corso del precedente Studio B.6.72 B/7 con l’aggiunta, a partire dai primi di Ottobre 2012, di una stazione a mare davanti alla bocca di porto di Chioggia (CHM3).

Un’importante novità del presente Studio B.6.72 B/8 rispetto ai precedenti è un primo tentativo di interpretare congiuntamente i dati rilevati nell’intero periodo 2005-2013 (Analisi integrata pluriennale, Capitolo 8) allo scopo di evidenziare eventuali tendenze a lungo termine (Paragrafo 8.1) ovvero di precisare le relazioni statistiche fra le grandezze in gioco (Paragrafo 8.2) utilizzando l’intera base di dati.

2. CAMPAGNE DI MISURA

2.1 Introduzione sulle campagne di misura

Nei pressi delle tre bocche di porto della laguna di Venezia sono state effettuate durante il periodo Maggio 2012- Aprile 2013 numerose campagne volte allo studio delle condizioni idrodinamiche e alla caratterizzazione del particellato solido sospeso durante differenti condizioni mareali e meteorologiche.

Le campagne svolte sono state programmate secondo differenti tipologie focalizzando l'attenzione sui diversi aspetti che in sede di organizzazione dei lavori si sono evidenziati per interesse e importanza. Tali tipologie si possono schematicamente riassumere in:

- Monitoraggio della produzione della torbidità nelle aree prossime ai cantieri e del trasporto solido e dell'idrodinamica in sezioni caratteristiche delle bocche di porto: le attività sperimentali si sono svolte coprendo l'intero spazio marittimo della bocca di porto con misurazioni correntometriche lungo più sezioni caratteristiche ed effettuando le calate di prelievo sui punti notevoli individuati nelle stesse sezioni. Di volta in volta si è inoltre puntato l'interesse sulle differenti problematiche e situazioni particolari che si sono manifestate durante la campagna. Sono state effettuate 7 campagne del tipo "monitoraggio", ciascuna identificata con una sigla specifica: L1B8 effettuata presso la bocca di porto di Lido (Luglio-Agosto 2012), C1B8 (Agosto 2012) alla bocca di porto di Chioggia, M1B8 (Agosto 2012) alla bocca di porto di Malamocco, M2B8 (Gennaio 2013) alla bocca di porto di Malamocco, C2B8 (Gennaio 2013) alla bocca di porto di Chioggia, L2B8 (Gennaio 2013) alla bocca di porto di Lido e L3B8 (Febbraio 2013) alla bocca di porto di Lido.
- Indagine dettagliata sulla distribuzione e sulle caratteristiche dei materiali sospesi in sezioni di interesse: le misurazioni effettuate sono state incentrate su una singola sezione all'interno di ciascuna bocca di porto per caratterizzarne al meglio le condizioni idrodinamiche e di trasporto solido. Le campagne effettuate sono: LSB8 eseguita a Lido (Luglio 2012), MSB8 effettuata a Malamocco (Agosto 2012) e CSB8 effettuata a Chioggia (Agosto 2012).
- Campagne di misura per la caratterizzazione idrodinamica delle aree a praterie a fanerogame: le campagne indagini effettuate presso i basso fondali di Lido il 2, 3 Agosto 2012 e il 12 e 13 febbraio 2013 (Isola di Sant'Andrea-Canale di San Nicolò) e Malamocco il 14 e 15 Novembre 2012 (S. Pietro in Volta - Santa Maria del Mare) hanno avuto come obiettivo monitorare l'andamento del campo di corrente e della torbidità in relazione alla variazione mareale e al differente grado di copertura di fanerogame del fondale.

Per le attività "monitoraggio" e "sezioni di interesse" le campagne sono state svolte utilizzando la strumentazione ADCP *vessel-mounted* per la registrazione delle caratteristiche idrodinamiche delle correnti (magnitudo e direzione) e per la rilevazione del *backscatter*. La misurazione dei parametri fondamentali per la caratterizzazione chimico-fisica del mezzo investigato (temperatura, salinità, conducibilità e torbidità) è avvenuta mediante sonda multiparametrica Idronaut® CTD OS 316 *Plus* fissata solidalmente al campionatore Rosette per mezzo del quale sono stati raccolti i campioni alle differenti profondità utili per la calibrazione del segnale di *backscatter*.

Per quanto riguarda le attività di misura effettuate presso i basso fondi per la caratterizzazione idrodinamica delle aree a praterie a fanerogame si sono utilizzati differenti tipologie di indagine: correntometri acustici ed elettromagnetici, micro mulinello meccanico e drifters.

Le attività di laboratorio, necessarie per caratterizzare i campioni dal punto di vista della concentrazione del particellato sospeso e delle caratteristiche granulometriche dei sedimenti, sono state effettuate utilizzando rispettivamente le tecniche consuete quali la perdita di peso dopo essiccazione a 105 ° C e lo strumento LISST-100X (*Laser In-Situ Scattering and Transmissometry*).

2.2 Sommario delle campagne di misura effettuate

Di seguito vengono riportati il numero di transetti effettuati, i profili eseguiti mediante sonda multiparametrica, il numero di prelievi d'acqua ed in generale le indagini effettuate durante tutte le attività eseguite nelle tre bocche di porto relativamente allo Studio B.6.72 B/8.

I numeri che caratterizzano le attività di campagna (Tabella 1, Tabella 2, Tabella 3) sono particolarmente importanti e rispecchiano un notevole impegno sia in termini di lavoro, con 148 ore-uomo di effettiva operatività in campo, sia in termini di quantità di informazioni raccolte: 416 transetti ADCP, 141 profili CTD e 351 campioni d'acqua per le analisi granulometriche e per la stima dei solidi sospesi. In più a questi si aggiungono 16 acquisizioni mediante correntometri s4 InterOcean e 20 rilasci di droghe lagrangiane per la mappatura delle correnti superficiali.

Il numero delle rilevazioni ed i molteplici scenari indagati hanno permesso di ricostruire almeno in parte le dinamiche che di volta in volta si manifestano all'interno delle bocche di porto in relazione alle importanti attività di cantieristica legate alla realizzazione delle opere per la difesa dalle acque alte.

CORILA

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Tabella 1. Attività svolte durante le campagne di “monitoraggio” presso le bocche di porto di Lido, Malamocco e Chioggia.

GIORNO	ORARIO (UT)	Transetti ADCP	N. PROFILI CTD	N. CAMPIONI
Campagna L1B8				
30/07/2012	06.30 - 14.30	23	14	34
01/08/2012	07.00 - 15.00	22	11	7
Campagna C1B8				
27/08/2012	08.30 - 14.30	17	2	5
28/08/2012	06.00 - 14.00	18	8	22
Campagna M1B8				
29/08/2012	06.30 - 14.00	14	6	17
Campagna M2B8				
14/01/2013	08.00 - 16.00	25	12	35
15/01/2013	08.00 - 16.00	25	11	25
Campagna C2B8				
16/01/2013	07.30 - 15.30	30	13	33
Campagna L2B8				
28/01/2013	08.30 - 15.30	16	10	26
Campagna L3B8				
27/02/2013	08.00 - 15.30	21	14	30

Tabella 2. Attività svolte durante le campagne di indagine “sezioni di interesse” presso le bocche di porto di Lido, Malamocco e Chioggia.

GIORNO	ORARIO (UT)	Transetti ADCP	N. PROFILI CTD	N. CAMPIONI	MAREA
Campagna indagine sezioni LSB8					
31/07/2012	07.00 - 15.00	8	16	44	CL
Campagna indagine sezioni MSB8					
30/08/2012	07.00 - 15.00	17	12	37	CL
Campagna indagine sezioni CSB8					
31/08/2012	06.30 - 14.30	13	12	36	CL

CORILA

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Tabella 3. Attività svolte durante le misure correntometriche di dettaglio per l'approfondimento delle caratteristiche delle aree occupate da "fanerogame".

GIORNO	ORARIO (UT)	Transetti ADCP 1200 kHz	Transetti ADCP 600 kHz	Acquisizioni s4 *	Precorsi Lagrangian Drogues	Profili con Micromulinello
2 - 3 Agosto 2012 - Lido						
02/08/2012	08:00 - 16:00	11	20	3	6	0
03/08/2012	08:00 - 16:00	5	12	3	0	16
14 - 15 Novembre 2012 - Malamocco						
14/11/2012	08:00 - 16:00	8	22	3	2	-
15/11/2012	08:00 - 16:00	8	21	3	2	-
12 - 13 Febbraio 2013 - Lido						
12/02/2013	08:00 - 16:00	-	23	3	4	-
13/02/2013	08:00 - 16:00	5	32	3	6	-

*Acquisizione in posizione fissa

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

In Figura 1, Figura 2 e Figura 3 si riportano le mappe rispettivamente per le campagne di monitoraggio produzione torbida di Lido, Malamocco e Chioggia. Ogni mappa riporta i punti notevoli oggetto di indagine durante le operazioni di misura. Inoltre sono tracciate le rotte dei transetti per le misure correntometriche. Si osservi che, nel caso di Malamocco, è stata effettuata un'indagine, per ricavare informazioni di carattere correntometrico, anche nell'area a mare antistante la bocca di porto.

Nella Figura 4, Figura 5 e Figura 6 sono riportati i transetti e i punti notevoli delle campagne sulle sezioni di interesse mentre in Figura 7, Figura 8 e Figura 9 i tre punti in cui sono state effettuate le misurazioni presso i basso fondali a Lido e Malamocco.

Nei capitoli successivi verranno trattati sinteticamente alcuni degli aspetti salienti riscontrati durante le operazioni di monitoraggio presso le tre bocche e verranno effettuate delle analisi integrate per ottenere informazioni circa le eventuali modificazioni di tipo correntometrico occorse negli anni di monitoraggio 2007 (B.6.72 B/3) – 2013 (B.6.72 B B/8).

Per la trattazione specifica di ogni aspetto si rimanda alla corposa reportistica prodotta durante le attività di monitoraggio dello Studio B.6.72 B/8 [MAG. ACQUE - CORILA, 2012b; 2012c; 2012d; 2012e; 2012f; 2012g; 2012h].



Figura 1. Posizione dei punti notevoli e dei transetti (sezioni caratteristiche) delle campagne di monitoraggio L1B8, L2B8 ed L3B8 effettuate in bocca di porto di Lido.



Figura 2. Posizione dei punti notevoli e dei transetti (sezioni caratteristiche) delle campagne di monitoraggio M1B8 ed M2B8 effettuate in bocca di porto di Malamocco.



Figura 3. Posizione dei punti notevoli e dei transetti (sezioni caratteristiche) delle campagne di monitoraggio C1B8 e C2B8 effettuate in bocca di porto di Chioggia.

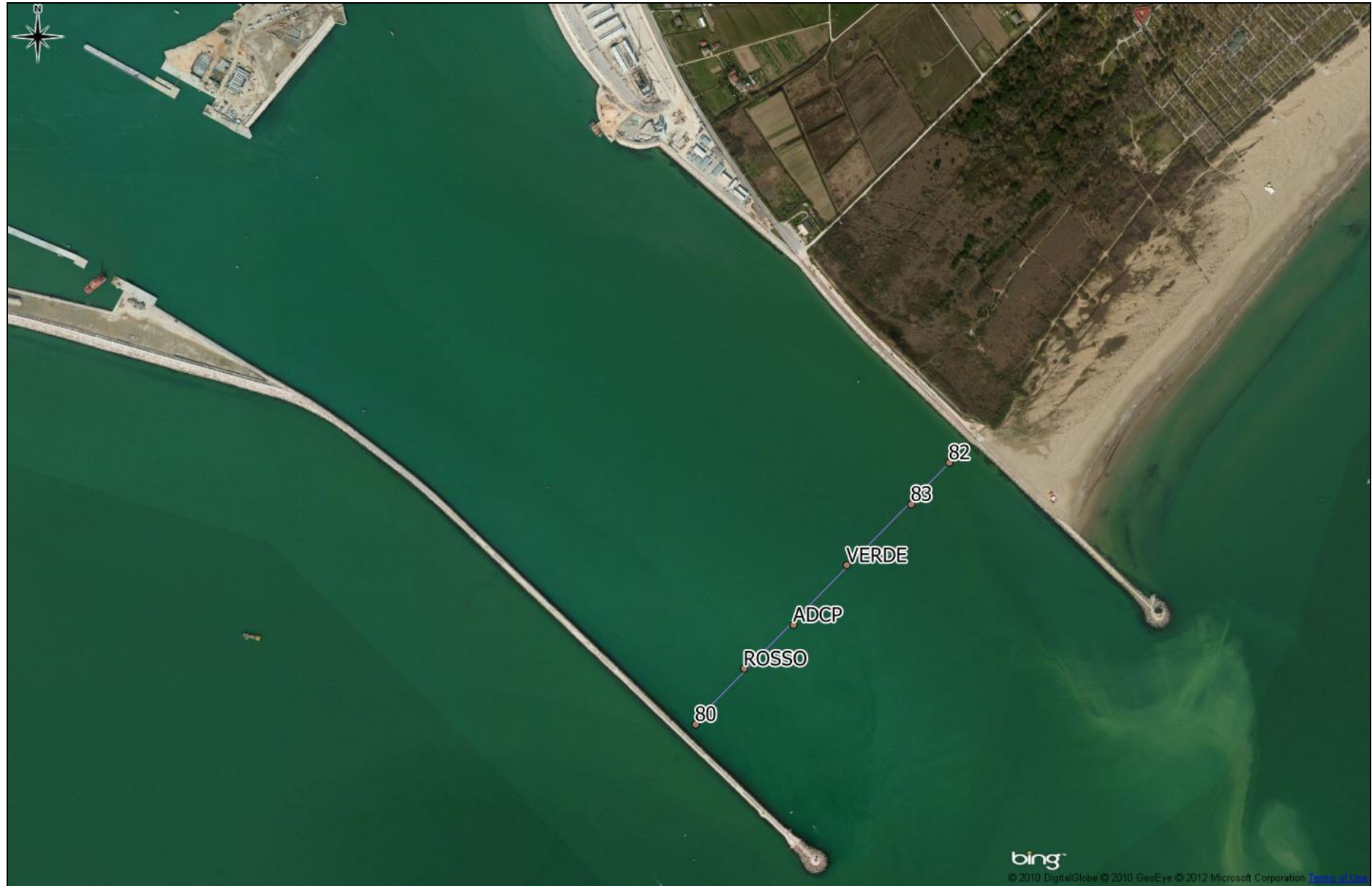


Figura 4. Posizione dei punti notevoli e transetti della campagna "Sezioni di interesse" LSB8 effettuata in bocca di porto di Lido.



Figura 5. Posizione dei punti notevoli e transetti della campagna “Sezioni di interesse” MSB8 effettuata nella bocca di porto di Malamocco.



Figura 6. Posizione dei punti notevoli e transetti della campagna “Sezioni di interesse” CSB8 effettuata nella bocca di porto di Chioggia.

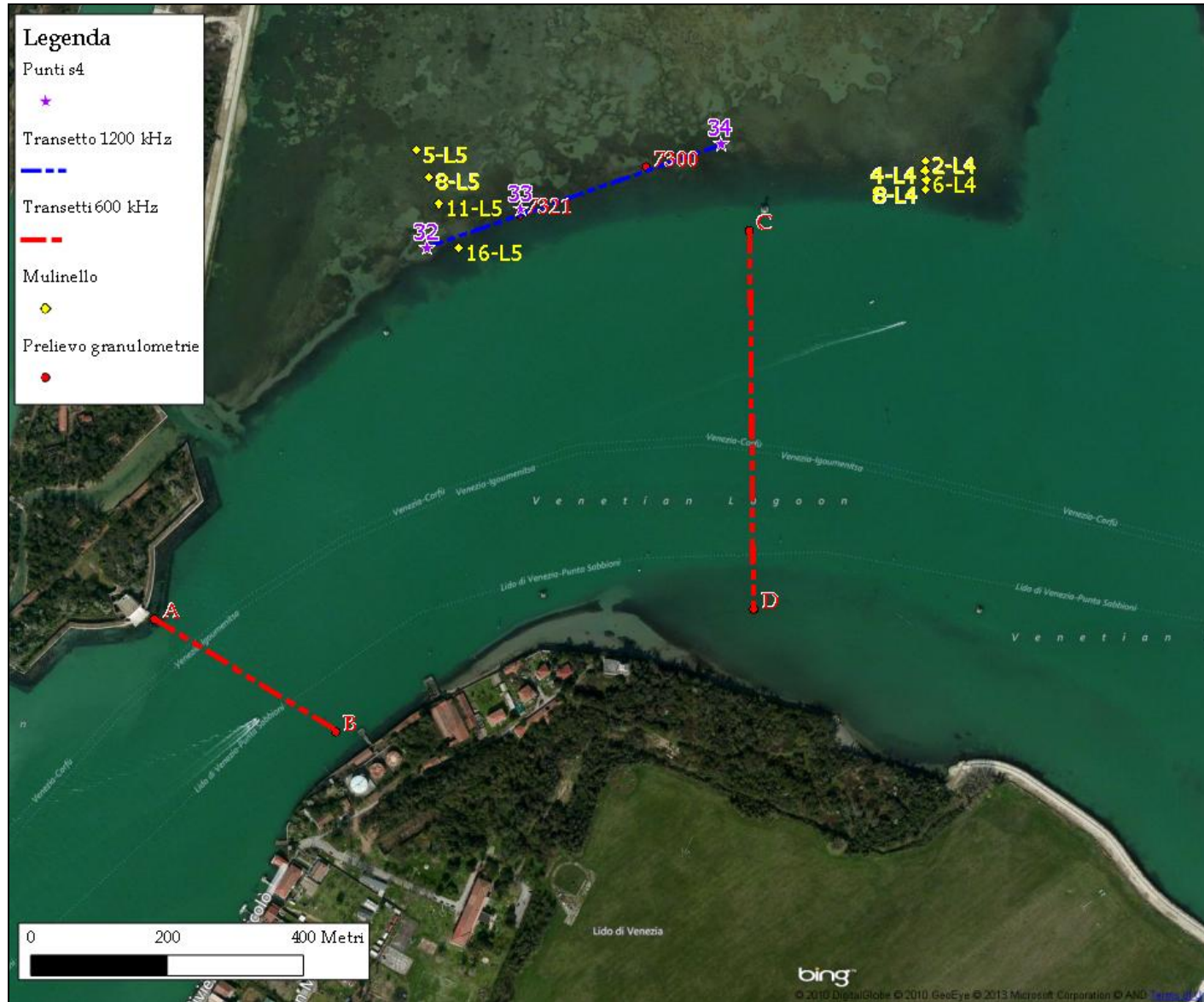


Figura 7. Posizione dei punti notevoli e transesti della campagna di studio correntometrico presso i bassi fondali di Lido, Canale di San Nicolò, caratterizzati dalla presenza di praterie a Fanerogame.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

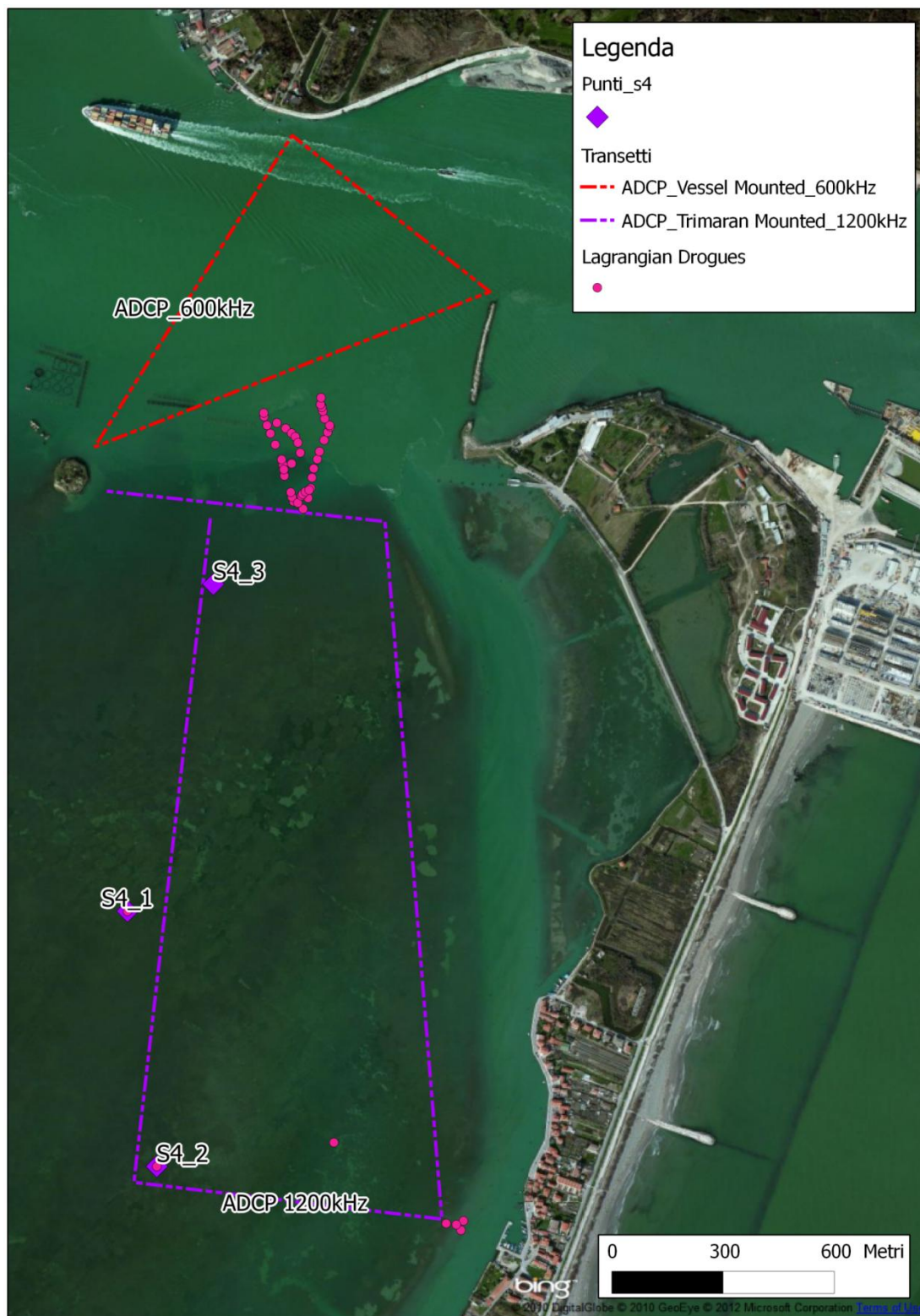


Figura 8. Posizione dei punti notevoli e transetti della campagna di studio correntometrico presso i bassi fondali di Malamocco, S. Piero in Volta – S.ta Maria del Mare, caratterizzati dalla presenza di praterie a Fanerogame.

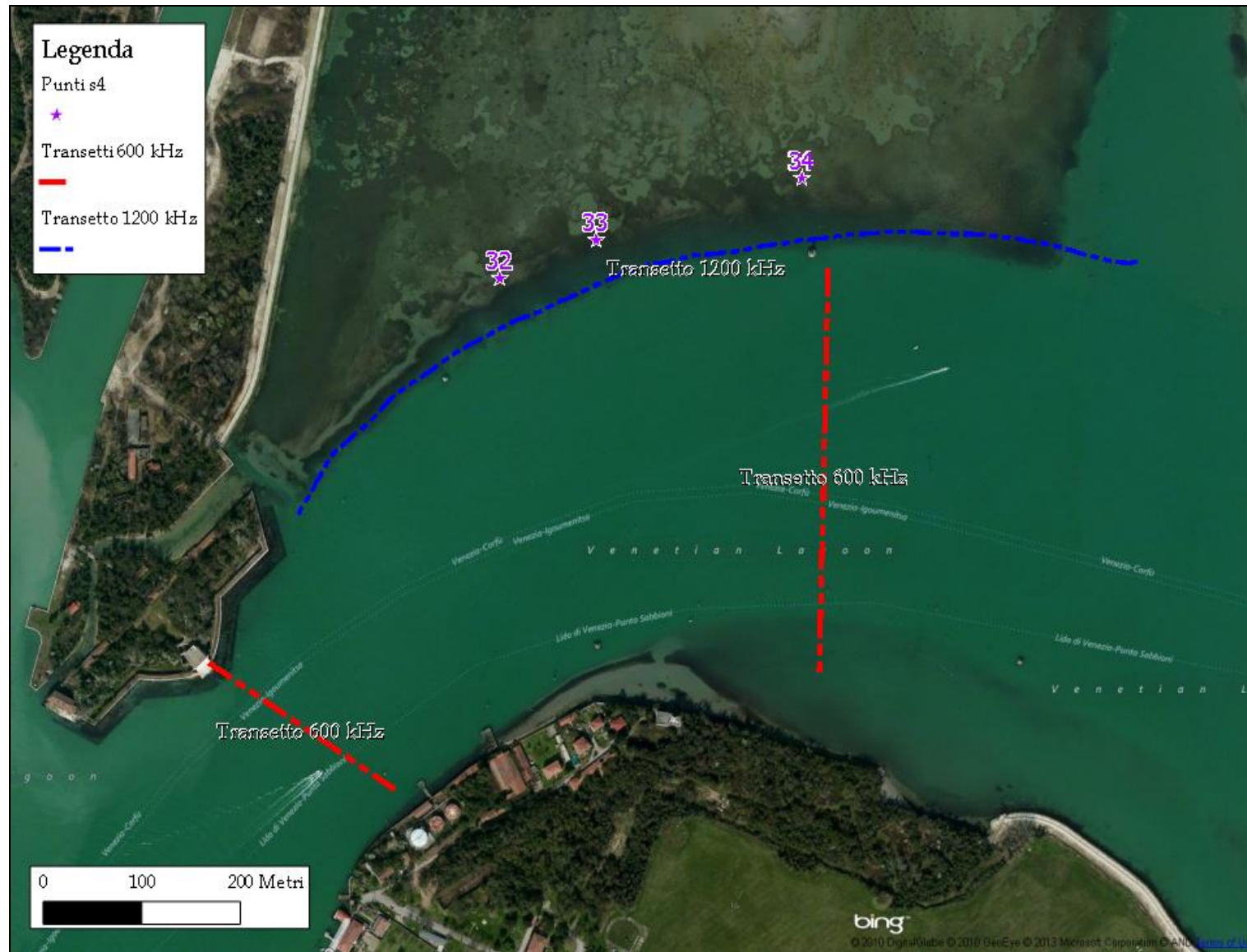


Figura 9. Posizione dei punti notevoli e transetti della campagna di studio correntometrico presso i bassi fondali di Lido, Canale di San Nicolò, caratterizzati dalla presenza di praterie a Fanerogame.

3. IDRODIMICA: MISURE CORRENTOMETRICHE ADCP VESSEL MOUNTED

In Tabella 4 sono riportati i dati riguardo l'idrodinamica ottenuti lungo le sezioni di interesse durante le attività di monitoraggio B.6.72 B/8. In particolare sono riportati: la sigla del transetto acquisito mediante strumentazione ADCP, la data e l'ora di acquisizione, la sezione investigata, la portata liquida, l'area della sezione e la velocità media.

Tabella 4. Valori di velocità di corrente e delle portate relativi ai transetti effettuati durante lo Studio B.6.72 B8 (2012 - 2013).

Transetto	Data	Ora Inizio	Ora Fine	Sezione	Total Q	Area Totale	Velocità Media
					m³/s	m²	m/s
Campagna L1B8 30 Luglio, 01 Agosto 2012							
L1B8_000.PD0	30/07/2012 2	06:43:10	06:50:16	82 - 80	-5462	7695	0.74
L1B8_001.PD0		06:50:24	06:58:18	80 - 82	-5531	7794	0.76
L1B8_004.PD0		07:18:15	07:22:27	LI2A - LI2B	-3259	5126	0.65
L1B8_005.PD0		07:22:54	07:26:36	LI2B - LI2A	-3185	5181	0.63
L1B8_007.PD0		07:39:13	07:45:18	LI1A - LI1B	-2688	5359	0.51
L1B8_008.PD0		07:46:55	07:51:25	LI1B - LI1A	-2674	5254	0.52
L1B8_010.PD0		08:05:27	08:09:10	T2B - T2A	-1321	2042	0.65
L1B8_011.PD0		08:09:21	08:13:12	T2A - T2B	-1374	2166	0.65
L1B8_013.PD0		08:21:58	08:25:56	T3B - T3A	-1140	2841	0.42
L1B8_014.PD0		08:26:04	08:30:48	T3A - T3B	-1191	2920	0.42
L1B8_016.PD0		08:40:28	08:47:01	82 - 80	-3079	7673	0.42
L1B8_017.PD0		08:47:56	08:55:12	80 - 82	-3011	7687	0.43
L1B8_020.PD0		11:08:37	11:13:17	LI1A - LI1B	2125	5119	0.43
L1B8_021.PD0		11:13:30	11:17:46	LI1B - LI1A	2237	5150	0.44
L1B8_023.PD0		11:32:57	11:37:15	LI2B - LI2A	2286	4797	0.48
L1B8_024.PD0		11:37:32	11:41:33	LI2A - LI2B	2383	5036	0.49
L1B8_026.PD0		11:50:14	11:55:40	T3A - T3B	1057	2658	0.41
L1B8_027.PD0		11:56:16	12:00:17	T3B - T3A	1096	2709	0.41
L1B8_029.PD0		12:10:58	12:14:25	T2A - T2B	936	1927	0.51
L1B8_030.PD0		12:15:01	12:17:39	T2B - T2A	1010	2065	0.52
L1B8_032.PD0		12:28:45	12:35:13	82 - 80	3016	7414	0.44
L1B8_033.PD0		12:35:32	12:41:31	80 - 82	3029	7329	0.42

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Transetto	Data	Ora Inizio	Ora Fine	Sezione	Total Q	Area Totale	Velocità Media
					m³/s	m²	m/s
L1B8_037.PD0	01/08/2012 2	07:37:36	07:44:03	82 – 80	-6713	7746	0.89
L1B8_038.PD0		07:44:22	07:52:04	80 - 82	-6619	7817	0.93
L1B8_041.PD0		08:09:05	08:13:21	LI2B – LI2A	-4413	5142	0.90
L1B8_042.PD0		08:13:39	08:17:43	LI2A – LI2B	-4337	5214	0.85
L1B8_044.PD0		08:26:00	08:29:46	T3A – T3B	-2161	3037	0.75
L1B8_045.PD0		08:30:08	08:34:00	T3B – T3A	-2059	2768	0.76
L1B8_046.PD0		08:40:57	08:45:51	LI1B – LI1A	-4065	5349	0.78
L1B8_047.PD0		08:46:14	08:51:41	LI1A – LI1B	-3886	5419	0.76
L1B8_049.PD0		09:02:12	09:05:33	T2A – T2B	-1765	1955	0.94
L1B8_050.PD0		09:05:58	09:09:48	T2B – T2A	-1845	2098	0.92
L1B8_052.PD0		09:26:07	09:32:38	82 – 80	-5175	7738	0.67
L1B8_053.PD0		09:32:57	09:38:46	80 - 82	-4897	7806	0.64
L1B8_056.PD0		11:27:27	11:30:30	T2A – T2B	-195	2136	0.12
L1B8_057.PD0		11:33:30	11:37:04	T2B – T2A	-56	2093	0.11
L1B8_059.PD0		11:49:26	11:54:12	LI1B – LI1A	2082	5237	0.41
L1B8_060.PD0		11:54:38	11:59:14	LI1A – LI1B	2300	5244	0.45
L1B8_062.PD0		12:09:45	12:13:54	LI2B – LI2A	2654	4946	0.56
L1B8_063.PD0		12:14:17	12:18:42	LI2A – LI2B	2721	5131	0.53
L1B8_065.PD0		12:26:41	12:30:39	T3A – T3B	1099	2860	0.40
L1B8_066.PD0		12:31:12	12:35:13	T3B – T3A	1211	2767	0.45
L1B8_068.PD0		12:44:49	12:52:22	82 – 80	4888	7579	0.68
L1B8_069.PD0		12:52:48	12:59:35	80 - 82	4812	7643	0.68
Campagna C1B8 27 – 28 Agosto 2012							
C1B8_001.PD0	27/08/2012 2	09:13:39	09:16:44	C1B - C1A	939	1657	0.59
C1B8_002.PD0		09:17:03	09:20:31	C1A – C1B	977	1804	0.55
C1B8_003.PD0		09:37:31	09:40:10	C2B – C2A	1827	2758	0.68
C1B8_004.PD0		09:41:33	09:43:45	C2A – C2B	1999	2822	0.71
C1B8_005.PD0		09:52:48	09:56:27	C3B – C3A	2385	4094	0.60
C1B8_006.PD0		09:56:47	10:00:04	C3A – C3B	2217	3956	0.57
C1B8_007.PD0		10:08:38	10:12:37	182 - 180	2012	4157	0.48
C1B8_008.PD0		10:12:58	10:17:04	180 – 182	2046	4368	0.46
C1B8_010.PD0		10:53:19	10:56:23	C1B - C1A	675	1861	0.38
C1B8_011.PD0		10:56:37	10:59:37	C1A – C1B	643	1508	0.43
C1B8_013.PD0		11:11:00	11:14:10	C2B – C2A	1685	4023	0.42
C1B8_014.PD0		11:14:21	11:18:04	C2A – C2B	1816	4116	0.44
C1B8_016.PD0		11:27:17	11:30:46	C3B – C3A	1946	3947	0.50
C1B8_017.PD0		11:31:06	11:34:40	C3A – C3B	1935	3913	0.50
C1B8_019.PD0		11:51:29	11:55:51	182 - 180	1792	4229	0.42
C1B8_020.PD0		11:56:04	12:00:15	180 – 182	1766	4221	0.42

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Transetto	Data	Ora Inizio	Ora Fine	Sezione	Total Q	Area Totale	Velocità Media
					m³/s	m²	m/s
C1B8_023.PD0	28/08/2012	07:02:18	07:06:40	180 - 182	-2409	4300	0.58
C1B8_024.PD0		07:06:54	07:10:59	182 - 180	-2331	4397	0.53
C1B8_026.PD0		07:23:08	07:26:26	C3A - C3B	-2140	4178	0.51
C1B8_027.PD0		07:26:45	07:30:08	C3B - C3A	-1999	4193	0.46
C1B8_029.PD0		07:39:01	07:42:11	C2B - C2A	-1807	4220	0.44
C1B8_030.PD0		07:42:30	07:45:43	C2A - C2B	-1745	4313	0.39
C1B8_032.PD0		07:54:58	07:58:02	C1A - C1B	-611	1626	0.42
C1B8_033.PD0		07:58:18	08:00:53	C1B - C1A	-598	1935	0.35
C1B8_037.PD0		10:09:53	10:12:35	C1A - C1B	678	1653	0.42
C1B8_038.PD0		10:12:49	10:15:29	C1B - C1A	761	1850	0.42
C1B8_040.PD0		10:21:25	10:24:38	C2B - C2A	1994	4189	0.48
C1B8_041.PD0		10:24:52	10:27:45	C2A - C2B	2000	4187	0.49
C1B8_043.PD0		11:20:48	11:23:55	C3B - C3A	1806	3817	0.50
C1B8_044.PD0		11:24:19	11:27:01	C3A - C3B	1802	3827	0.49
C1B8_046.PD0		11:40:11	11:44:26	180 - 182	1792	4292	0.42
C1B8_047.PD0		11:44:46	11:49:28	182 - 180	1838	4346	0.43
Campagna M1B8 29 Agosto 2012							
M1B8_000.PD0	29/08/2012	07:34:42	07:41:12	96→100	-4672	8394	0.65
M1B8_001.PD0		07:41:26	07:48:09	100→96	-4810	8303	0.64
M1B8_003.PD0		08:02:42	08:07:49	DN→DS	-4399	6349	0.71
M1B8_004.PD0		08:07:59	08:12:32	DS→DN	-4490	6420	0.75
M1B8_006.PD0		08:24:39	08:28:30	DF→FS	-50	4906	0.19
M1B8_007.PD0		08:28:54	08:33:58	FS→DF	-31	5054	0.18
M1B8_010.PD0		10:48:49	10:53:47	96→100	4449	8070	0.59
M1B8_011.PD0		10:54:08	10:59:17	100→96	4609	8236	0.59
M1B8_013.PD0		11:12:00	11:16:28	DN→DS	5210	6884	0.78
M1B8_014.PD0		11:16:40	11:21:03	DS→DN	5339	6217	0.90
M1B8_016.PD0		11:30:13	11:34:43	DF→FS	25	4878	0.04
M1B8_017.PD0		11:34:57	11:38:05	FS→DF	-27	4887	0.04

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Transetto	Data	Ora Inizio	Ora Fine	Sezione	Total Q	Area Totale	Velocità Media
					m³/s	m²	m/s
Campagna M2B8 14 - 15 Gennaio 2013							
M2B8_000.PD 0	14/01/2013 3	08:58:13	09:02:05	DF→FS	228	4892	0.17
M2B8_001.PD 0		09:02:21	09:05:07	FS→DF	-247	4606	0.05
M2B8_003.PD 0		09:22:08	09:26:14	DS→DN	-5766	5997	0.98
M2B8_004.PD 0		09:26:32	09:30:14	DN→DS	-5705	6371	0.89
M2B8_006.PD 0		09:42:43	09:47:13	96→100	-5199	8176	0.69
M2B8_007.PD 0		09:47:36	09:53:06	100→96	-4781	8530	0.57
M2B8_009.PD 0		10:16:50	10:20:25	DF→FS	5	5236	0.21
M2B8_010.PD 0		10:20:39	10:23:28	FS→DF	-150	4908	0.18
M2B8_012.PD 0		10:33:08	10:36:52	DS→DN	-2283	6339	0.37
M2B8_013.PD 0		10:37:06	10:40:13	DN→DS	-2113	6569	0.34
M2B8_015.PD 0		10:52:32	10:56:14	96→100	-901	8316	0.10
M2B8_016.PD 0		10:56:28	11:00:00	100→96	-164	8194	0.01
M2B8_018.PD 0		12:55:01	12:57:45	96→100	5222	6721	0.82
M2B8_019.PD 0		12:58:38	13:02:43	100→96	5265	6928	0.79
M2B8_021.PD 0		13:15:09	13:18:53	DS→DN	5775	5219	1.18
M2B8_022.PD 0		13:19:53	13:23:08	DN→DS	6140	5447	1.17
M2B8_024.PD 0		13:34:45	13:37:45	DF→FS	101	4180	0.05
M2B8_025.PD 0		13:38:32	13:41:20	FS→DF	-95	4128	0.05
M2B8_027.PD 0		13:55:08	13:58:12	96→100	5925	6873	0.90
M2B8_028.PD 0		13:59:01	14:02:24	100→96	6294	6972	0.94
M2B8_030.PD 0		14:14:58	14:18:02	DS→DN	5517	5166	1.12
M2B8_031.PD 0		14:18:53	14:22:09	DN→DS	6185	5485	1.22
M2B8_033.PD 0		14:32:34	14:35:27	DF→FS	26	4182	0.03
M2B8_034.PD 0		14:36:29	14:39:13	FS→DF	-60	3805	0.04
M2B8_037.PD 0	15/01/2013 3	08:30:07	08:33:02	DF→FS	4	4708	0.02

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Transetto	Data	Ora Inizio	Ora Fine	Sezione	Total Q	Area Totale	Velocità Media
					m³/s	m²	m/s
M2B8_038.PD0		08:33:12	08:36:51	FS→DF	49	4713	0.03
M2B8_040.PD0		08:44:38	08:48:13	DS→DN	-4363	6220	0.73
M2B8_044.PD0		09:15:41	09:20:02	96→100	-4076	8056	0.57
M2B8_045.PD0		09:20:22	09:24:42	100→96	-4034	8004	0.56
M2B8_047.PD0		09:38:33	09:41:52	DF→FS	15	4847	0.03
M2B8_048.PD0		09:42:04	09:45:41	FS→DF	65	4770	0.03
M2B8_050.PD0		09:53:09	09:57:00	DS→DN	-3783	6139	0.63
M2B8_051.PD0		09:57:28	10:01:44	DN→DS	-3565	6863	0.54
M2B8_052.PD0		10:10:25	10:14:32	100→96	-3339	7843	0.46
M2B8_053.PD0		10:14:48	10:19:49	96→100	-3127	7807	0.45
M2B8_057.PD0		12:09:30	12:12:17	96→100	1692	7151	0.27
M2B8_058.PD0		12:13:10	12:16:35	100→96	1581	6809	0.25
M2B8_060.PD0		12:31:06	12:34:05	DN→DS	2460	5321	0.48
M2B8_061.PD0		12:34:56	12:39:24	DS→DN	3095	6177	0.52
M2B8_063.PD0		12:47:08	12:50:34	DF→FS	50	4825	0.01
M2B8_064.PD0		12:59:16	13:03:34	FS→DF	13	4716	0.02
M2B8_066.PD0		13:14:10	13:18:18	100→96	4908	8448	0.61
M2B8_067.PD0		13:18:36	13:22:43	96→100	5238	8264	0.67
M2B8_068.PD0		13:31:07	13:34:24	DN→DS	5248	7016	0.82
M2B8_069.PD0		13:40:01	13:43:45	DS→DN	5668	6084	0.91
M2B8_071.PD0		13:51:07	13:55:00	DF→FS	-22	4927	0.04
M2B8_072.PD0		13:55:18	13:58:32	FS→DF	-55	4863	0.06
Campagna C2B8 16 Gennaio 2013							
C2B8_000.PD0	16/01/2013	08:07:32	08:10:44	182-180	-435	4271	0.07
C2B8_001.PD0		08:10:58	08:14:54	180-182	-120	4231	0.07
C2B8_003.PD0		08:29:25	08:32:25	C3B-C3A	-1229	4398	0.29
C2B8_004.PD0		08:32:37	08:36:33	C3A-C3B	-1321	3939	0.36
C2B8_006.PD0		08:44:08	08:47:57	C2A-C2B	-1919	4286	0.47
C2B8_007.PD0		08:48:13	08:50:41	C2B-C2A	-2295	4469	0.51

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Transetto	Data	Ora Inizio	Ora Fine	Sezione	Total Q	Area Totale	Velocità Media
					m³/s	m²	m/s
C2B8_009.PD0		09:03:38	09:05:45	C1B-C1A	-1000	1633	0.64
C2B8_010.PD0		09:06:06	09:09:52	C1A-C1B	-1062	1830	0.61
C2B8_013.PD0		09:38:45	09:42:43	182-180	-2488	4368	0.56
C2B8_014.PD0		09:42:54	09:47:16	180-182	-2854	4409	0.56
C2B8_015.PD0		09:54:05	09:58:12	C3B-C3A	-2477	3826	0.71
C2B8_016.PD0		09:58:23	10:02:33	C3A-C3B	-2368	3751	0.66
C2B8_018.PD0		10:11:34	10:15:22	C2A-C2B	-2463	4263	0.63
C2B8_019.PD0		10:15:41	10:18:30	C2B-C2A	-2593	4454	0.64
C2B8_021.PD0		10:28:24	10:31:26	C1A-C1B	-1123	1584	0.75
C2B8_022.PD0		10:31:40	10:34:08	C1B-C1A	-1018	1545	0.73
C2B8_024.PD0		12:34:25	12:37:30	C1A-C1B	-88	1754	0.09
C2B8_025.PD0		12:43:47	12:46:36	C1B-C1A	196	1815	0.13
C2B8_026.PD0		12:46:49	12:50:31	C1A-C1B	280	1837	0.17
C2B8_028.PD0		12:57:48	13:00:23	C2B-C2A	2037	4305	0.50
C2B8_029.PD0		13:00:41	13:04:05	C2A-C2B	1903	4403	0.47
C2B8_031.PD0		13:10:46	13:13:15	C3B-C3A	2013	4000	0.50
C2B8_032.PD0		13:13:30	13:15:56	C3A-C3B	1861	4065	0.49
C2B8_035.PD0		13:43:06	13:45:59	C1A-C1B	1036	1835	0.60
C2B8_036.PD0		13:46:17	13:49:03	C1B-C1A	1102	1722	0.67
C2B8_038.PD0		13:56:13	13:58:50	C2B-C2A	3412	4640	0.77
C2B8_039.PD0		13:59:04	14:02:12	C2A-C2B	3535	4480	0.82
C2B8_041.PD0		14:08:00	14:10:22	C3B-C3A	3597	3933	0.96
C2B8_042.PD0		14:10:38	14:13:12	C3A-C3B	3603	4057	0.94

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Transetto	Data	Ora Inizio	Ora Fine	Sezione	Total Q	Area Totale	Velocità Media
					m³/s	m²	m/s
Campagna L3B8 27 Febbraio 2013							
L3B8_000.PD0	27/02/2013 3	08:59:21	09:08:41	82 - 80	-6246	7645	0.86
L3B8_001.PD0		09:08:47	09:17:25	80 - 82	-6160	7708	0.80
L3B8_005.PD0		09:40:30	09:45:04	LI2B - LI2A	-3507	5079	0.71
L3B8_006.PD0		09:45:10	09:49:41	LI2A - LI2B	-3416	5137	0.67
L3B8_008.PD0		10:00:08	10:05:03	LI1A - LI1B	-2976	5318	0.57
L3B8_009.PD0		10:05:15	10:09:51	LI1B - LI1A	-2813	5402	0.54
L3B8_011.PD0		10:23:21	10:27:03	T3A - T3B	-1349	2858	0.49
L3B8_012.PD0		10:27:15	10:30:51	T3B - T3A	-1311	2909	0.46
L3B8_014.PD0		10:49:56	10:53:09	T2A - T2B	-1112	2149	0.55
L3B8_015.PD0		10:53:19	10:57:12	T2B - T2A	-1073	2148	0.53
L3B8_017.PD0		12:42:49	12:48:07	LI1A - LI1B	3262	5182	0.66
L3B8_018.PD0		12:48:22	12:53:23	LI1B - LI1A	3413	5173	0.69
L3B8_020.PD0		13:06:29	13:11:21	LI2A - LI2B	3989	4959	0.81
L3B8_021.PD0		13:11:43	13:16:35	LI2B - LI2A	4066	4977	0.87
L3B8_023.PD0		13:29:29	13:33:24	T2A - T2B	1700	1962	0.93
L3B8_024.PD0		13:33:42	13:37:21	T2B - T2A	1782	2035	0.94
L3B8_028.PD0		13:59:46	14:03:03	T3B - T3A	1954	2679	0.76
L3B8_029.PD0		14:03:13	14:07:07	T3A - T3B	1959	2692	0.74
L3B8_031.PD0		14:15:05	14:25:10	82 - 80	6331	7263	0.93
L3B8_032.PD0	14:25:22	14:34:15	80 - 82	6088	7301	0.91	

La nutrita serie di dati contenuti in Tabella 4 evidenzia il notevole sforzo, in termini di attività di campo e di elaborazione dati, a cui si è dato impiego nel corso dello Studio B.6.72 B/8 al fine di caratterizzare le sezioni di indagine dal punto di vista idrodinamico. Le acquisizioni sono avvenute in differenti fasi mareali e in condizioni meteo differenti; si è ottenuto quindi un quadro conoscitivo che, unitamente alle misure degli Studi precedenti, risulta di tutto rilievo. La mole di dati è stata utilizzata nel presente rapporto per la valutazione integrata dei dati raccolti durante gli anni di monitoraggio.

Per una dettagliata descrizione delle attività svolte nel corso delle campagne di misura, si faccia riferimento alle specifiche Relazioni.

4. VARIAZIONI DELLE CARATTERISTICHE DEI MATERIALI SOLIDI SOSPESI

3.1 Campagne di Monitoraggio: bocca di porto di Lido

Data la sua complessità idrodinamica, ulteriormente influenzata dalla presenza dell'Isola Nuova, la bocca di porto di Lido (Figura 1) durante le attività dello studio B.6.72 B/8 è stata investigata con una serie numerosa di sezioni caratteristiche con strumentazione ADCP *vessel-mounted* e con i relativi prelievi di campioni d'acqua e materiale sospeso.

3.1.1 Distribuzione dimensionale dei sedimenti

Negli istogrammi di Figura 10 sono presentate le distribuzioni dei valori del d50 dei campioni di sedimento prelevati durante le campagne effettuate alla bocca di porto di Lido per lo studio B.6.72 B/8. Le figure si riferiscono a condizioni di marea calante e crescente. Durante le condizioni di marea crescente il diametro caratteristico d50 ha assunto valore medio di 109.33 μm ; in condizioni di calante il valore medio è stato di 63.87 μm . Si registra una notevole variabilità nella distribuzione dei dati nell'istogramma. I diametri caratteristici più frequenti si raggruppano intorno alla classe dei 25 μm .

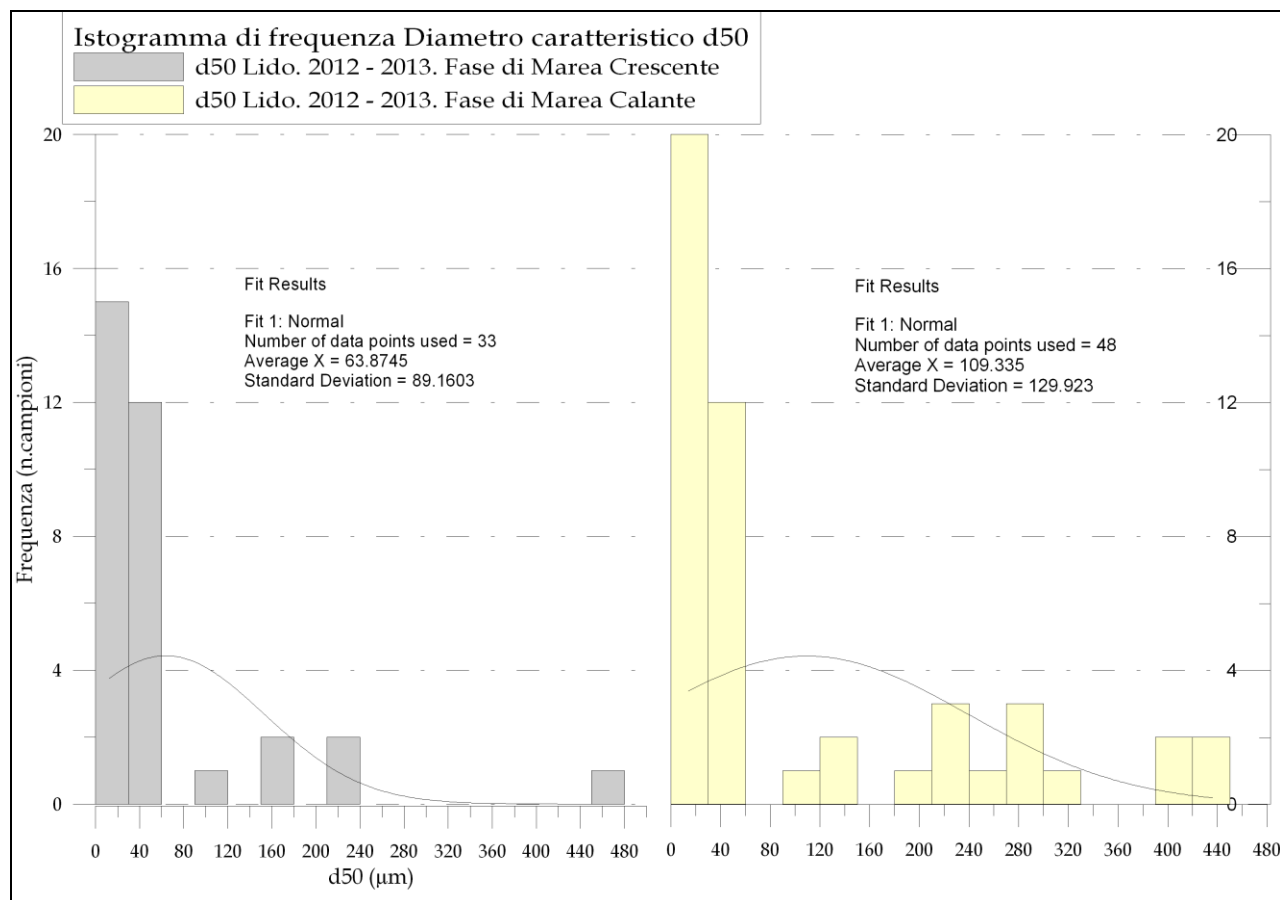


Figura 10. Distribuzione dei valori del d50.

3.1.2 Classificazione granulometrica del particolato solido in sospensione

I materiali campionati durante le campagne di monitoraggio B/8 risultano molto simili tra di loro considerando le due fasi mareali indagate (Figura 11). Si osserva la totale assenza della componente argillosa nelle determinazioni effettuate sperimentalmente sui campioni prelevati nei punti notevoli. La frazione limosa risulta quindi complementare a quella sabbiosa. Le percentuali relative alle altre due componenti variano in un range di valori piuttosto ampio. Secondo la scala di Wentworth i sedimenti vengono classificati come sabbia, sabbie limose, limi sabbiosi e limi senza una netta prevalenza degli uni rispetto gli altri.

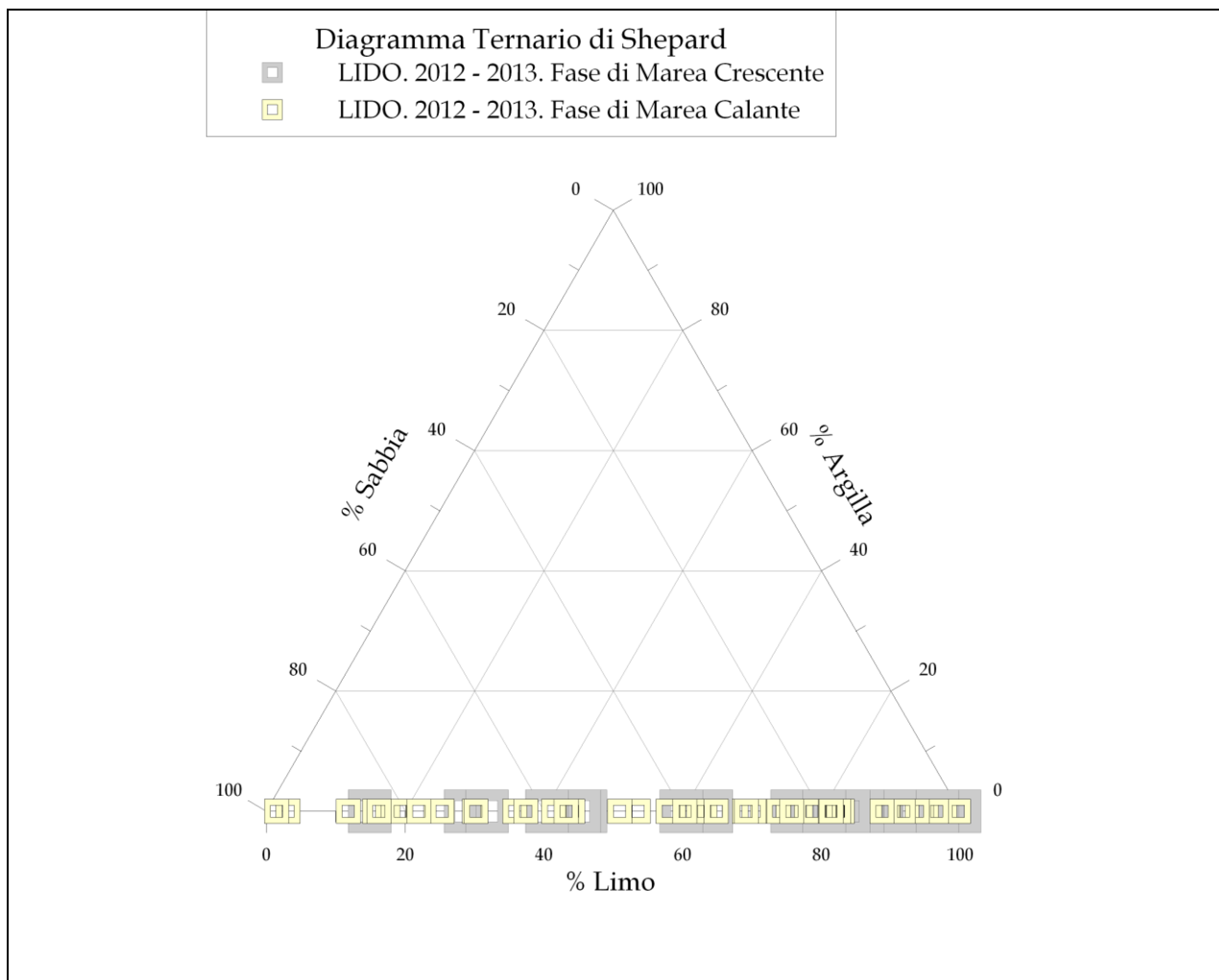


Figura 11. Diagramma di Shepard relativo alle differenti classi granulometriche presenti nei campioni raccolti nei pressi della bocca di porto di Lido.

3.1.3 Concentrazione del particolato solido in sospensione

Per quanto concerne le concentrazioni misurate sui campioni d'acqua prelevati, il valore caratteristico medio durante la fase calante di marea per il la fase di monitoraggio B/8 (Figura 12) risulta pari a 10.47 mg/l mentre quello relativo alla fase crescente di marea a 8.68 mg/l. Tuttavia, i valori SPM nella fase del calante risultano maggiormente frequenti intorno agli 8 mg/l mentre in quella crescente intorno ai 4 mg/l.

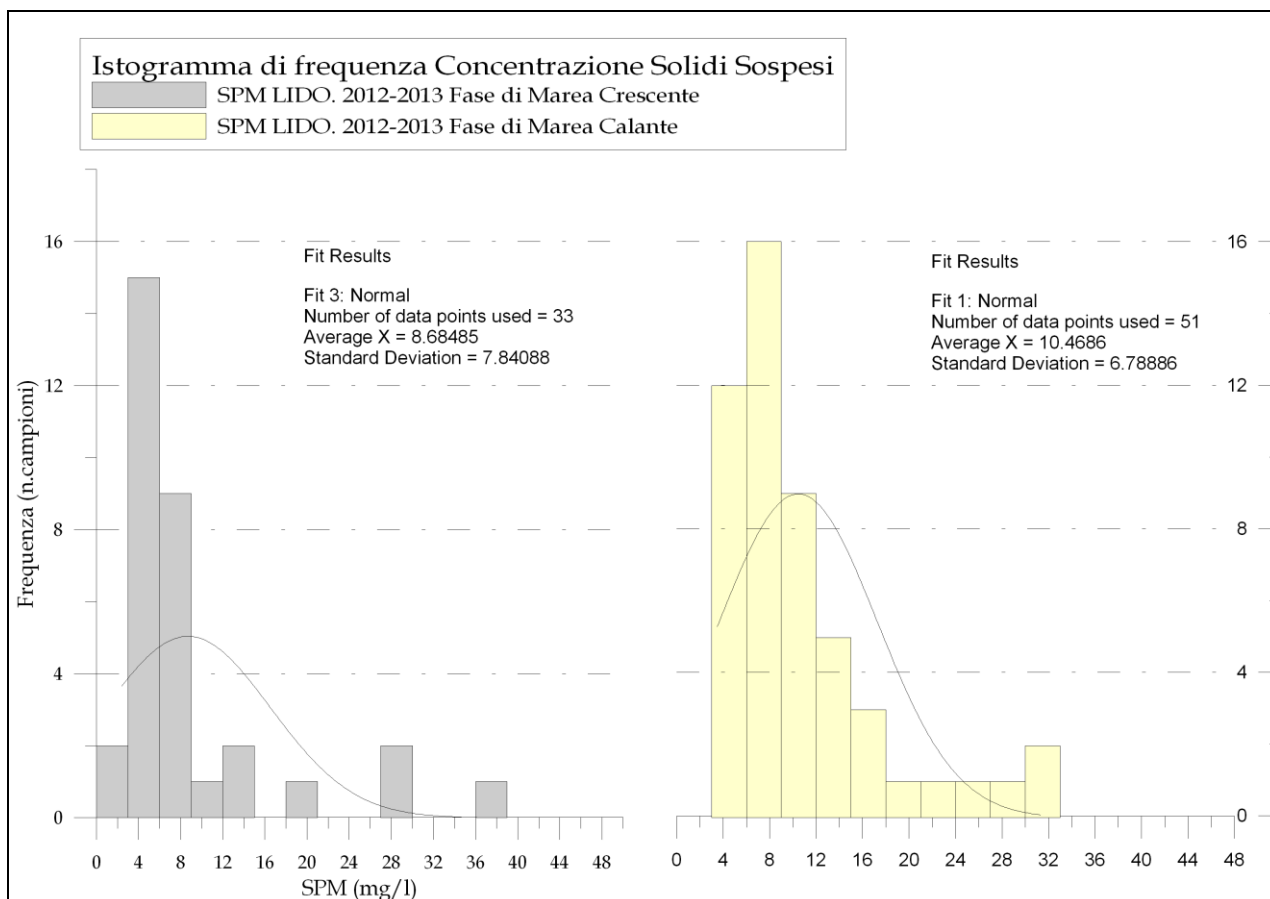


Figura 12. Istogramma di frequenza dei valori di concentrazione caratteristici della bocca di porto di Lido.

3.2 Campagne di Monitoraggio: bocca di porto di Malamocco

Il campo sperimentale nella bocca di porto di Malamocco (Figura 2) è meno complesso rispetto a quello alla bocca di porto di Lido. Le sezioni caratteristiche lungo le quali sono stati effettuati i rilievi ADCP sono in numero decisamente inferiore. La situazione di questa bocca di porto presenta però alcune interessanti caratteristiche legate alla morfologia e all'idrodinamica del bacino di evoluzione della conca di navigazione.

3.2.1 Distribuzione dimensionale dei sedimenti

Il valore medio del diametro caratteristico d50 dei campioni di sedimento raccolti nei punti notevoli della bocca di porto di Malamocco durante le campagne eseguite in fase di marea calante (Figura 13) risulta essere pari a 51.06 μm e durante il crescente risulta pari a 67.14 μm . Alcuni valori risultano particolarmente elevati per cui la distribuzione dei valori risulta moderatamente dispersa. La maggior frequenza dei valori del d50 si ha per diametri intorno ai 25 μm .

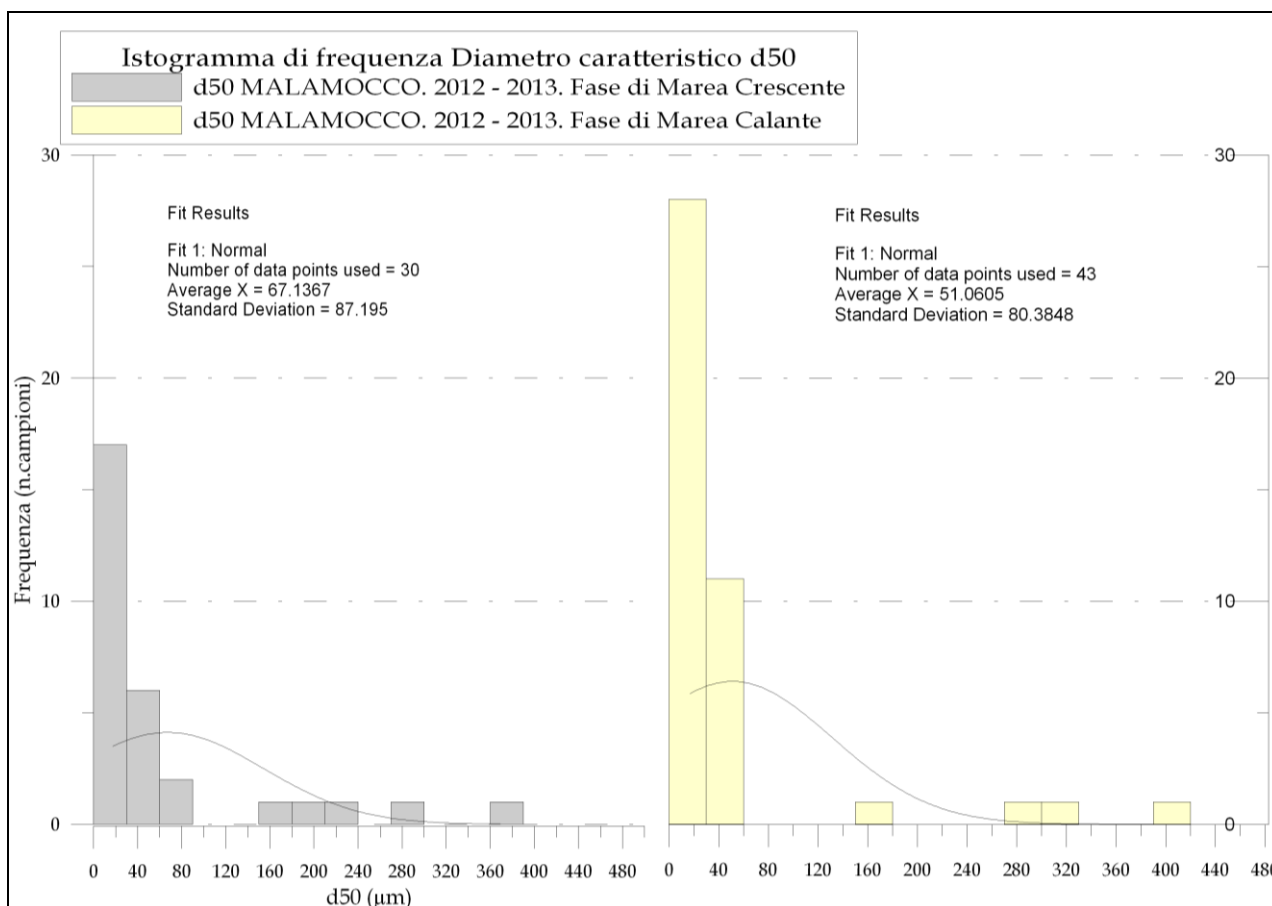


Figura 13. Distribuzione dei valori del d50.

3.2.2 Classificazione granulometrica del particolato solido in sospensione

I sedimenti che transitano trasportati dalle correnti lungo la bocca di porto di Malamocco hanno percentuali di frazione limosa complementare a quella sabbiosa essendo la frazione argillosa assente in tutti i campioni prelevati durante le indagini. Non si riscontrano grosse differenze tra le indagini effettuate in condizioni di marea calante e crescente. In generale i sedimenti vengono classificati come sabbia, sabbie limose, limi sabbiosi e limi. (Figura 14).

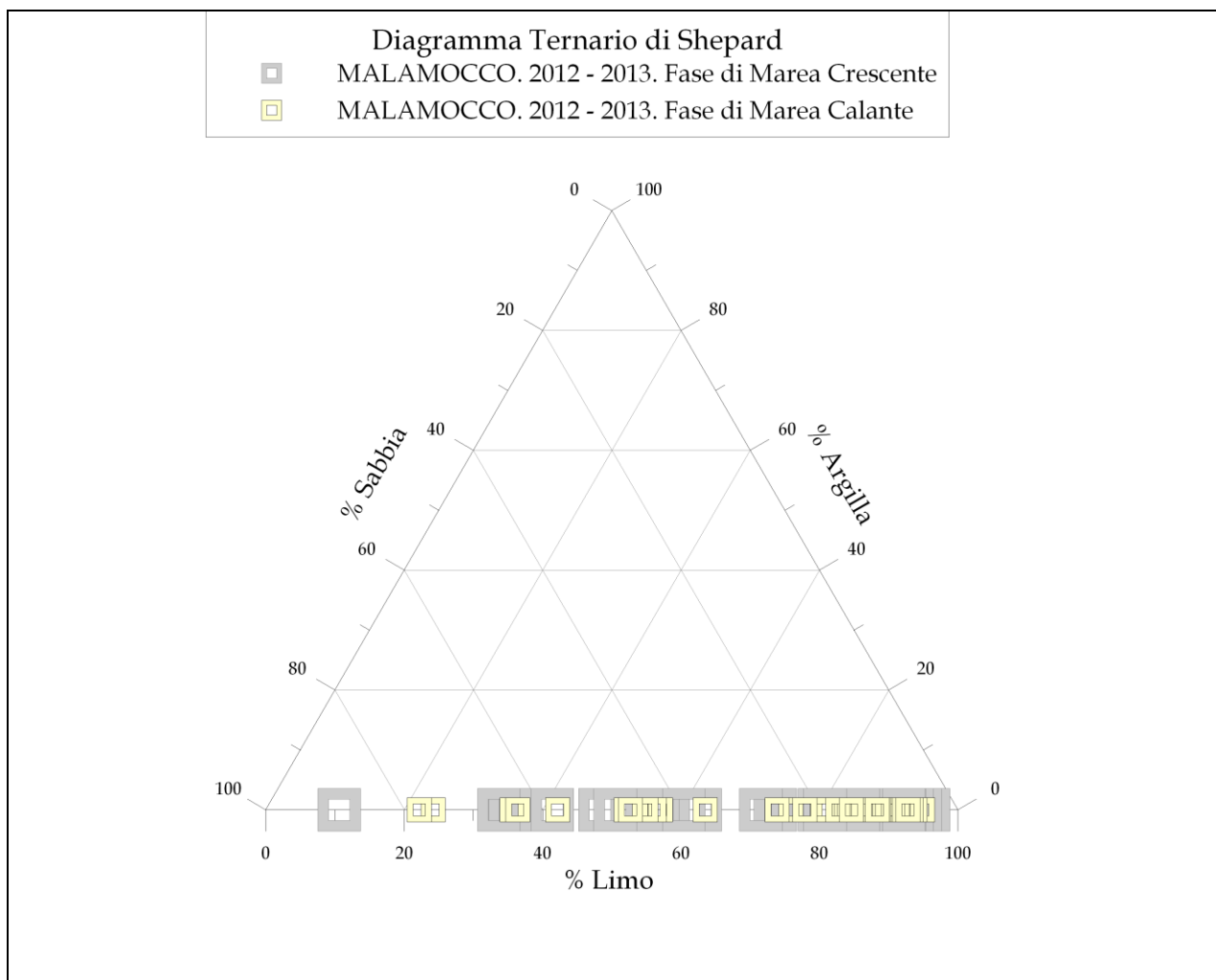


Figura 14. Diagramma di Shepard relativo alle differenti classi granulometriche presenti nei campioni raccolti nei pressi della bocca di porto di Malamocco.

3.2.3 Concentrazione del particolato solido in sospensione

Le concentrazioni del particolato solido in sospensione relative alla bocca di porto di Malamocco sono state determinate sia in condizioni di marea calante sia in condizioni di marea crescente. Nel primo caso il valore medio è stato di 13.20 mg/l mentre nel secondo di 16.11 mg/l. La classe modale, sia in condizioni di calante che di crescente, risulta inferiore ai 6 mg/l.

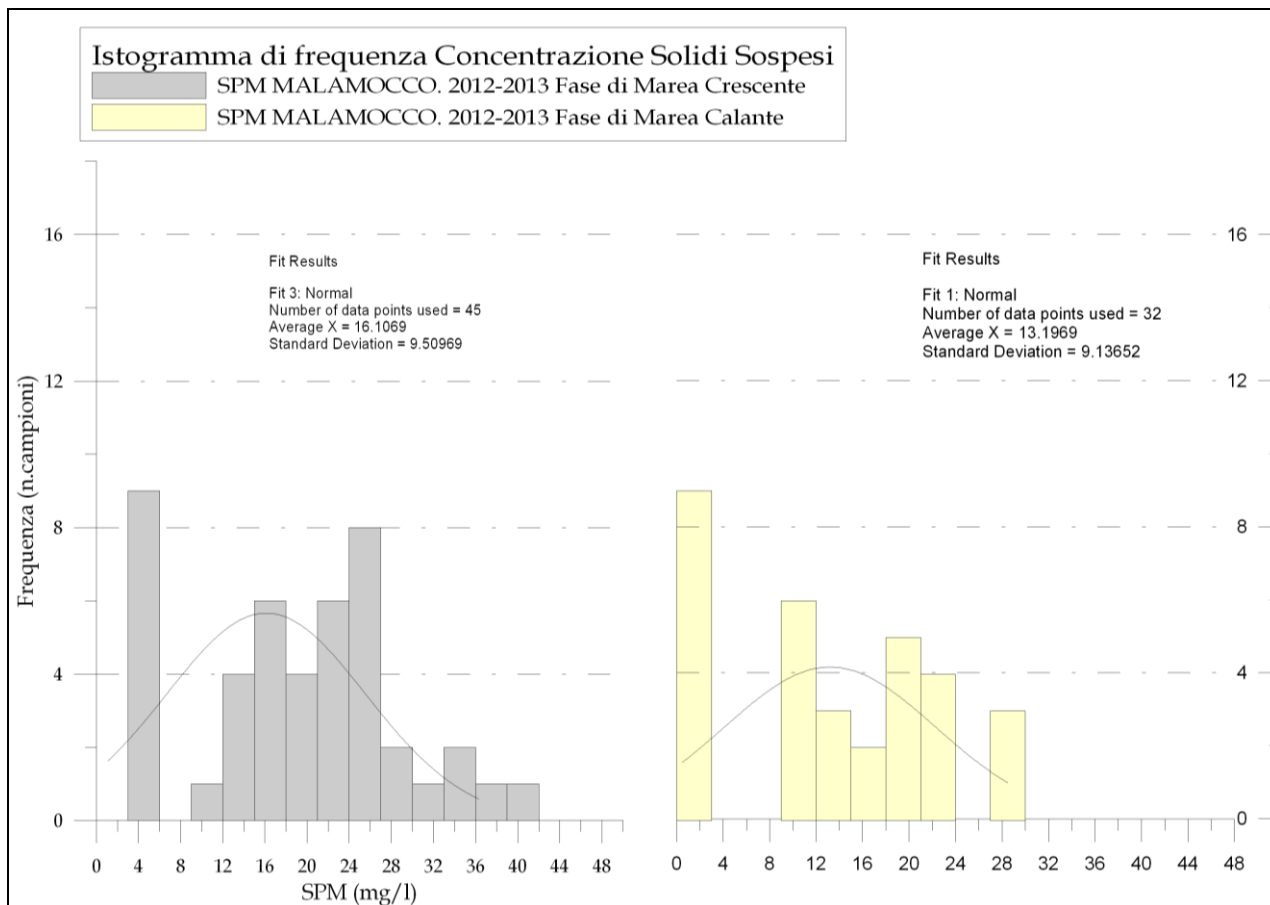


Figura 15. Istogramma di frequenza dei valori di concentrazione caratteristici della bocca di porto di Malamocco.

3.3 Campagne di Monitoraggio: bocca di porto di Chioggia

Le campagne di monitoraggio effettuate presso la bocca di porto di Chioggia (Figura 3) hanno interessato in maggior misura il canale principale, coperto da quattro sezioni caratteristiche (180 - 182, C1A - C1B, C2A - C2B e C3A - C3B con i relativi punti notevoli ADCPch, C1, C2 e C3) e un'altra sezione posta in prossimità alla diga foranea. Per l'elaborazione delle immagini che seguono sono stati utilizzati i dati delle fasi di marea crescente e calante.

3.3.1 *Distribuzione dimensionale dei sedimenti*

Dall'istogramma delle frequenze dei diametri caratteristici del particolato solido in sospensione (Figura 16) si osserva che i diametri caratteristici del d50 mostrano differenze lievi tra quelli ottenuti durante misure effettuate in crescente e quelli in calante di marea. Infatti il valore medio del d50 ottenuto in fase di marea crescente è pari a 46.15 μm e a 41.52 μm in fase di marea calante.

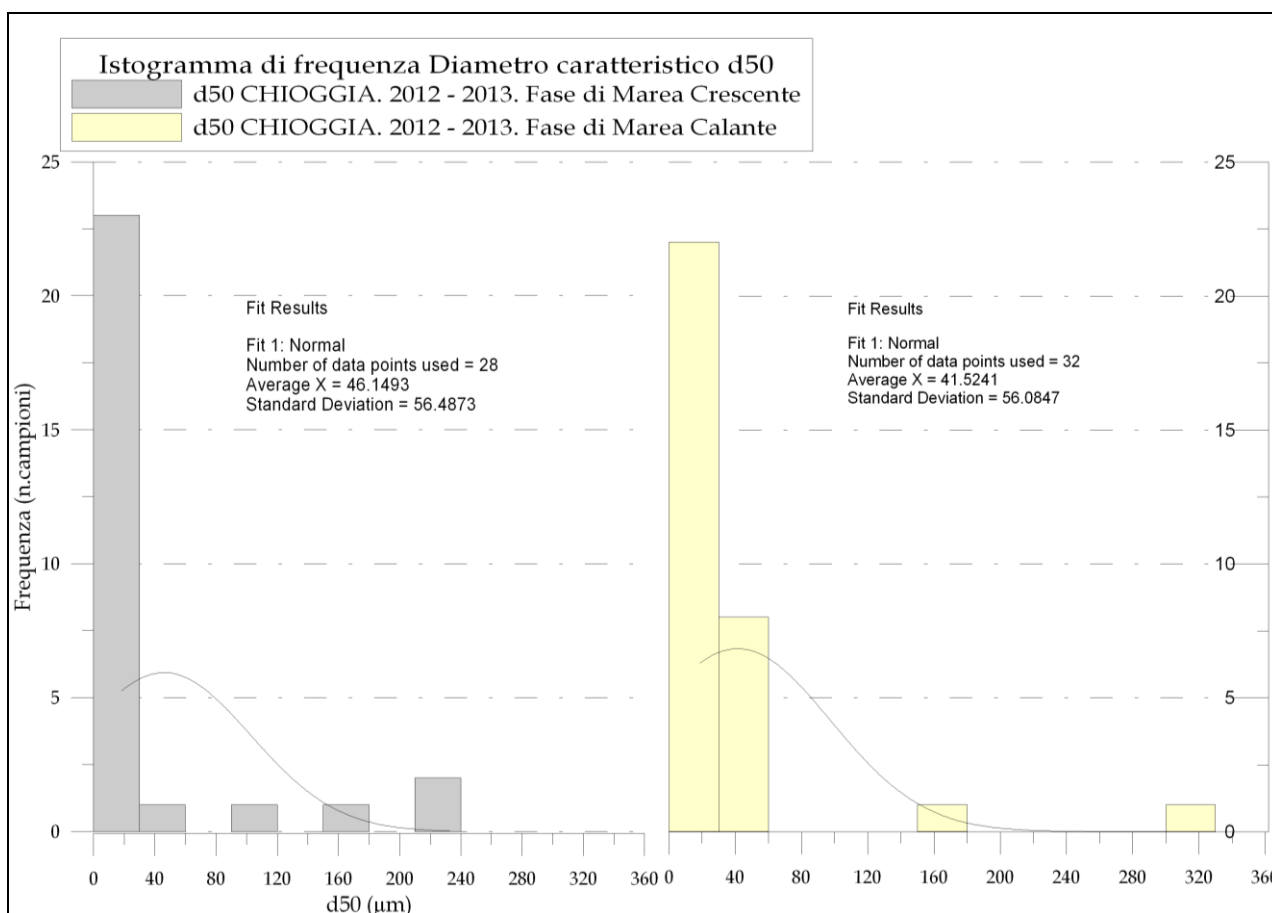


Figura 16. Distribuzione dei valori del d50.

3.3.2 Classificazione granulometrica del particolato solido in sospensione

Per quanto riguarda il rapporto tra le varie classi di diametri che compongono lo spettro granulometrico dei sedimenti trasportati nel canale della bocca di porto di Chioggia (Figura 17), si evidenzia la totale assenza della frazione argillosa nei campioni prelevati. La frazione limosa risulta complementare a quella sabbiosa. La maggior parte dei campioni si colloca nell'area del grafico con percentuali di frazione limosa superiore al 50%. Pertanto i campioni vengono classificati come limi, limi sabbiosi e, in minor misura, come sabbie limose.

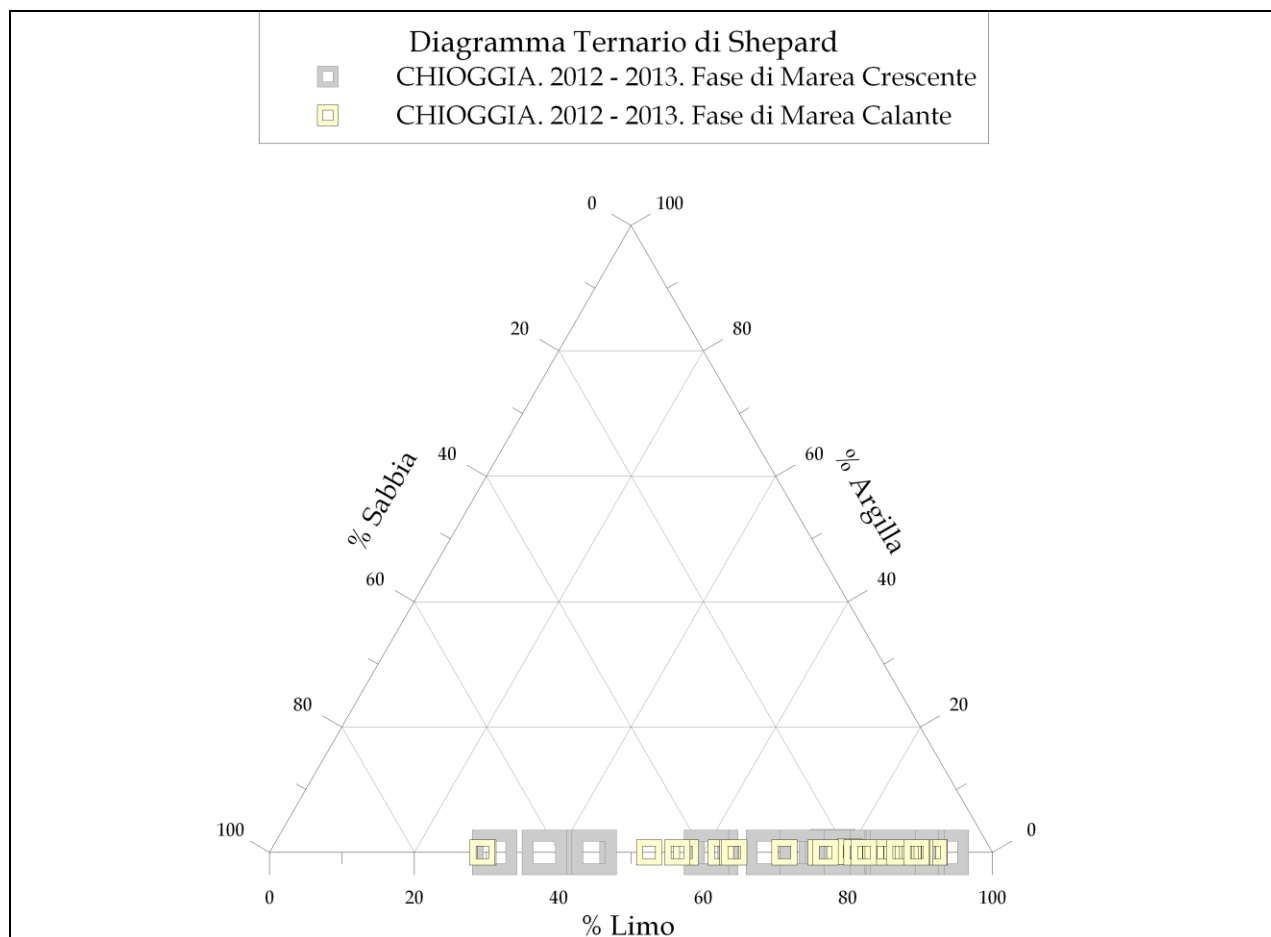


Figura 17. Diagramma di Shepard relativo alle differenti classi granulometriche presenti nei campioni raccolti nei pressi della bocca di porto di Chioggia.

3.3.3 Concentrazione del particolato solido in sospensione

Le concentrazioni misurate nei campioni collezionati nei pressi dei punti notevoli in bocca di porto di Chioggia (Figura 18) assumono valori moderatamente variabili, sia durante la fase del crescente sia in quella del calante di marea. I valori medi risultano molto simili tra le due fasi pari a 9.36 mg/l per il crescente e 10.6 mg/l per il calante. La classe modale è in entrambi i casi inferiore a 6 mg/l.

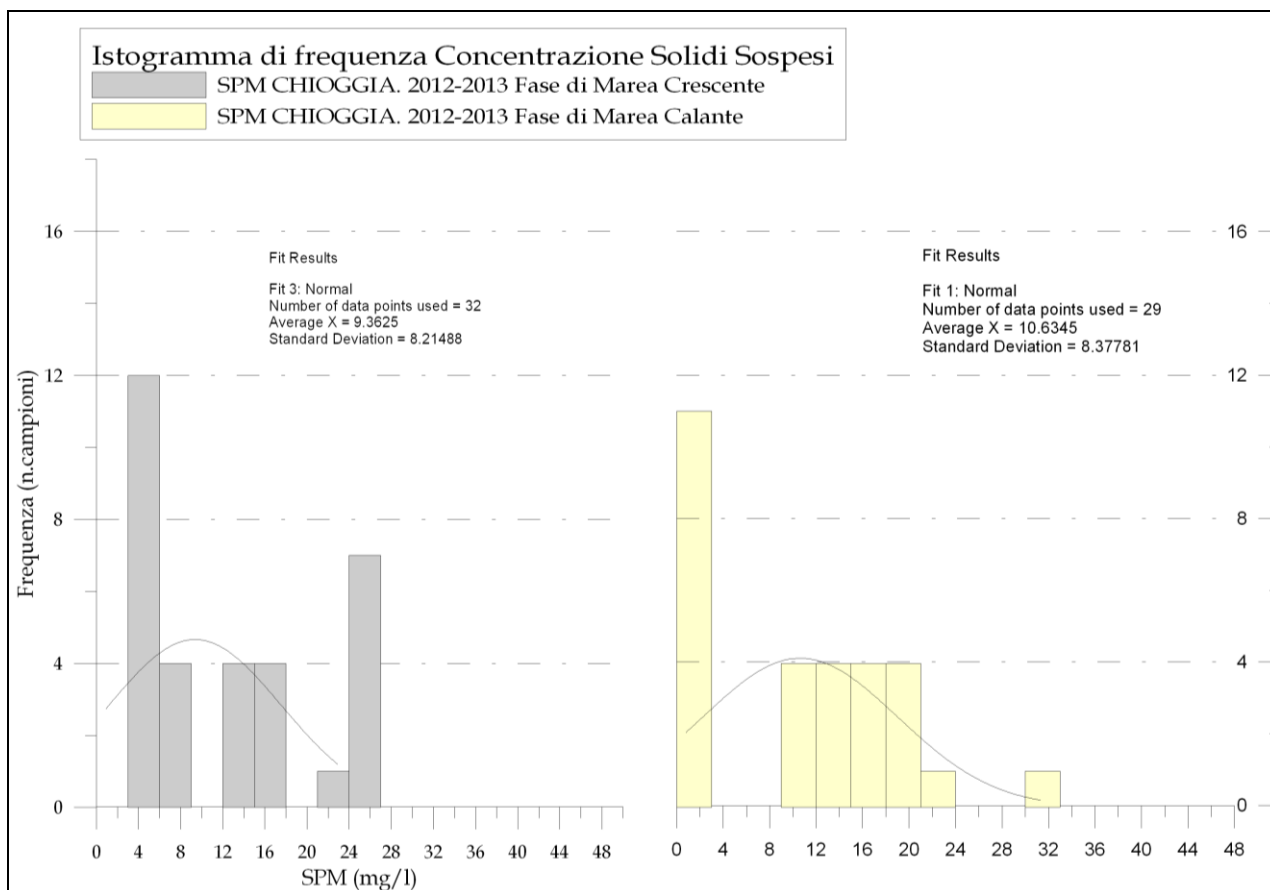


Figura 18. Istogramma di frequenza dei valori di concentrazione caratteristici della bocca di porto di Chioggia.

5. INDAGINE DETTAGLIATA SULLA DISTRIBUZIONE E SULLE CARATTERISTICHE DEI MATERIALI SOSPESI IN SEZIONI DI INTERESSE

5.1 Sommario delle campagne di misura effettuate

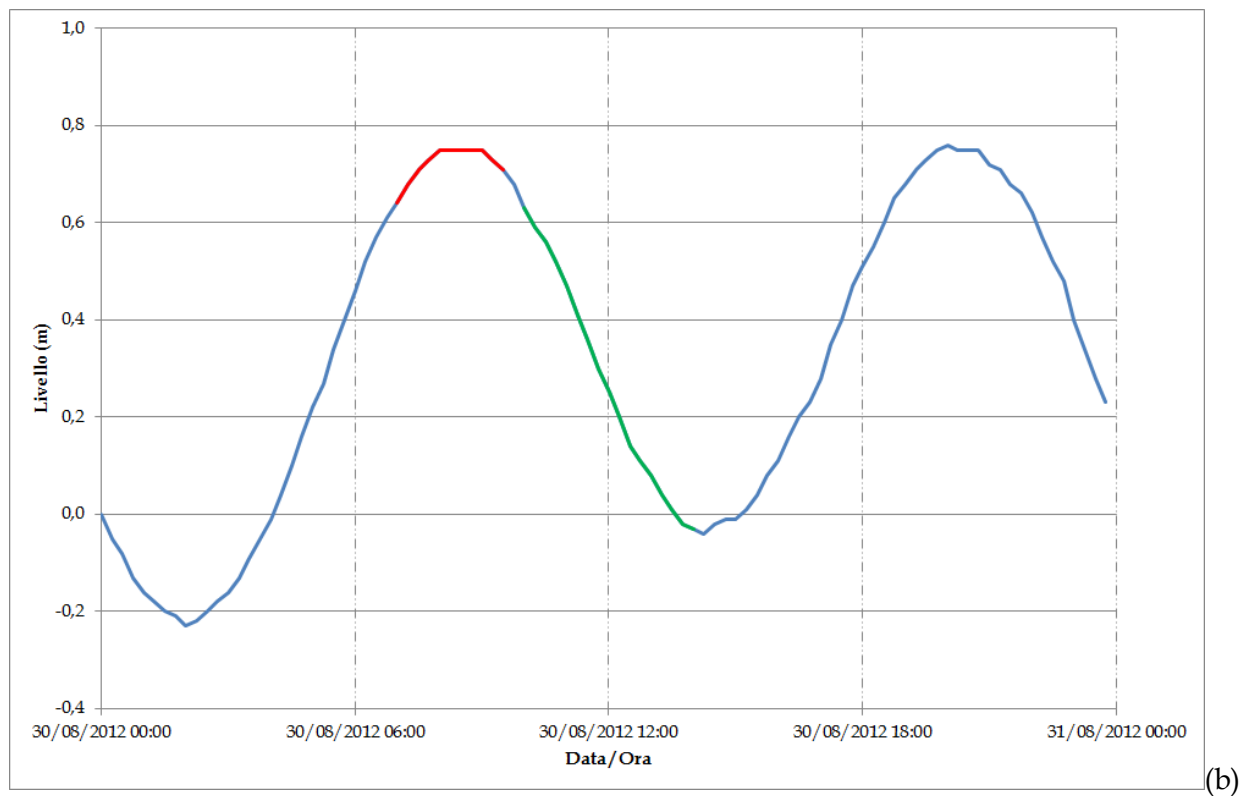
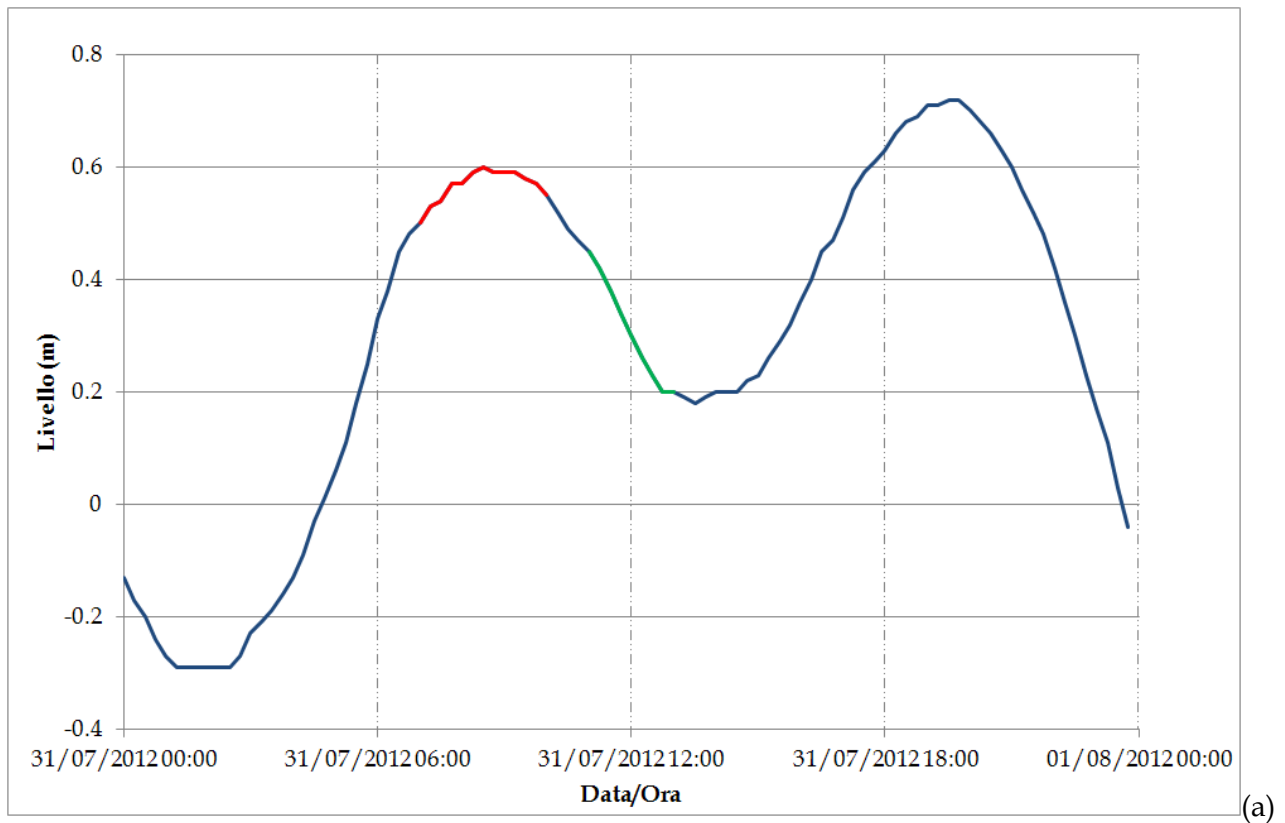
Le campagne incentrate sullo studio delle condizioni idrodinamiche e sulla stima della concentrazione del particolato solido in sospensione in corrispondenza delle sezioni di interesse si sono svolte nelle tre bocche di porto (Figura 4, Figura 5 e Figura 6). In particolare si farà riferimento alla campagna LSB8 (31 Luglio 2012) per le attività svolte alla bocca di porto di Lido (sezione 80-82), alla campagna MSB8 (30 Agosto 2012) per le attività svolte presso la bocca di porto di Malamocco (sezione DN-DS) ed alla campagna CSB8 (31 Agosto 2012) per le attività svolte presso la bocca di porto di Chioggia (sezione 180-182).

Nella presente sezione sono descritti i principali risultati ottenuti durante le attività di campagna effettuate lungo le sezioni d'interesse. Ricordiamo che gli orari riportati nel testo e nella grafica sono espressi come ora UT, mentre le profondità sono da intendersi riferite al pelo libero dell'acqua.

5.2 Condizioni mareali riscontrate durante le attività di misura

In Figura 19 sono riportati gli andamenti di marea registrati durante le attività di misura. Sono indicati anche gli intervalli mareali durante i quali sono state effettuate le operazioni di misura, distinguendo in rosso la fase di marea crescente ed in verde la fase di marea calante. È possibile subito notare come le escursioni mareali in fase di marea crescente siano state molto simili, infatti in tutte e tre le bocche di porto sono risultate pari a circa 0.9 m. Mentre per quanto riguarda il calante la massima escursione, pari a circa 0.8 m, si è verificata presso la bocca di porto di Malamocco e la minima, pari a circa 0.4 m, si è registrata durante le attività svolte presso la bocca di porto di Lido. Questi grafici consentono una migliore comprensione dei risultati ottenuti dato che le caratteristiche idrodinamiche ed il trasporto del particolato solido in sospensione alle bocche di porto della laguna sono normalmente condizionati dall'escursione mareale, in assenza di fenomeni meteo marini significativi.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI



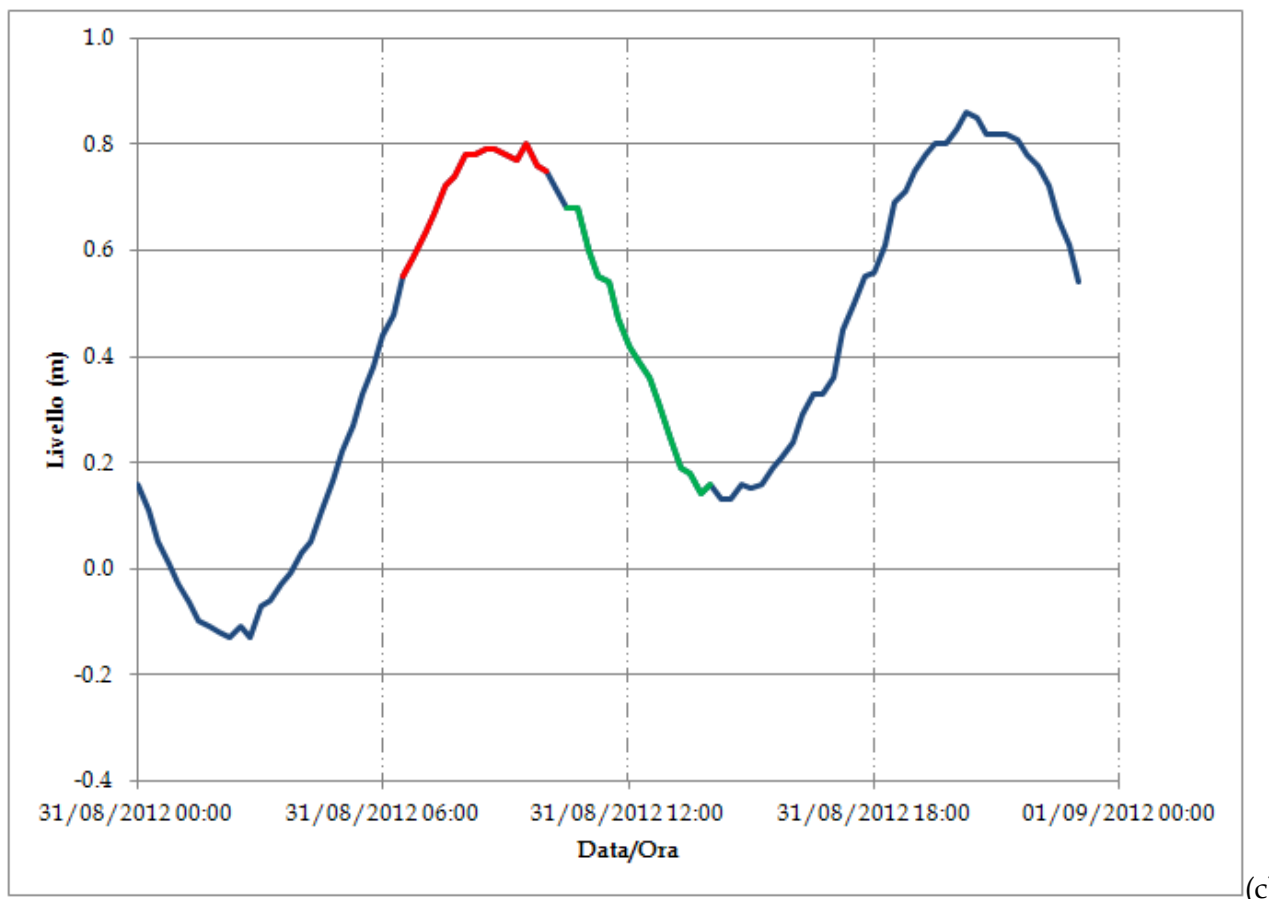
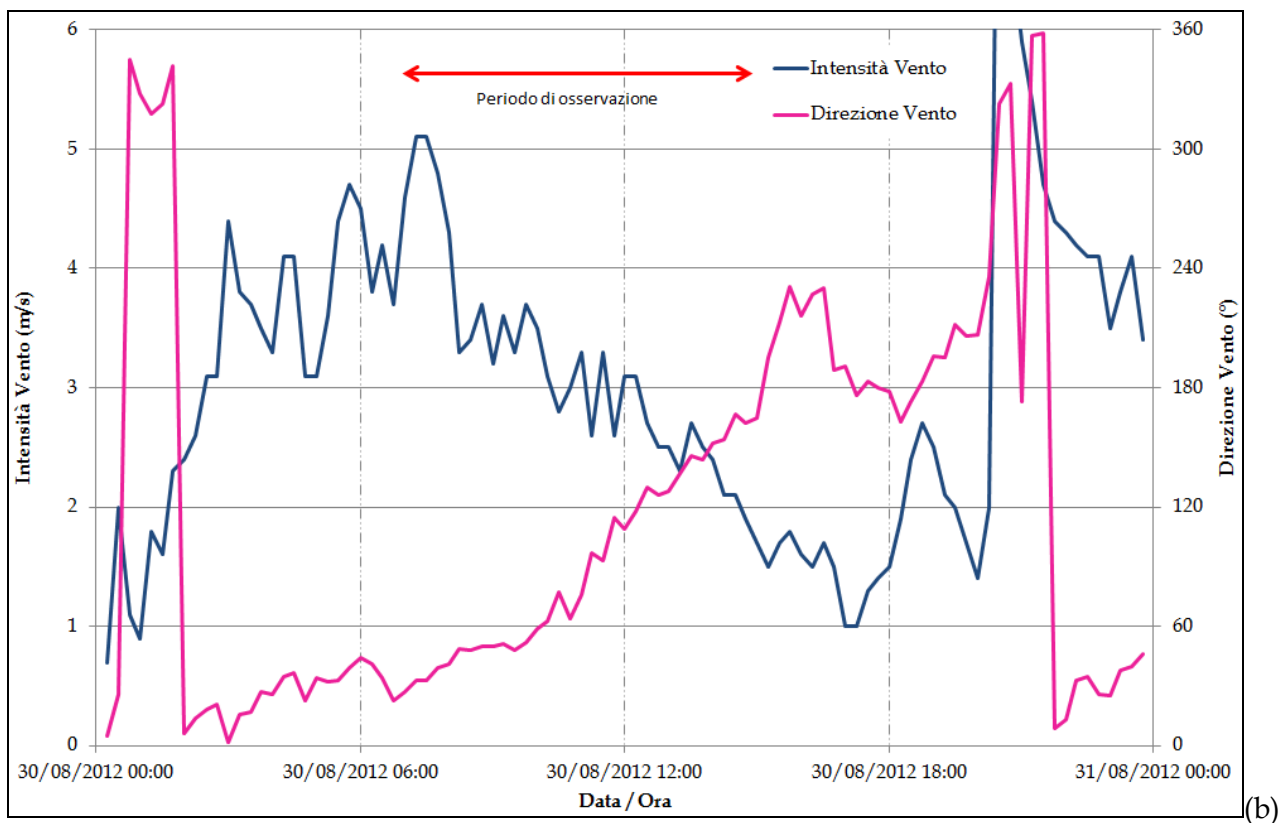
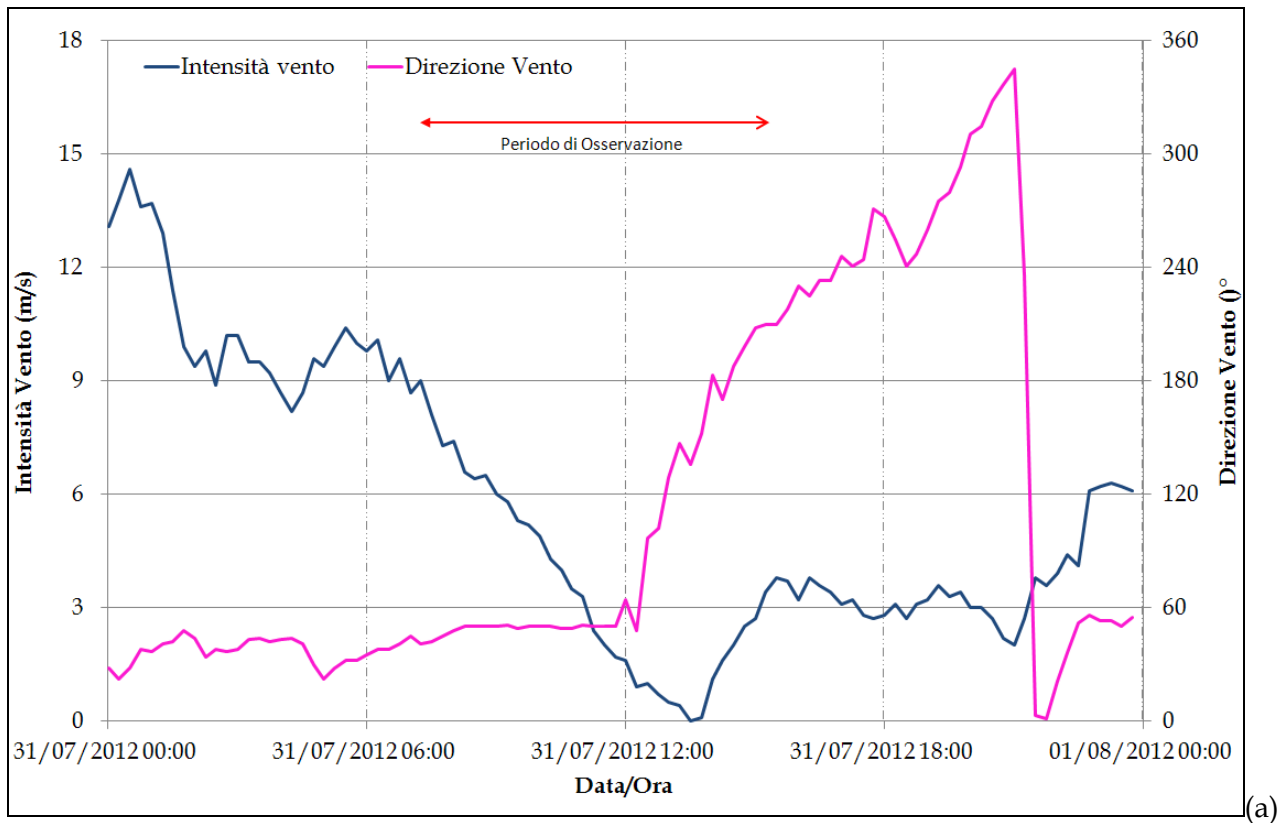


Figura 19. Andamento del livello di marea (valori medi su base oraria riferiti al livello medio mare) registrato rispettivamente al mareografo di Lido, Diga Sud, per il giorno 31 Luglio 2012 (a), di Malamocco, Diga Nord, per il giorno 30 Agosto 2012 (b) e di Chioggia, Diga Sud, per il giorno 31 Agosto 2012 (c). In rosso (marea crescente) ed in verde (marea calante) sono indicati gli intervalli durante i quali sono state effettuate le operazioni di misura.

5.3 Condizioni meteorologiche riscontrate durante le attività di misura

In Figura 20 è mostrato l'andamento delle due componenti meteorologiche che maggiormente influiscono sulla distribuzione areale e sulla risospensione del materiale solido nelle acque prospicienti le bocche di porto. È possibile osservare che non si sono verificati eventi meteorologici di particolare intensità, durante le attività di misura. Velocità del vento superiori a 9 m/s con direzione N-E sono state registrate alla bocca di porto di Lido, anche se sono risultate in diminuzione fino a valori prossimi allo zero. L'intensità del vento è risultata invece minima, tra 1 e 5 m/s, durante le attività di misura svolte presso la bocca di porto di Malamocco. Alla bocca di porto di Chioggia il vento medio durante le attività di misura è variato sensibilmente sia in direzione sia in intensità, da circa 1.5 m/s delle ore 06.30 ai 9.0 m/s circa delle ore 08.00 per poi ridiscendere a fine periodo di misura, ore 15.00 a 1.5 m/s.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI



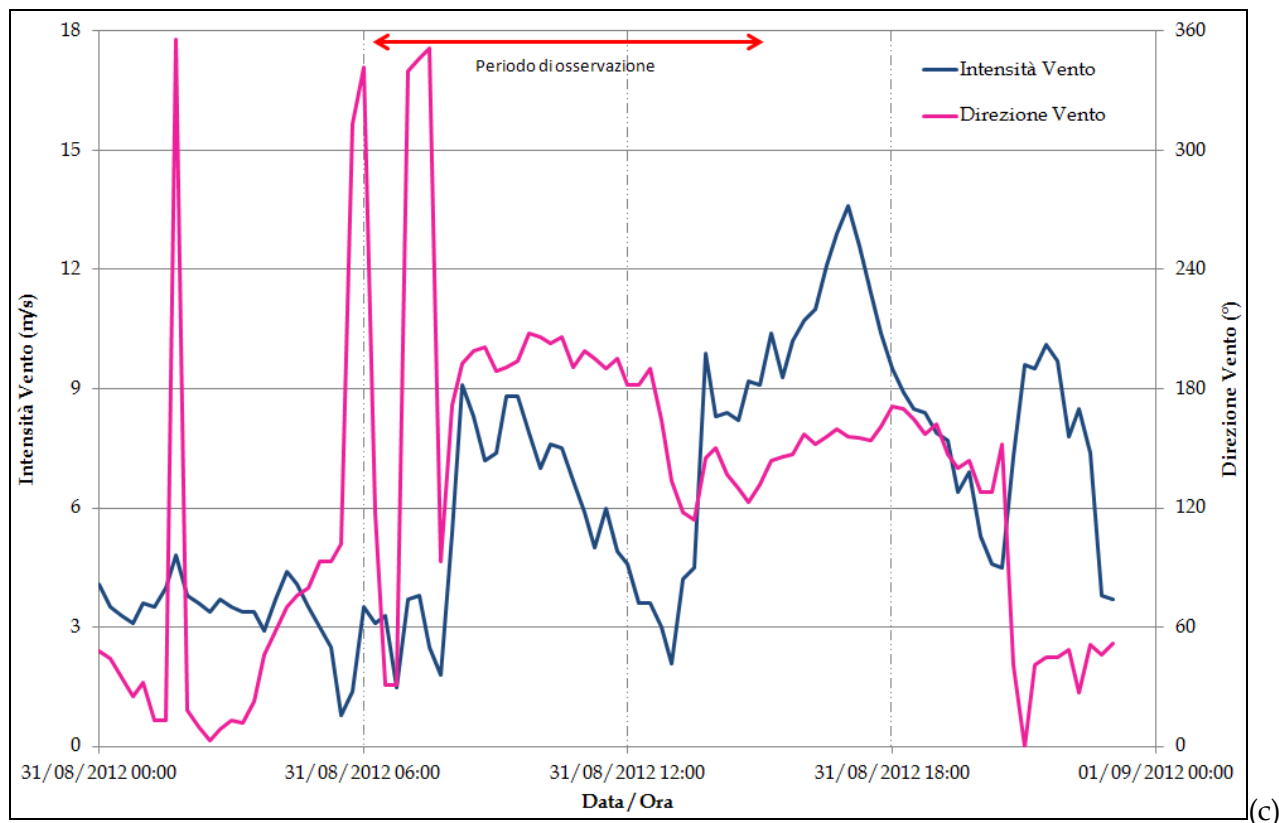


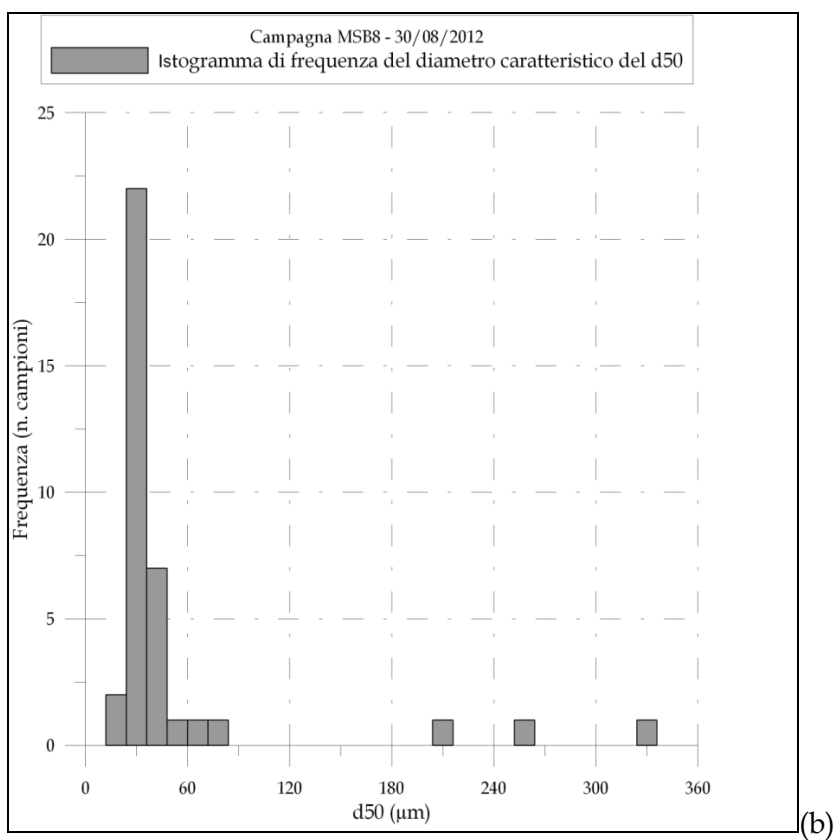
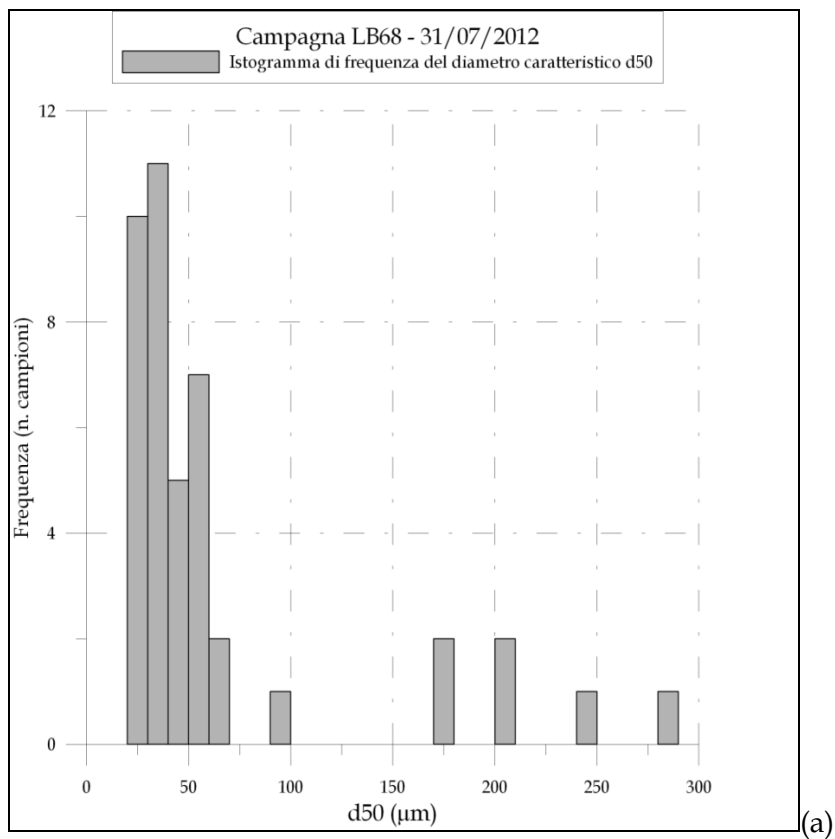
Figura 20. Andamento dei valori di intensità e direzione del vento registrati dalla stazione meteorologica “Acqua Alta” rispettivamente alla bocca di porto di Lido il giorno 31 Luglio 2012 (a), alla bocca di porto di Malamocco il giorno 30 Agosto 2012 (b) ed alla bocca di porto di Chioggia il giorno 31 Agosto 2012 (c).

5.4 Caratteristiche granulometriche e concentrazione del particolato solido in sospensione alle bocche di porto di Lido, Malamocco e Chioggia

Le caratteristiche granulometriche dei sedimenti campionati lungo le sezioni d’interesse durante le tre campagne effettuate alle bocche di porto sono state determinate in laboratorio con metodologia “*Laser In Situ Scattering and Transmissometry*” (LISST, Sequoia Scientific, USA), mentre le concentrazioni del particolato solido in sospensione sono state ottenute in base alla metodica IRSA [Quaderno 100/2050/94], che prevede la filtrazione attraverso membrane in policarbonato (Millipore HTPP04700) con porosità di 0.4 μm e diametro di 47 mm.

Di seguito, in Figura 21, sono riportati i valori relativi al d50 ottenuti per ciascuna campagna di misura. Si osservano valori estremamente variabili ed elevati, in particolare alle bocche di porto di Lido e Malamocco, nonostante non si siano verificate condizioni meteo marine di particolare intensità. Si ritiene che tali valori siano influenzati da situazioni contingenti al campionamento stesso e non in relazione a particolari situazioni lungo le sezioni di interesse. È possibile infatti che si verifichi la formazione di flocculi organici/sedimento, fenomeno che potrebbe in parte spiegare la presenza di d50 molto elevati in alcuni campioni altrimenti poco giustificabili date le condizioni meteo-marine presenti al momento delle misure. Si esclude altresì che tali valori siano il risultato della presenza di macchine operatrici.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI



CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

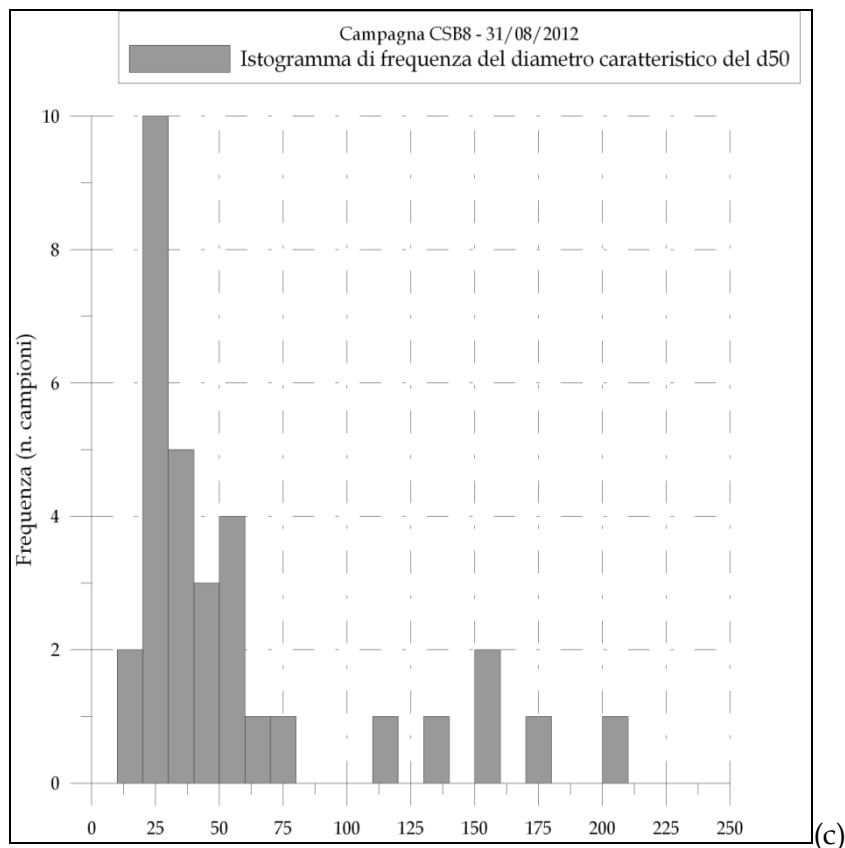


Figura 21. Istogrammi di frequenza dei valori di d50 per ciascuna campagna di misura: bocca di porto di Lido il giorno 31 Luglio 2012 (a), alla bocca di porto di Malamocco il giorno 30 Agosto 2012 (b) ed alla bocca di porto di Chioggia il giorno 31 Agosto 2012 (c).

I risultati appena descritti sono evidenziati anche dai dati riportati nei diagrammi triangolari di Shepard, rappresentati in Figura 22 per ciascuna campagna di misura. Infatti si osserva una sostanziale eterogeneità dei materiali campionati. Le variazioni percentuali delle frazioni granulometriche coinvolgono esclusivamente le componenti sabbiosa e limosa. I dati si distribuiscono lungo l'asse del diagramma in cui i valori percentuali della frazione argillosa sono nulli. Alle bocche di porto di Lido e Malamocco le proporzioni tra le diverse classi granulometriche risultano più variabili, con evidenti variazioni reciproche del contenuto di sabbia e limo, mentre presso la bocca di porto di Chioggia lo spettro granulometrico è più limitato.

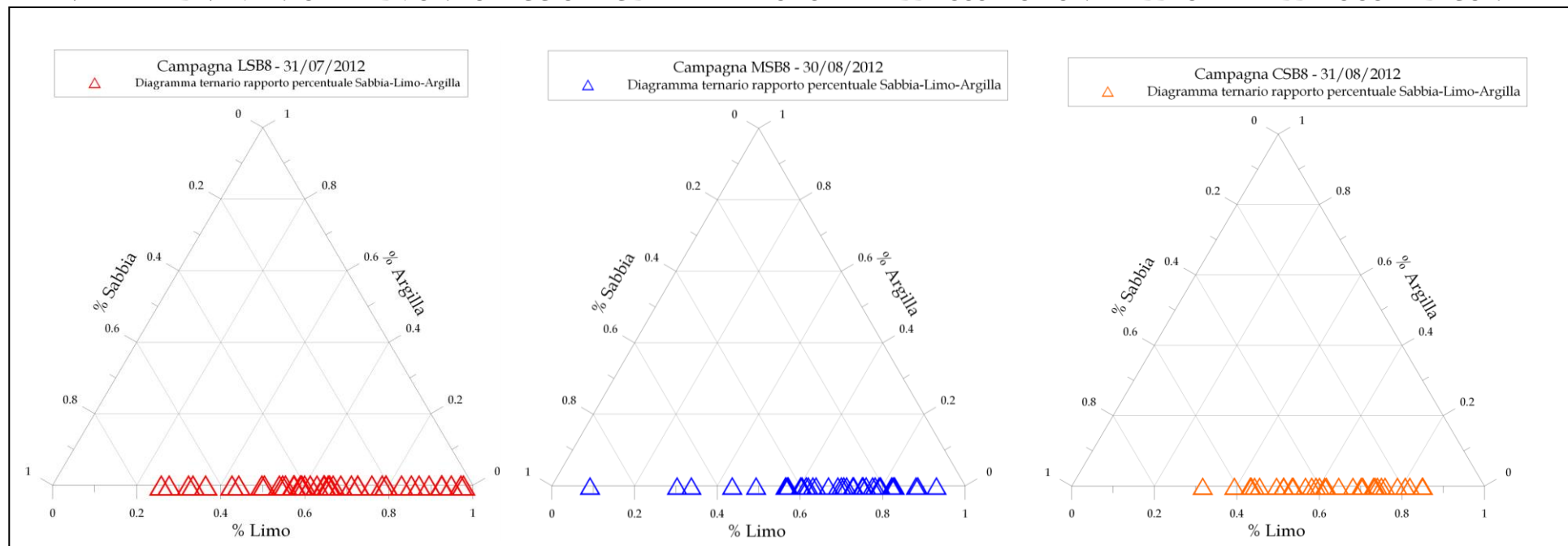
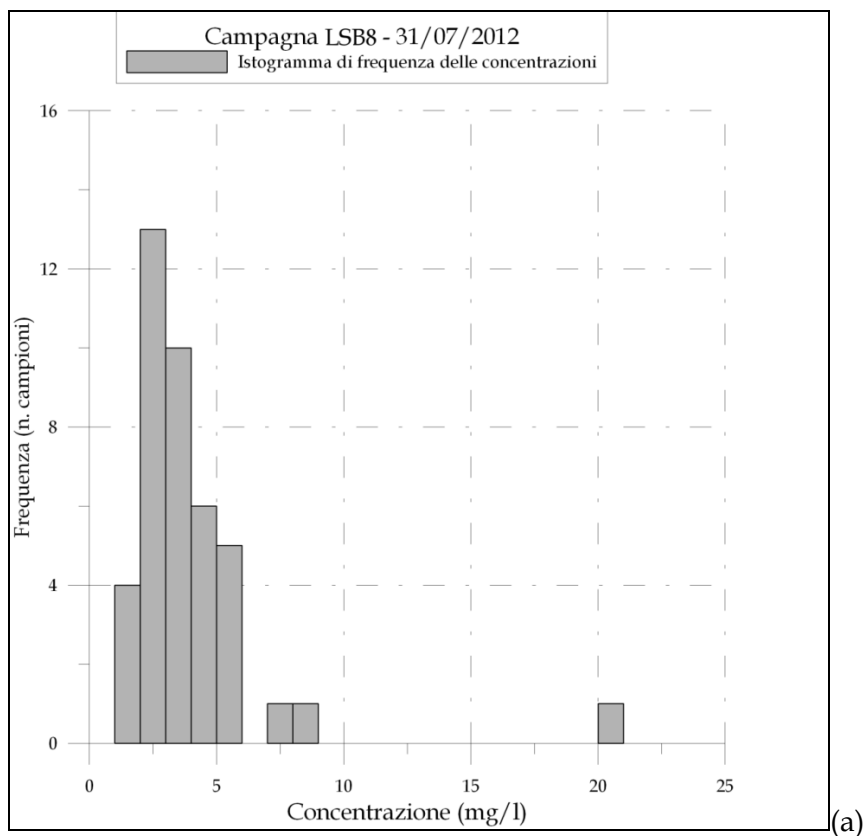


Figura 22. Diagramma di Shepard dei campioni prelevati i giorni 31 Luglio, 30 e 31 Agosto 2012 alle bocche di porto di Lido (a sinistra), Malamocco (al centro) e Chioggia (a destra).

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Per quanto riguarda le concentrazioni del particolato solido in sospensione, SPM (*Suspended Particle Matter*) in Figura 23, ottenute dalla filtrazione dei campioni d'acqua prelevati, è possibile notare che i valori ottenuti presso le tre bocche di porto risultano particolarmente modesti. I valori massimi, compresi tra 1.4 e 28.9 mg/l, sono stati determinati alla bocca di porto di Lido, mentre i minimi, compresi tra 0.4 e 3.6 mg/l, sono stati misurati presso la bocca di porto di Chioggia.



CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

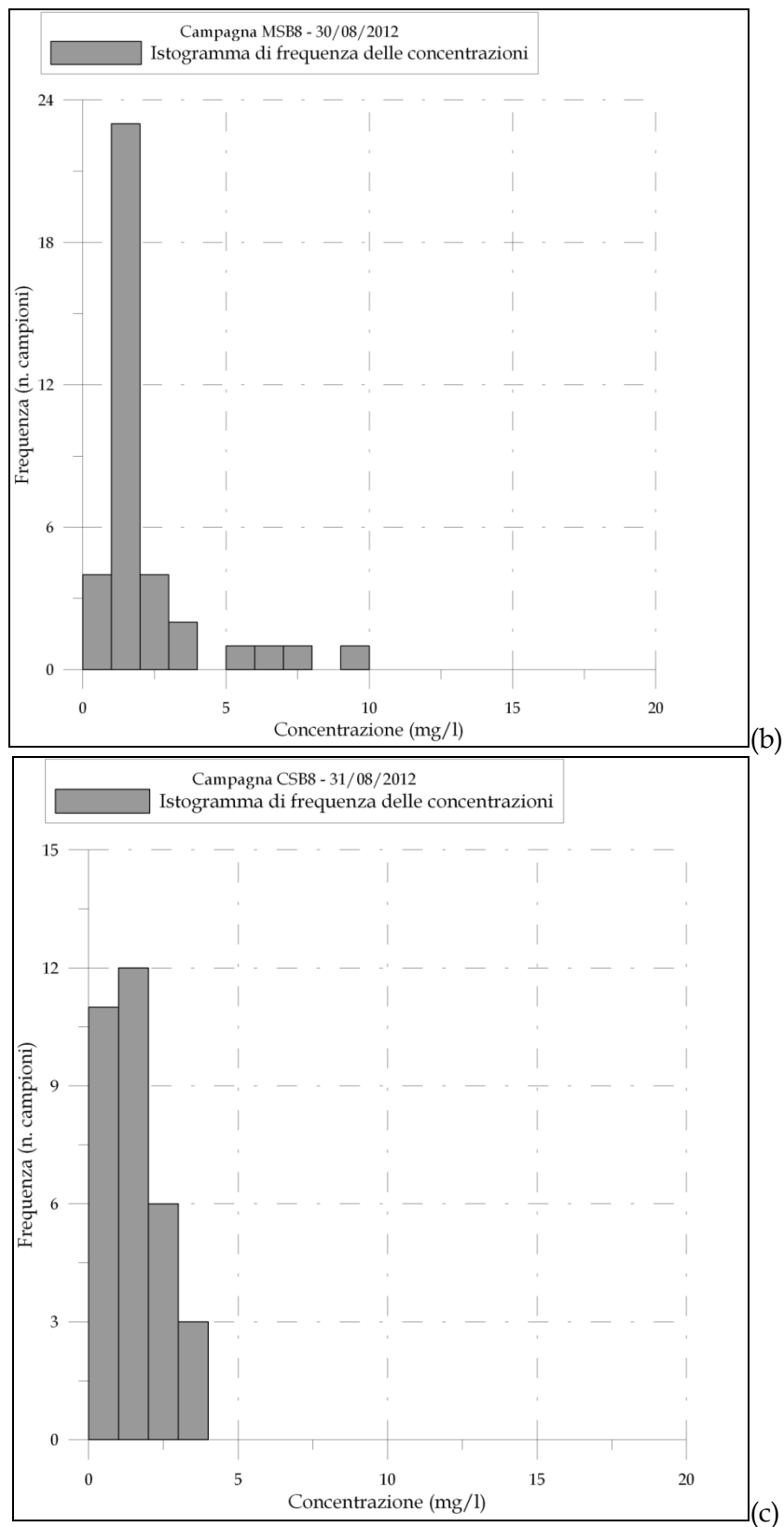


Figura 23. Istogramma di frequenza dei valori di concentrazione (mg/l) per ciascuna campagna di misura: bocca di porto di Lido il giorno 31 Luglio 2012 (a), alla bocca di porto di Malamocco il giorno 30 Agosto 2012 (b) ed alla bocca di porto di Chioggia il giorno 31 Agosto 2012 (c).

5.5 Caratteristiche del campo di velocità

Le caratteristiche idrodinamiche del flusso mareale sono state indagate lungo le sezioni d'interesse per mezzo dello strumento ADCP, montato su di un supporto solidale al fianco dell'imbarcazione di misura (*vessel mounted*). I dati relativi ai transetti scelti fra quelli eseguiti in andata e ritorno lungo ogni sezione di misura sono stati prima esportati con il software dedicato DRL-Sediview® e successivamente importati in appositi fogli di calcolo e sottoposti ad un controllo di qualità mirato, supportato dalle informazioni ottenute mediante il software di gestione dello strumento (WinRiver II).

Nella Tabella 5 è riportato l'elenco di tutti i transetti eseguiti durante le tre campagne d'indagine lungo le sezioni d'interesse alle bocche di porto di Lido, Malamocco e Chioggia, con i valori della portata, l'area di ogni singola sezione indagata e la velocità media registrata dalla strumentazione ADCP per ciascun transetto effettuato. È possibile notare come le velocità della corrente registrate durante le tre diverse campagne di misura risultino relativamente elevate, ad esclusione dei momenti di inversione di marea.

Tabella 5. Valori della portata relativi ai transetti acquisiti durante le campagne LSB8, MSB8 e CSB8. Il segno positivo è associato alla fase di marea calante ed il segno negativo alla fase di marea crescente.

Transetto ADCP	Data	Ora inizio	Ora fine	Sezione	Q _{tot}	Area sezione	Vel media
					(m ³ /s)	(m ²)	(m/s)
Campagna LSB8, 31 Luglio 2012 alla bocca di porto di Lido							
LSB8_000.PD0	31/07/2012	07:49:55	07:56:02	82→80	-6226	7771	0.80
LSB8_001.PD0	31/07/2012	07:56:21	08:04:43	80→82	-6113	7849	0.83
LSB8_009.PD0	31/07/2012	09:06:12	09:11:51	82→80	-4442	7838	0.59
LSB8_010.PD0	31/07/2012	09:12:08	09:18:30	80→82	-4253	7877	0.57
LSB8_015.PD0	31/07/2012	11:03:55	11:10:38	82→80	1066	7598	0.15
LSB8_016.PD0	31/07/2012	11:10:59	11:18:17	80→82	1282	7707	0.17
LSB8_022.PD0	31/07/2012	12:27:24	12:34:03	82→80	4486	7654	0.62
LSB8_023.PD0	31/07/2012	12:34:19	12:41:33	80→82	4498	7531	0.64
Campagna MSB8, 30 Agosto 2012 alla bocca di porto di Malamocco							
MSB8_000.PD0	30/08/2012	07:35:34	07:39:09	DN→DS	-5718	6643	-0.87
MSB8_001.PD0	30/08/2012	07:39:22	07:43:27	DS→DN	-5935	6363	-0.96
MSB8_004.PD0	30/08/2012	08:01:52	08:06:02	DS→DN	-5394	6332	-0.87
MSB8_005.PD0	30/08/2012	08:06:13	08:10:50	DN→DS	-5126	6497	-0.83
MSB8_006.PD0	30/08/2012	08:52:58	08:56:46	DS→DN	-3609	6500	-0.57
MSB8_007.PD0	30/08/2012	08:57:02	09:00:42	DN→DS	-3340	6524	-0.53
MSB8_010.PD0	30/08/2012	09:15:20	09:19:02	DN→DS	-2444	6502	-0.39
MSB8_011.PD0	30/08/2012	09:19:22	09:23:11	DS→DN	-2339	6450	-0.37
MSB8_012.PD0	30/08/2012	10:03:03	10:06:26	DS→DN	1005	6526	0.17
MSB8_013.PD0	30/08/2012	10:06:36	10:10:54	DN→DS	1519	6944	0.24
MSB8_016.PD0	30/08/2012	10:22:39	10:25:55	DN→DS	2825	6647	0.45
MSB8_017.PD0	30/08/2012	10:26:16	10:29:45	DS→DN	3010	6601	0.48
MSB8_019.PD0	30/08/2012	11:39:10	11:43:13	DS→DN	5749	6233	0.97
MSB8_020.PD0	30/08/2012	11:43:33	11:47:41	DN→DS	5865	6475	0.96
MSB8_025.PD0	30/08/2012	12:49:02	12:52:33	DS→DN	5800	6070	0.96
MSB8_026.PD0	30/08/2012	12:52:44	12:56:53	DN→DS	5905	6289	0.99
MSB8_029.PD0	30/08/2012	13:11:01	13:14:27	DS→DN	5428	5873	0.95
MSB8_030.PD0	30/08/2012	13:14:41	13:18:37	DN→DS	5421	6513	0.86

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Transetto ADCP	Data	Ora inizio	Ora fine	Sezione	Q _{tot}	Area sezione	Vel media
					(m ³ /s)	(m ²)	(m/s)
Campagna CSB8, 31 Agosto 2012 alla bocca di porto di Chioggia							
CSB8_000.PD0	31/08/2012	07:06:50	07:11:16	182→180	-3675	4509	0.84
CSB8_001.PD0	31/08/2012	07:18:58	07:23:03	180→182	-4027	4522	0.90
CSB8_002.PD0	31/08/2012	07:23:18	07:27:22	182→180	-3897	4468	0.91
CSB8_006.PD0	31/08/2012	08:32:04	08:36:12	180→182	-3170	4476	0.70
CSB8_007.PD0	31/08/2012	08:36:29	08:41:26	182→180	-2969	4540	0.66
CSB8_010.PD0	31/08/2012	09:31:59	09:36:03	180→182	-1832	4453	0.42
CSB8_011.PD0	31/08/2012	09:36:27	09:41:07	182→180	-1590	4289	0.39
CSB8_014.PD0	31/08/2012	10:49:24	10:53:11	180→182	1524	4359	0.36
CSB8_015.PD0	31/08/2012	10:53:29	10:57:33	182→180	1877	4342	0.45
CSB8_018.PD0	31/08/2012	11:51:35	11:55:33	180→182	3349	4442	0.78
CSB8_019.PD0	31/08/2012	11:55:50	12:00:25	182→180	3436	4422	0.79
CSB8_022.PD0	31/08/2012	12:56:51	13:00:43	180→182	3222	4341	0.78
CSB8_023.PD0	31/08/2012	13:01:01	13:04:51	182→180	3368	4260	0.80

5.6 Analisi del campo di corrente lungo le sezioni 80-82 (Lido), DN-DS (Malamocco) e 180-182 (Chioggia)

Attraverso l'uso del software dedicato DRL-Sediview® sono stati esportati alcuni transetti significativi per comprendere ed osservare al meglio la variazione del campo di corrente presso le tre sezioni di interesse individuate nelle tre bocche di porto della laguna di Venezia.

In Figura 24 ed in Figura 25 è rappresentato il campo di velocità che caratterizza la sezione 80-82, presso la bocca di porto di Lido durante la fase di marea crescente e calante. È interessante notare che durante il crescente di marea, nella parte di canale prossima al molo sud, la corrente risulta nulla o in direzione opposta rispetto la restante parte di sezione. Ad esempio, nel transetto LSB8_000.PD0 il flusso entrante è ben definito lungo gran parte della sezione di misura con velocità superiori a 0.60 m/s, mentre verso la sponda del canale, in prossimità della diga foranea, la corrente presenta direzione uscente con la formazione di zone di separazione del flusso. Nel transetto LSB8_018.PD0, acquisito invece in condizioni di marea calante, si osserva invece come il flusso sia ben definito lungo tutto l'asse del canale senza zone di separazione.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

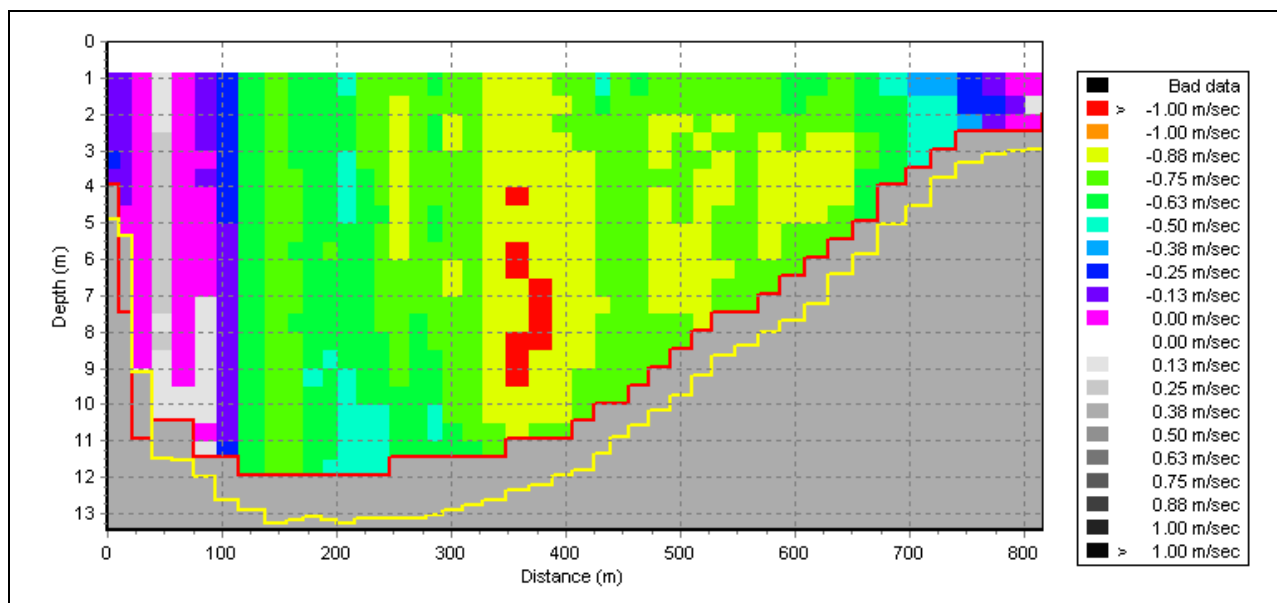
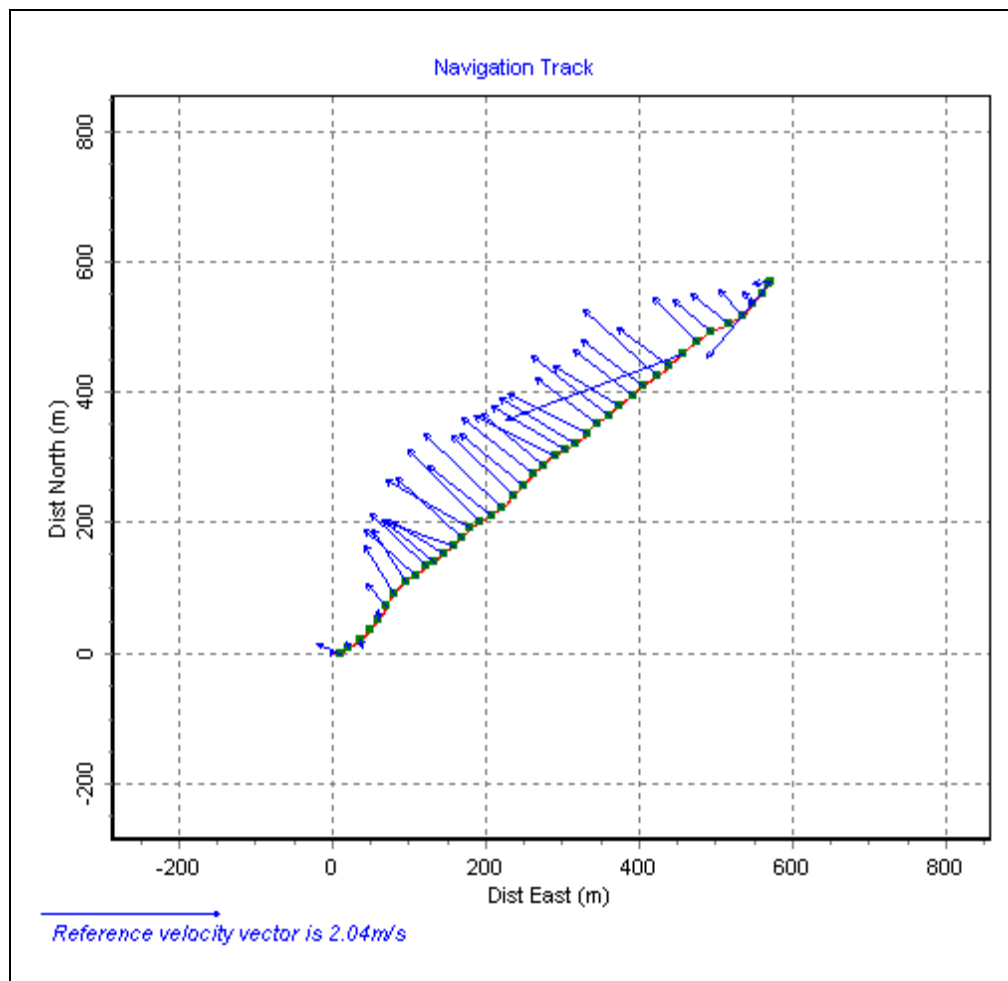


Figura 24. Variazioni del campo di corrente presso la sezione 80-82, il giorno 31 Luglio 2012. Transetto LSB8_000.PD0 delle ore 07.49. Condizioni di marea crescente.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

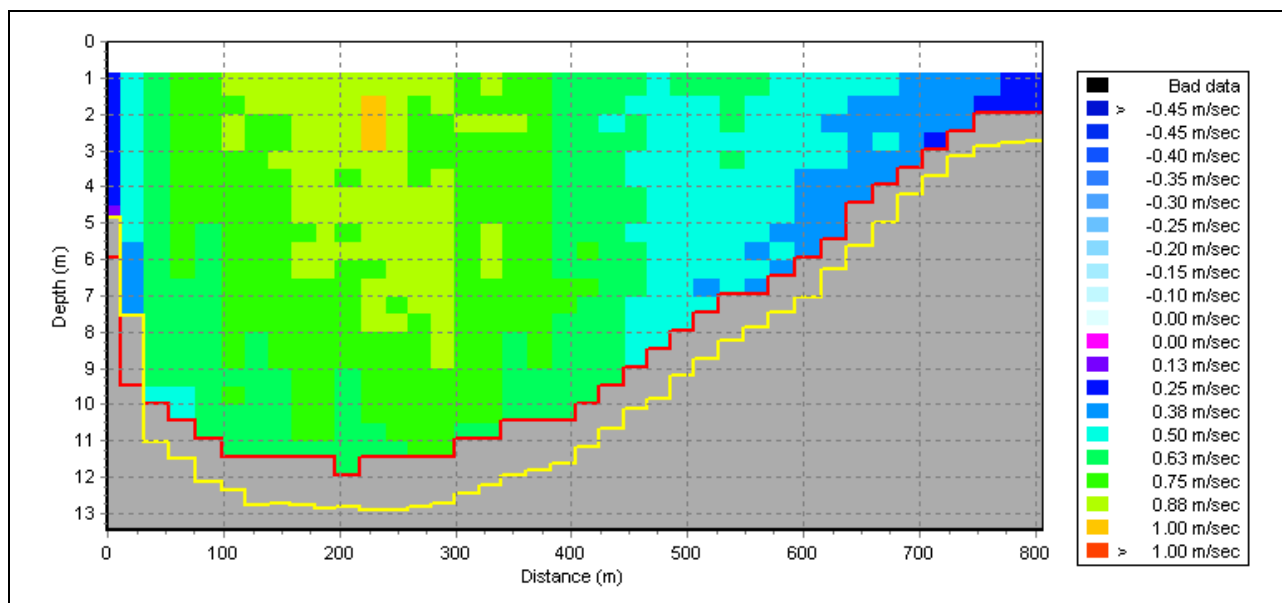
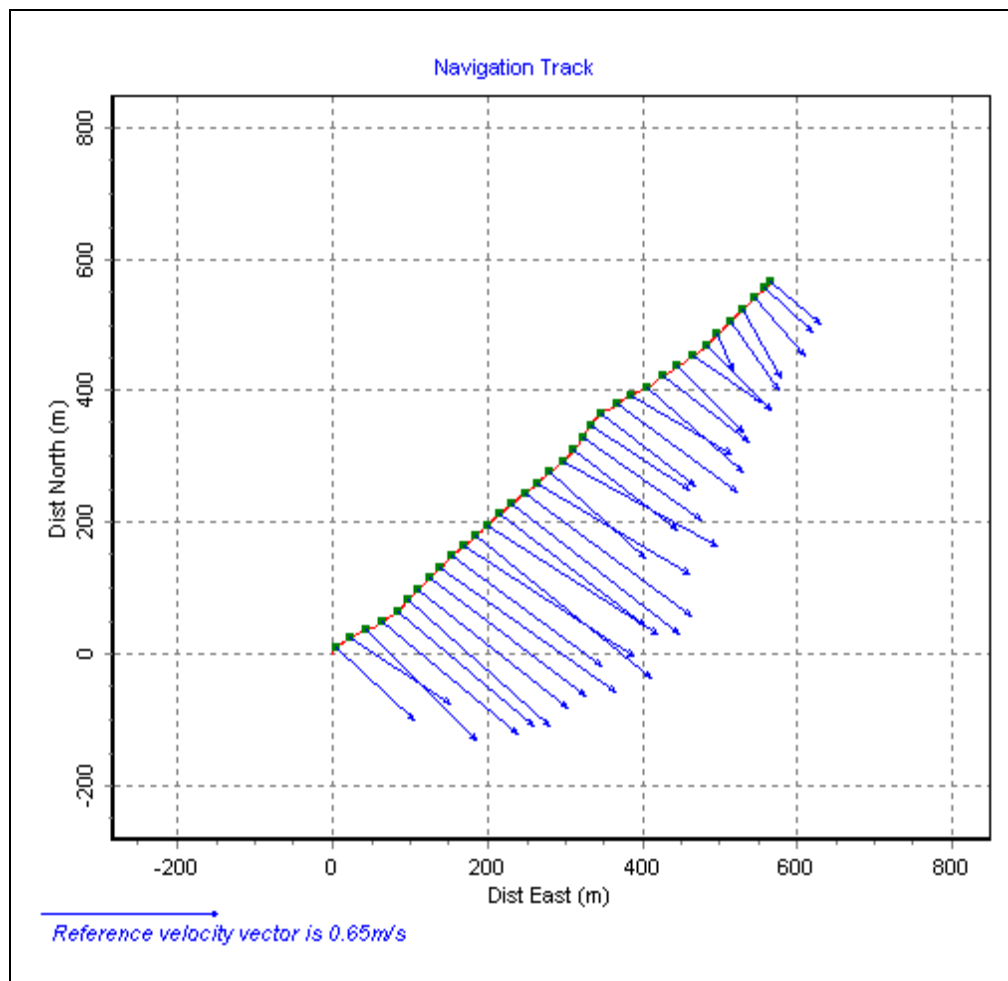


Figura 25. Variazioni del campo di corrente presso la sezione 80-82, il giorno 31 Luglio 2012. Transetto LSB8_023.PD0 delle ore 12.41. Condizioni di marea calante.

In Figura 26 è rappresentato il campo di velocità che caratterizza la sezione DN-DS, presso la bocca di porto di Malamocco, durante la fase di marea crescente, in particolare nella fase terminale della stessa anche se il flusso risulta ancora importante (MSB8_001.PD0). La corrente assume

un'intensità maggiore nella parte destra del canale con valori superiori a 1.25 m/s. Per quanto riguarda la Figura 27 nella quale è rappresentato il campo di corrente durante condizioni di marea calante (transetto MSB8_026.PD0) si osserva che le correnti più intense si concentrano non più sulla zona destra del canale di bocca, bensì nella parte sinistra in prossimità del molo nord. Nella zona adiacente la diga nord l'intensità di corrente risulta ridotta. Le massime velocità di corrente registrate superano il valore di 1.25 m/s.

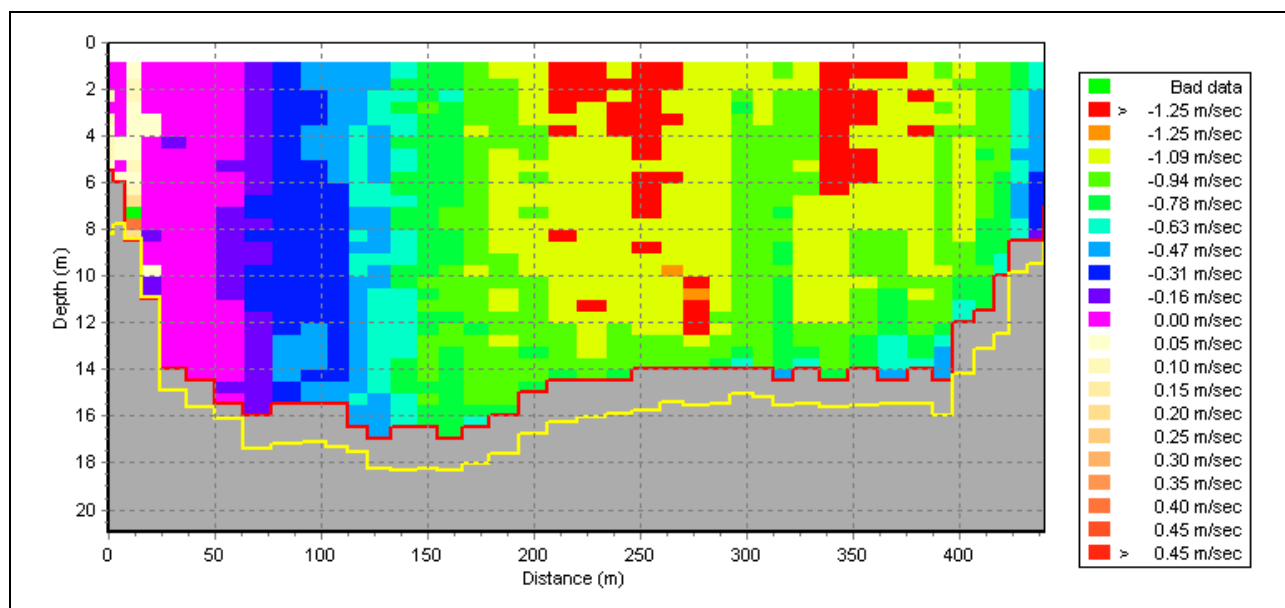
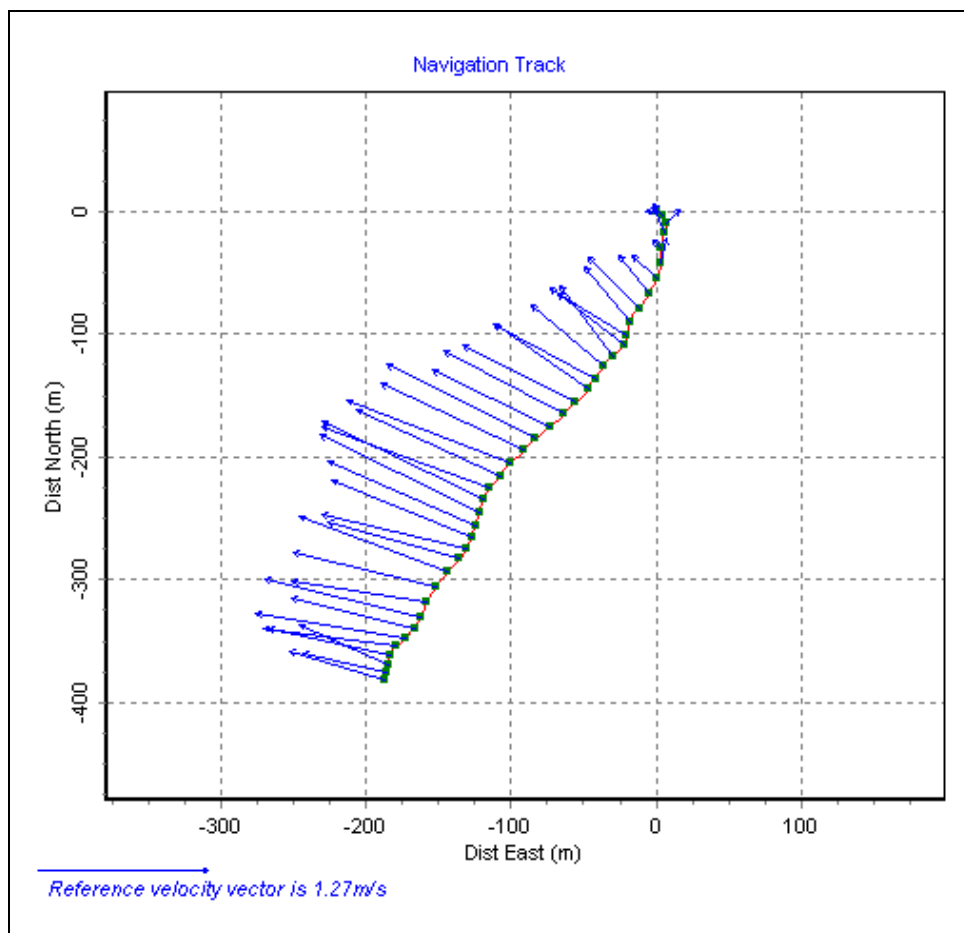


Figura 26. Variazioni del campo di corrente presso la sezione DN-DS, il giorno 30 Agosto 2012. Transetto MSB8_001.PD0 delle ore 07.39. Condizioni di marea crescente.

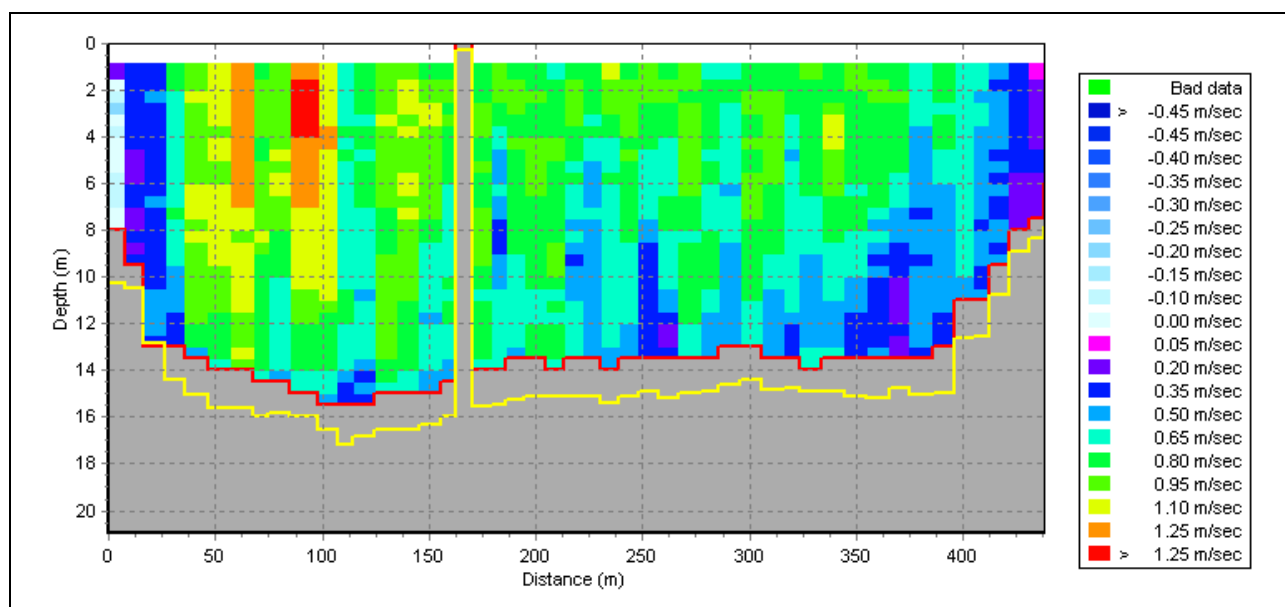
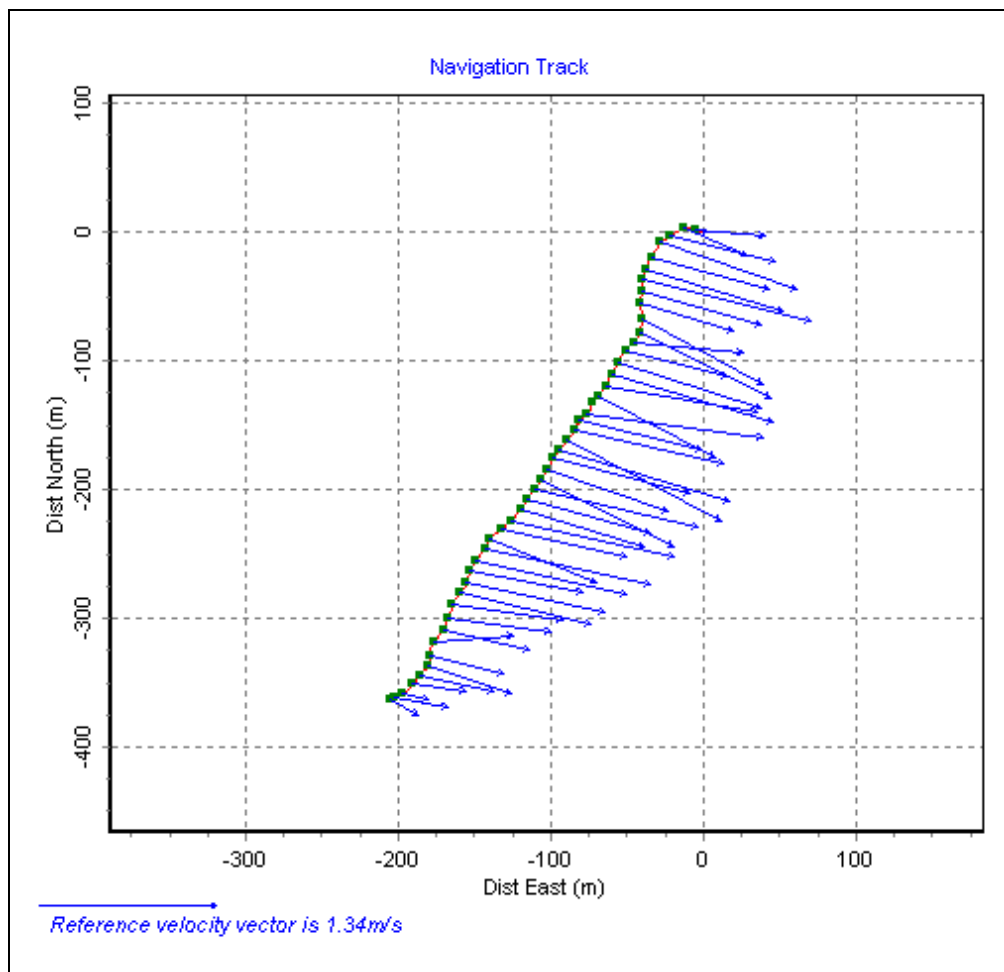


Figura 27. Variazioni del campo di corrente presso la sezione DN-DS, il giorno 30 Agosto 2012. Transetto MSB8_026.PD0 delle ore 12.52. Condizioni di marea calante.

In Figura 28 e Figura 29 è rappresentato il campo di velocità che caratterizza la sezione 180 – 182 durante il crescente (CSB7_002.PD0) ed il calante di marea (CSB7_023.PD0). Si osservano lungo la sezione, durante il crescente, ampi tratti caratterizzati da velocità superiori a 1.0 m/s. Si

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

distinguono due aree distinte a velocità superiori. Durante il calante, le velocità misurate sono state inferiori, l'escursione di marea, in fase calante è stata infatti più contenuta rispetto quella della fase crescente.

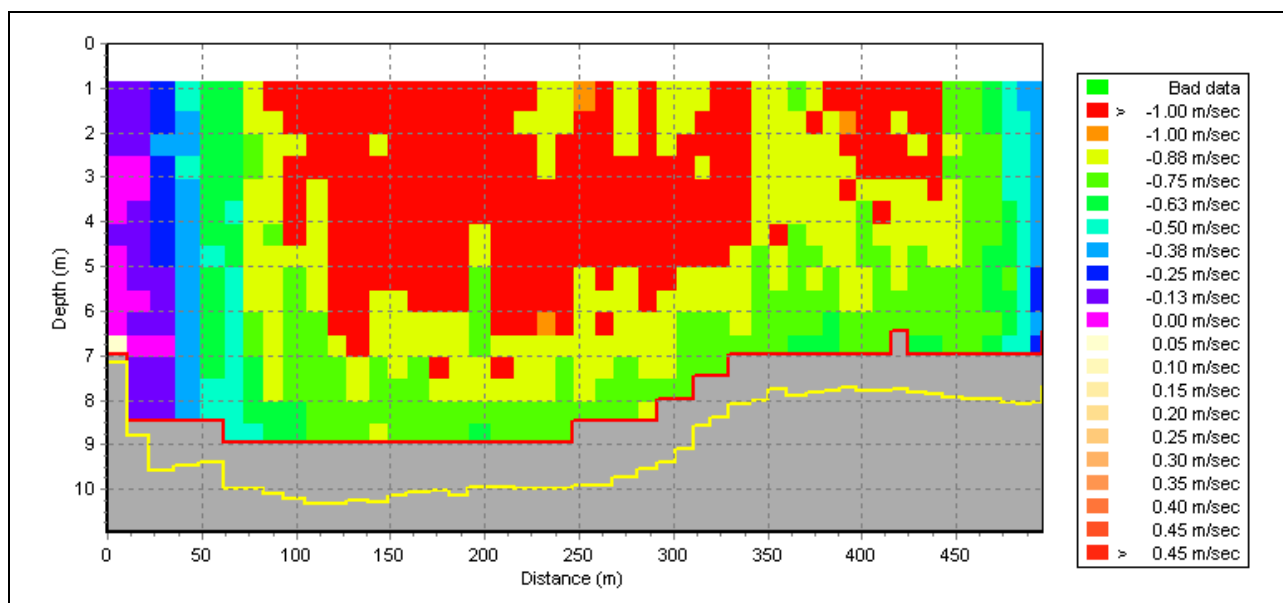
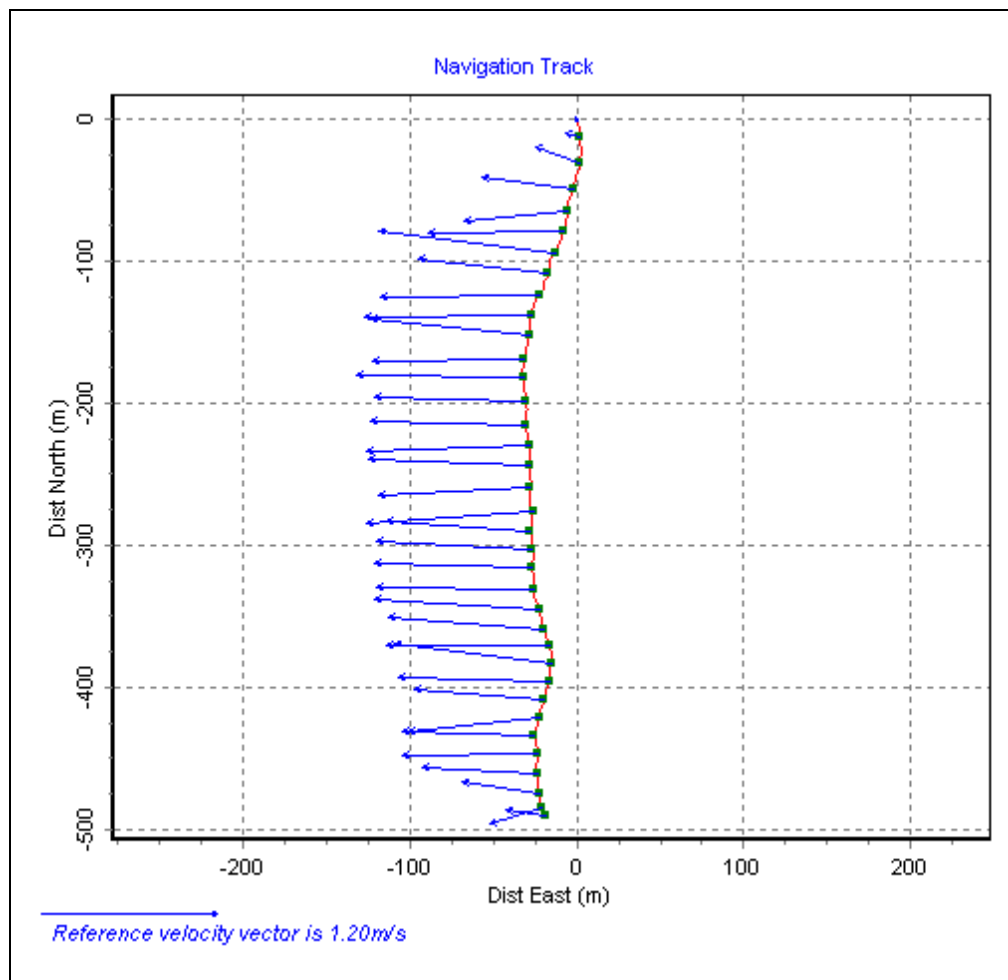


Figura 28. Variazioni del campo di corrente presso la sezione 180 – 182, il giorno 31 Agosto 2012. Transetto CSB8_002.PD0 delle ore 07.23. Marea crescente.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

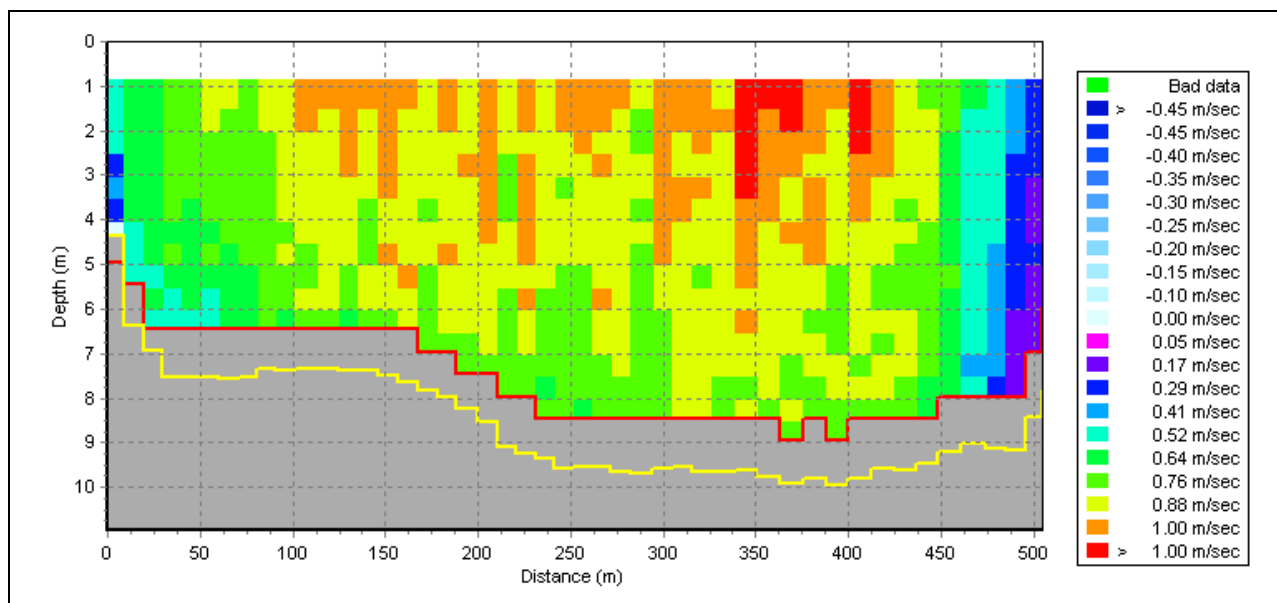
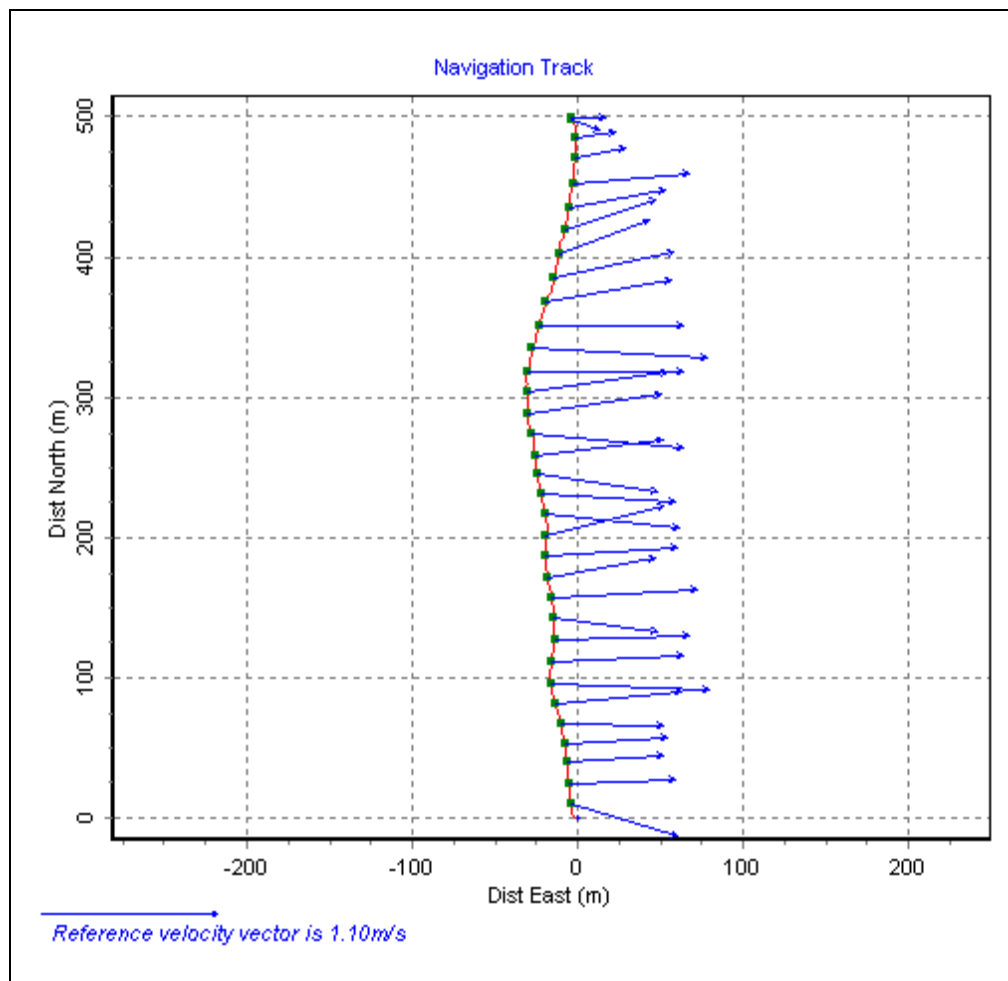


Figura 29. Variazioni del campo di corrente presso la sezione 180 - 182, il giorno 31 Agosto 2012. Transetto CSB8_023.PD0 delle ore 13.01. Marea calante.

5.7 Studio della propagazione della torbidità

Durante le attività di misura della campagna MSB8 (30 Agosto 2012), effettuata presso la bocca di porto di Malamocco, è stata monitorata l'attività del motopontone G. LORIS. L'imbarcazione era impegnata nella posa di pietrame di varie pezzature per protezione nel fondale prospiciente i palancolati della spalla sud (Figura 30) e (Figura 31).



Figura 30. Imbarcazione "G.LORIS" impegnata nel rilascio del materiale lapideo nei pressi della spalla sud.
Bocca di Porto di Malamocco.

Un esempio dei risultati delle attività di monitoraggio della torbida prodotta sono riportati nella Figura 31. Al momento delle attività di monitoraggio l'intensità della corrente superava i 0.5 m/s. I valori massimi hanno raggiunto, a ridosso dell'area di rilascio pietrame, i 10 mg/l. È possibile osservare come i valori medi sulla verticale siano ben al di sotto della soglia dei 30 mg/l sia entro l'AIT (Area di Impatto Totale: zona il più possibile ristretta attorno alla draga all'interno della quale si ammette che gli effetti ambientali delle attività possano essere rilevanti e comunque controllati).

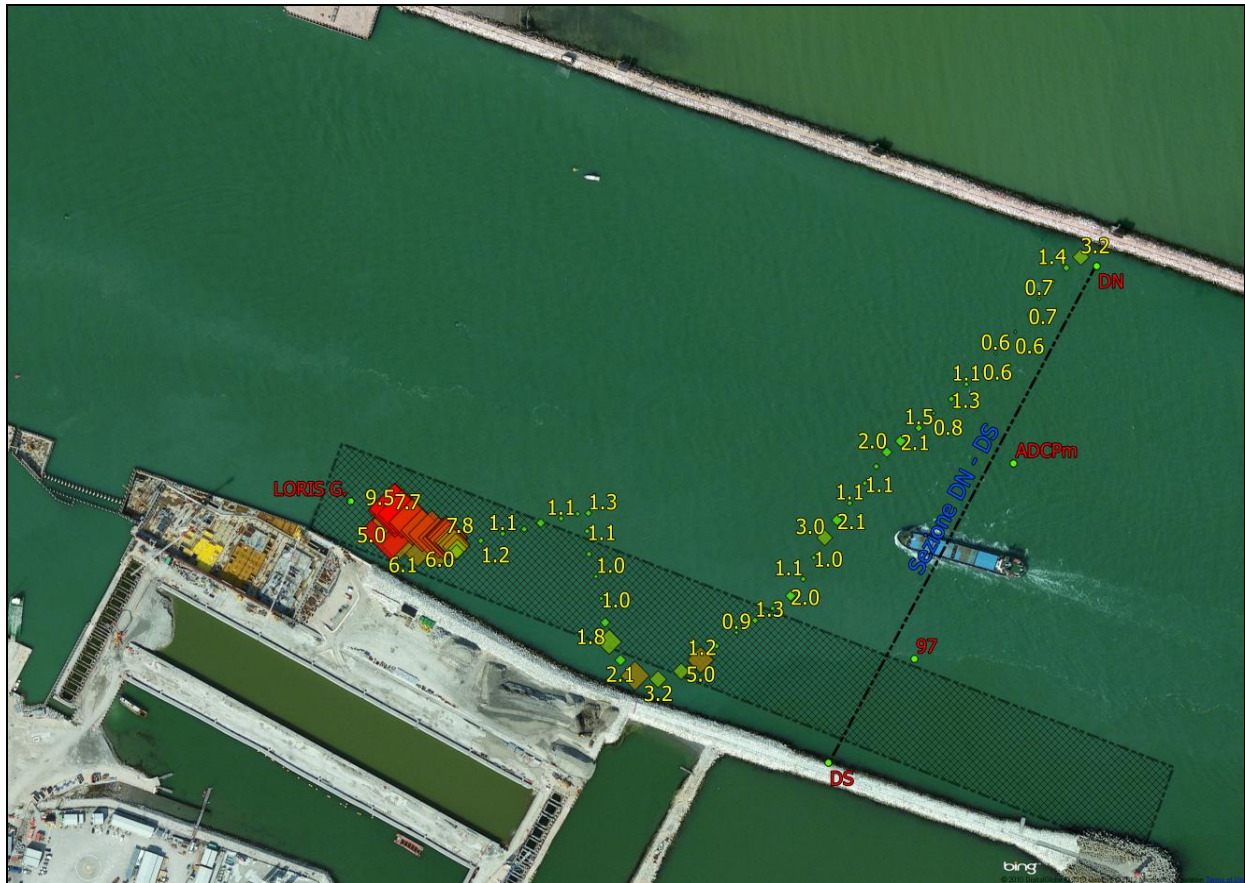


Figura 31. Andamento della concentrazione media sulla verticale (valori puntuali) del particolato solido durante l'esecuzione del percorso a "zig-zag" effettuato il giorno 30 Agosto per monitorare le attività di rilascio pietrame del moto pontone G. LORIS (transetto MSB8_018.PD0). La zona retinata corrisponde all'area di impatto totale. La grandezza dei quadratini rossi e verdi è proporzionale al livello di concentrazione misurato; il colore rosso corrisponde a maggiori concentrazioni.

6. CAMPAGNE DI MISURA PER LA CARATTERIZZAZIONE DELLE AREE A PRATERIE A FANEROGAME

Le campagne indagini effettuate presso i bassi fondali prospicienti le bocche di porto di Lido e di Malamocco hanno avuto come obbiettivo quello di monitorare l'andamento/variazione del campo di corrente in relazione all'escursione mareale e al differente grado di copertura di fanerogame del fondale.

La necessità di tale approfondimento a scala di dettaglio è conseguenza del fatto che nel corso degli anni di monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere relative al Mo.S.E. alle bocche lagunari (2003 - 2011) si è registrato un trend negativo nell'abbondanza del popolamento epifitico che colonizza le praterie a fanerogame che occupano per ampi tratti le aree di studio dei bassi fondali. Pertanto i risultati ottenuti dalle attività, mirate allo studio dell'idrodinamica dell'area, saranno di supporto sia per le valutazioni di tipo modellistico che individueranno i cambiamenti nelle caratteristiche del flusso tra le condizioni *ante operam* e le condizioni attuali [MAG. ACQUE -CORILA, 2013c] sia per le osservazioni sulla componente biotica (variazione dell'abbondanza delle specie epifitiche) correlate alle eventuali variazioni idrodinamiche intercorse [MAG. ACQUE -CORILA, 2013d]

Le attività di campagna hanno avuto luogo il 2 e 3 Agosto 2012 (Lido), 14 e 15 Novembre (Malamocco) e 12 e 13 Febbraio 2013 (Lido). In Tabella 6 vengono sinteticamente riassunte le attività sperimentali effettuate. Ricordiamo che gli orari riportati nel testo e nella grafica sono espressi come ora UT.

Tabella 6. Attività sperimentale effettuata nel corso delle campagne presso il basso fondale adiacente l'Isola di Sant'Andrea (Canale di San Nicolò), campagne del 2-3 Agosto 2012 e del 12-13 Febbraio 2013, e presso la bocca di porto di Malamocco - Lato laguna, campagna del 14-15 Novembre 2012.

GIORNO	ORARIO	Acquisizioni con correntometro elettromagnetico s4	Transetti ADCP 600 kHz	Transetti ADCP 1200 kHz	Percorsi <i>Droghe</i> <i>Lagrangiane</i>	Profili con Micromulinello OTT
Bocca di porto di Lido 02 - 03 Agosto 2012						
02/08/2012	08.00-16.00	3	20	11	6	-
03/08/2012	08.00-16.00	3	12	5	-	16
Bocca di porto di Malamocco 14 - 15 Novembre 2012						
14/11/2012	08:00-16:00	3	22	8	2	-
15/11/2012	08:00-16:00	3	21	8	2	-
Bocca di porto di Lido 12 - 13 Febbraio 2013						
12/02/2013	08:00-16:00	3	23	-	4	-
13/02/2013	08:00-16:00	3	32	6	6	-
	TOTALE	18	130	38	20	16

La Tabella 7 elenca le coordinate degli estremi delle sezioni, dei punti di acquisizione fissa e dei punti di esecuzione dei profili verticali.

In Figura 7, Figura 8 e Figura 9 sono riportati i punti notevoli delle stazioni di misura e i transetti effettuati per caratterizzare l'idrodinamica nelle aree di basso fondale nelle tre differenti campagne di misura. I punti notevoli utilizzati nella campagna a Lido del 2 e 3 Agosto 2012 (5-L5, 8-L5, 11-L5, 16-L5, 2-L4, 4-L4, 6-L4 e 8-L4) sono quelli utilizzati dal team che effettua le valutazioni di tipo biologico, come, ad esempio la valutazione misurazione dell'abbondanza delle specie epifitiche. Numerose sono state le osservazioni effettuate, nonché diversificate le tecniche di indagine. In particolare sono stati utilizzati i seguenti dispositivi:

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

- Correntometri acustici ADCP Workhorse Rio Grande (600 kHz e 1200 kHz). Teledyne RDI per l'esecuzione di misure correntometriche nel canale principale (600 kHz) e sul basso fondale (1200 kHz).
- Correntometri elettromagnetici s4. InterOcean, Ltd. Utilizzati in posizione fissa.
- Micro mulinello OTT C2 Small Current Meter. OTT Hydrometrie per l'acquisizione di profili di velocità della corrente nei punti notevoli (Campagna a Lido del 2 e 3 Agosto 2012).
- Droghe Lagrangiane, utilizzate per tracciare i percorsi della corrente al margine del bassofondo e del canale.
- GPS Garmin eTrex. Garmin Ltd., utilizzato per la tracciatura dei percorsi delle droghe Lagrangiane.

Tabella 7. Coordinate Gauss - Boaga e Geografiche (WGS84 gg.ddddd°) degli estremi delle sezioni e dei punti notevoli.

Punti di indagine	EST	NORD	Longitudine	Latitudine	NOTE
5-L5	2 315 520	5 035 015	12.38543	45.43858	Micro mulinello
8-L5	2 315 531	5 034 987	12.38559	45.43833	Micro mulinello
11-L5	2 315 542	5 034 959	12.38574	45.43808	Micro mulinello
16-L5	2 315 560	5 034 913	12.38599	45.43767	Micro mulinello
2-L4	2 316 043	5 034 987	12.39213	45.43848	Micro mulinello
4-L4	2 316 043	5 034 977	12.39213	45.43839	Micro mulinello
6-L4	2 316 043	5 034 967	12.39214	45.43830	Micro mulinello
8-L4	2 316 043	5 034 957	12.39214	45.43821	Micro mulinello
32	2 315 527	5 034 914	12.38557	45.43767	S4 Stazione fissa
33	2 315 625	5 034 951	12.38681	45.43803	S4 Stazione fissa
34	2 315 835	5 035 011	12.38946	45.43863	S4 Stazione fissa
7300	2 315 753	5 034 991	12.38846	45.43838	Punto prelievo
7321	2 315 621	5 034 946	12.38679	45.43794	Punto prelievo
A	2 315 230	5 034 542	12.38198	45.43423	Estremo Transetto ADCP
B	2 315 414	5 034 421	12.38437	45.43320	Estremo Transetto ADCP
C	2 315 857	5 034 921	12.38982	45.43783	Estremo Transetto ADCP
D	2 315 849	5 034 532	12.38989	45.43432	Estremo Transetto ADCP
S41	2309012	5022645	12.30761	45.325423	S4 Stazione fissa
S42	2309050	5022160	12.308301	45.321074	S4 Stazione fissa
S43	2309197	5023256	12.309708	45.330972	S4 Stazione fissa

Le misure effettuate nei pressi dei bassi fondali in prossimità della bocca di porto di Lido (campagna del 2-3 Agosto 2012 e campagna del 12-13 Febbraio 2013) e della bocca di porto di Malamocco (campagna del 14-15 Novembre 2012) hanno permesso di caratterizzare sperimentalmente l'idrodinamica delle aree indagate. Sono state utilizzate differenti tecniche di misura ottenendo informazioni tra loro concordanti ed in alcuni casi particolarmente interessanti per la definizione delle condizioni che si instaurano sia durante il flusso che il riflusso mareale.

In particolare, per quanto riguarda la zona in prossimità della bocca di Lido, è stato possibile evidenziare la formazione di una struttura vorticoso, già osservata nel precedente Studio B.6.72 B/7, che si instaura nella zona compresa tra il canale principale e l'area a basso fondale nei pressi dell'Isola di Sant'Andrea in condizioni di marea calante e velocità di corrente relativamente sostenute.

In Figura 32 sono rappresentate le tracce effettuate dalle droghe Lagrangiane nella prateria a fanerogame a Lido in fase di marea calante il giorno 12 Febbraio. Come già detto in precedenza, in prossimità dell'Isola di Sant'Andrea, in concomitanza con velocità di corrente sostenute, si origina una struttura vorticosa nella zona di transizione tra basso fondale e canale principale.



Figura 32. Tracce del percorso delle droghe Lagrangiane. Vettori di velocità. Misure campagna 12 Febbraio 2013 a Lido. Marea calante.

Per quanto riguarda il basso fondale in prossimità della bocca di porto di Malamocco, si è osservato che la corrente durante la fase centrale del calante procede dal basso fondale verso il canale principale (traccia ore 12.08 del 14 Novembre e ore 12.10 del 15 Novembre). Tuttavia, nella fase finale del calante il giorno 14 Novembre, momento in cui il battente d'acqua presso il bassofondo si era ormai ridotto considerevolmente, la traccia delle ore 15.00 del 14 Novembre mostra che la corrente prosegue dal canale principale in direzione della zona a bassofondo (Figura 33).

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI



Figura 33. Tracce *Lagrangian Drogues*. Vettori di velocità. Misure campagna 14 e 15 Novembre 2012 a Malamocco.

Le tecniche di misura con ADCP, con correntometro S4 in posizione fissa e con droghe Lagrangiane si sono rivelate efficaci nella descrizione di dettaglio dell'idrodinamica garantendo al tempo stesso una buona coerenza ed integrazione delle informazioni, consentendo di effettuare delle osservazioni molto particolareggiate sui fenomeni indagati a supporto delle altre attività conoscitive (modellistica e indagini sull'evoluzione dei popolamenti).

Le particolari tecniche utilizzate e l'approccio interdisciplinare hanno permesso di ottenere risultati utili e di acquisire informazioni importanti sulle problematiche connesse allo studio idrodinamico in zone di transizione canale - basso fondale che potranno essere riproposte nel caso fossero rilevate criticità analoghe a quelle che si sono manifestate in alcune delle aree oggetto di indagine.

7. RILEVAZIONE DELLA TORBIDITÀ IN CONTINUO

7.1 La rete di stazioni fisse

Uno degli scopi della misura della torbidità in continuo alle bocche di porto è lo studio dei valori di torbidità naturale ai fini della tutela degli ecosistemi di pregio e delle componenti biologiche.

Gli eventi naturali (moto ondoso, eventi meteo) in grado di influenzare l'andamento della concentrazione del particolato in sospensione si succedono, infatti, in maniera irregolare dando luogo ad una variabilità spaziale e temporale delle condizioni naturali rilevabile solamente mediante l'analisi di serie temporali il più possibile prolungate nel tempo e relative a stazioni di misura opportunamente posizionate in modo da caratterizzare tutta l'area di interesse.

La misura della torbidità in continuo è inoltre utile per valutare l'eventuale diffusione del *plume* di torbida generato dalle operazioni di dragaggio e quindi gli effetti a breve termine delle attività di cantiere. In questo modo vengono caratterizzate le diverse tipologie di "sorgente" in periodi limitati ed in diverse condizioni operative.

Le stesse misure possono però risultare funzionali anche alla conoscenza degli effetti a lungo termine indotti dalla presenza delle opere le quali, modificando la morfologia dell'area prossima alle bocche porto, potrebbero avere degli effetti anche sull'idrodinamica e il trasporto di sedimenti.

L'attività di monitoraggio in continuo è iniziata a Maggio 2005 in otto stazioni di misura opportunamente posizionate nei canali delle tre bocche di porto e nelle immediate vicinanze sia all'interno della laguna che in mare e sta proseguendo quasi ininterrottamente, contemporaneamente all'acquisizione sia dei parametri chimico-fisici dell'acqua sia delle variabili meteo marine (livello della marea, velocità e direzione del vento).

L'ubicazione e il numero delle postazioni di misura hanno subito delle modifiche nel corso degli otto anni di monitoraggio. A Giugno 2006 le stazioni a mare alle bocche di Malamocco (MAM) e Chioggia (CHM) sono state tolte in quanto ritenute troppo distanti dalla zona di scavo; solo la stazione MAM è stata riposizionata in loco, dopo un anno, per avere un altro punto in mare nel periodo di ripresa di grossi lavori alla bocca di Malamocco lato mare (conche navigazione, imbonimento per cantiere cassoni a Santa Maria del Mare, ecc.). A partire da Maggio 2009 è stata mantenuta nel monitoraggio la rete di stazioni fisse delle sole bocche di porto di Malamocco e Chioggia, essendo terminate alla bocca di Lido le attività in grado di influenzare significativamente la torbidità della colonna d'acqua. Nel corso del 2011 sono state ripristinate 4 stazioni alla bocca di Lido. A partire dai primi di Ottobre 2012 è stata aggiunta una stazione a mare davanti alla bocca di porto di Chioggia (CHM3).

La Figura 34 mostra la localizzazione di tutte le stazioni di misura della torbidità nelle aree dei cantieri alle bocche di porto; in rosso le stazioni utilizzate l'ottavo anno di monitoraggio, esse coincidono con quelle utilizzate nel corso del precedente Studio B.6.72 B/7 con l'aggiunta di CHM3.

Nella Tabella 8 sono riassunte le caratteristiche delle stazioni e, per ciascuna di queste, sono riportate le coordinate geografiche espresse nel sistema UTM WGS 84 e Gauss Boaga e la profondità del battente d'acqua rispetto al livello medio del mare espressa in metri. La posizione del sensore è in tutti i casi alla quota di 1.5 metri dal fondo eccetto per LMR-2, in cui il sensore è a circa 7.5 metri dal fondo e per la stazione CHM3 in cui è a 1 m dal fondo.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Per quanto riguarda la misura della direzione e velocità del vento si fa riferimento alla piattaforma oceanografica del CNR-ISMAR mentre per i livelli di marea si considerano i dati del mareografo più vicino alla stazione in questione (Diga Sud di Lido, Diga Nord di Malamocco, Diga Sud di Chioggia) gestito del Centro Previsioni e Segnalazioni Maree del Comune di Venezia. Poiché in alcuni giorni del mese di Novembre 2012 l'anemometro della piattaforma del CNR non ha funzionato in maniera continua, sono stati utilizzati i dati della stazione posta presso la diga sud della bocca di Lido in corrispondenza del Mareografo (facente parte della Rete Mareografica Nazionale (RMN)) (Figura 35).

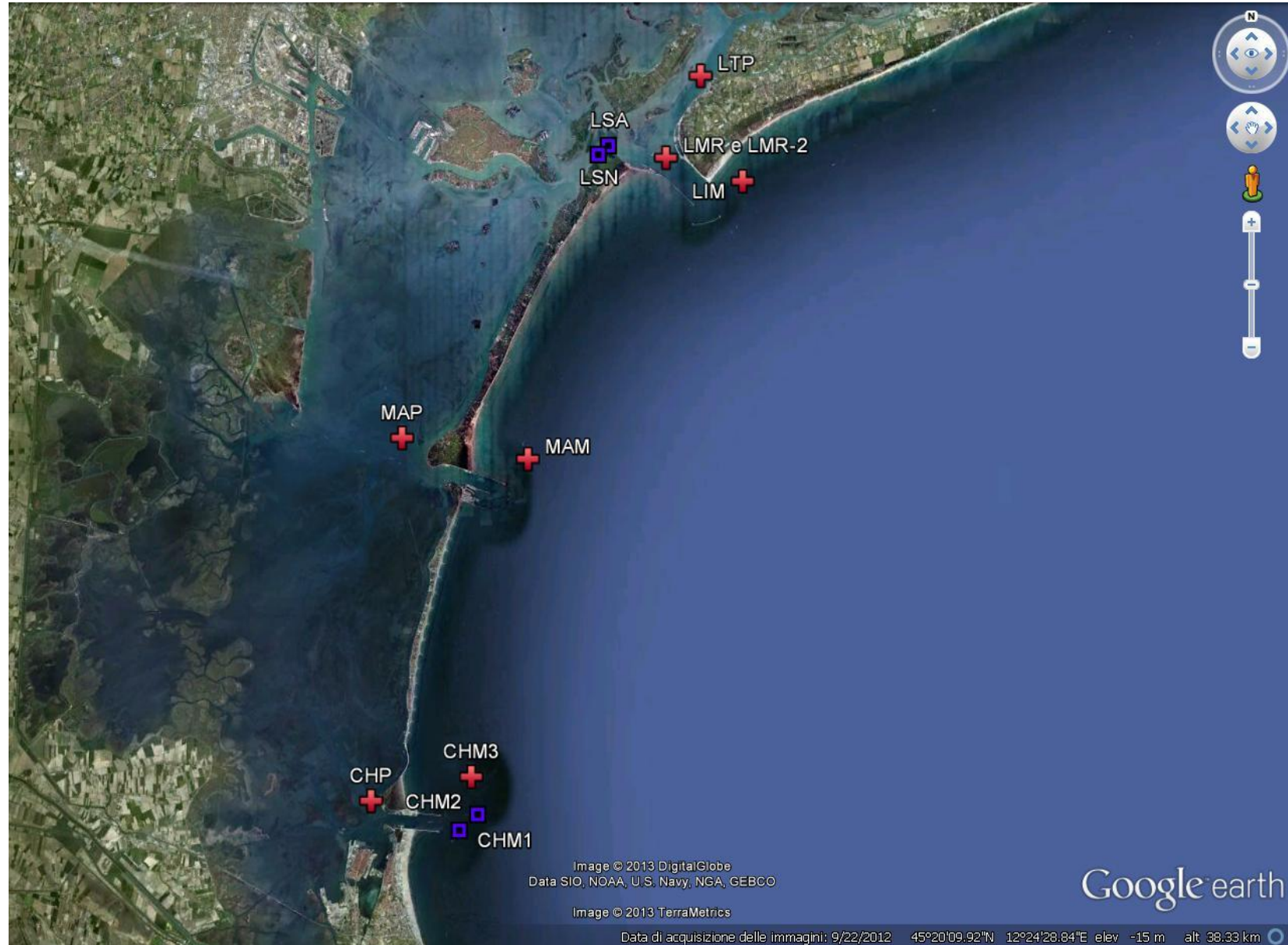


Figura 34. La rete delle stazioni fisse per la misura della torbidità in continuo. In rosso le stazioni attive nel 2012-2013.

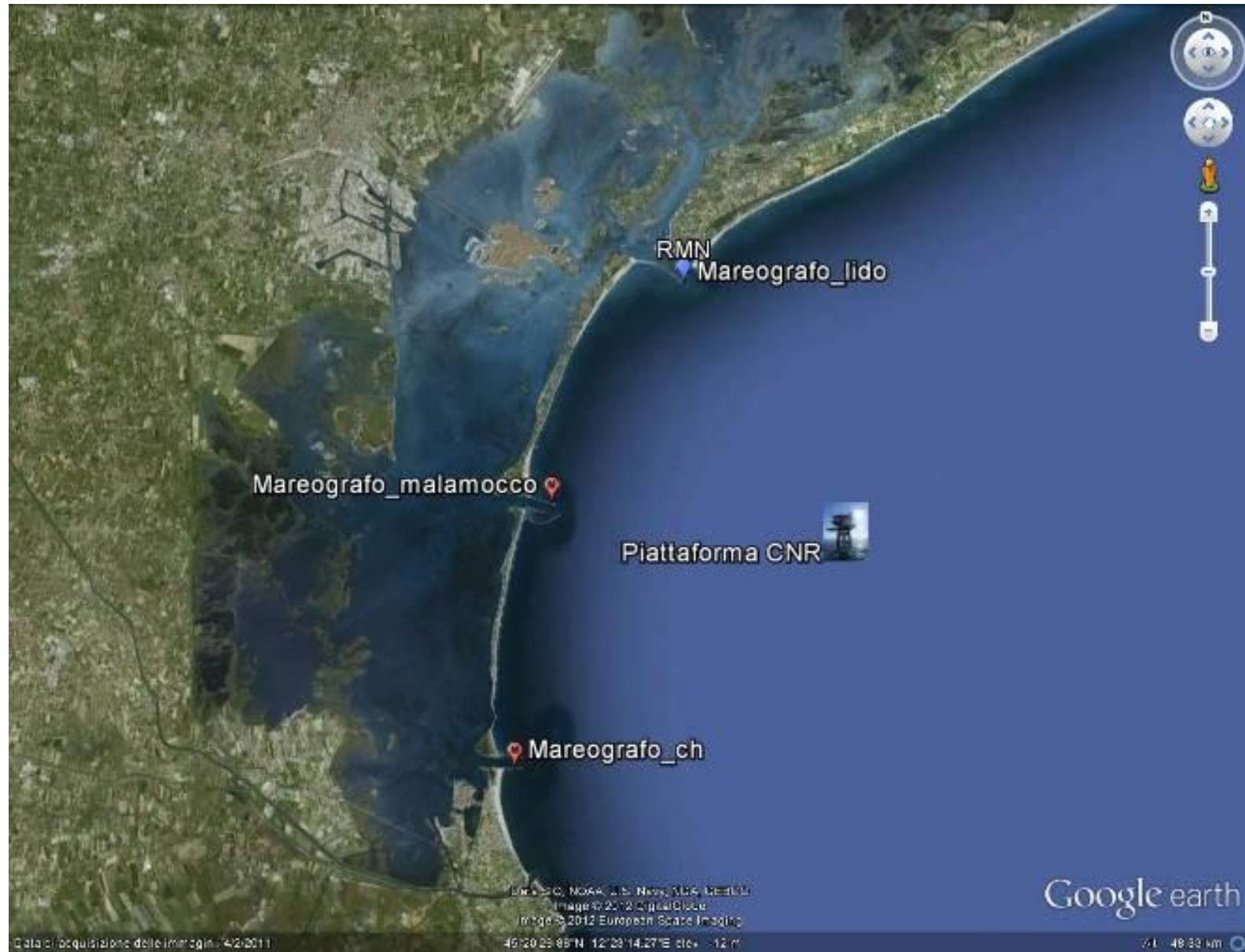


Figura 35. Localizzazione dei mareografi e della piattaforma del CNR

CORILA

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Tabella 8. Caratteristiche delle stazioni fisse per la misura della torbidità in continuo.

Sigla Identificativa	Località	Tipo postazione	Ente	Fondale (m)	Coordinate UTM WGS 84	Coordinate Gauss Boaga	Periodo di utilizzo
CHM1	CHIOGGIA Mare	Meda segnalazione	CVN-MAV	13.5	289952 E 5011996 N	2311697.67 5011917.71	Studio B.6.72 B/1
CHM2	CHIOGGIA Mare	Meda segnalazione	CVN-MAV	13.5	289792 E 5012068 N	2312244.76 5013024.91	Studio B.6.72 B/1
CHM3	CHIOGGIA Mare	Postazione mareografica	CVN-MAV	13.5	290270 E 5013095N	2310273.49 5013115.11	Studio B.6.72 B/8
CHP	CHIOGGIA Porto	Postazione mareografica	Comune VE CVN-MAV	2.1	286559 E 5012376 N	2306695.73 5012490.85	Studio B.6.72 B/1 Studio B.6.72 B/2 Studio B.6.72 B/3 Studio B.6.72 B/4 Studio B.6.72 B/5 Studio B.6.72 B/6 Studio B.6.72 B/7 Studio B.6.72 B/8
LIM	LIDO Mare	Postazione mareografica	CVN-MAV	9.0	300744 E 5033387 N	2321595.15 5033110.08	Studio B.6.72 B/1 Studio B.6.72 B/2 Studio B.6.72 B/3 Studio B.6.72 B/4 Studio B.6.72 B/7 Studio B.6.72 B/8
LMR	LIDO Bocca di porto	Meda Rossa, Diga Sud	ISPRA	9.5	297740 E 5033614 N	2318223.64 5033215.04	Studio B.6.72 B/1 Studio B.6.72 B/2 Studio B.6.72 B/3 Studio B.6.72 B/4 Studio B.6.72 B/7 Studio B.6.72 B/8
LMR-2	LIDO Bocca di porto	Meda Rossa, Diga Sud	ISPRA	9.5	297740 E 5033614 N	2318223.64 5033215.04	Studio B.6.72 B/2 Studio B.6.72 B/3 Studio B.6.72 B/4 Studio B.6.72 B/7 Studio B.6.72 B/8

CORILA

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Sigla Identificativa	Località	Tipo postazione	Ente	Fondale (m)	Coordinate UTM WGS 84	Coordinate Gauss Boaga	Periodo di utilizzo
LSA	LIDO Canale S. Nicolò	Meda Bianco- Nera	Capitaneria Porto - Marifari	5	295870 E 5034915 N	2315918.06 5034973.54	Studio B.6.72 B/2 Studio B.6.72 B/3 Studio B.6.72 B/4
LSN	LIDO Canale S. Nicolò	Postazione mareografica	MAV	7.0	295624 E 5034542 N	2315566.36 5034465.53	Studio B.6.72 B/1
LTP	LIDO Canale Treporti	Postazione mareografica	MAV	2.0	299083 E 5036390 N	2318835.86 5036184.94	Studio B.6.72 B/1 Studio B.6.72 B/2 Studio B.6.72 B/3 Studio B.6.72 B/4 Studio B.6.72 B/7 Studio B.6.72 B/8
MAM	MALAMOCCO Mare	Postazione mareografica	CVN-MAV	11.0	292432 E 5024099 N	2312635.53 5024136.00	Studio B.6.72 B/1 Studio B.6.72 B/3 Studio B.6.72 B/4 Studio B.6.72 B/5 Studio B.6.72 B/6 Studio B.6.72 B/7 Studio B.6.72 B/8
MAP	MALAMOCCO Porto	Postazione mareografica	Comune VE CVN-MAV	2.7	288410 E 5024129 N	2308923.15 5024591.90	Studio B.6.72 B/1 Studio B.6.72 B/2 Studio B.6.72 B/3 Studio B.6.72 B/4 Studio B.6.72 B/5 Studio B.6.72 B/6 Studio B.6.72 B/7 Studio B.6.72 B/8

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

La rete è attualmente costituita da otto stazioni.

Per le stazioni LIM e MAM (Figura 36), posizionate in mare, è stata utilizzata una struttura già esistente impiegata come mareografo, ma con caratteristiche tecniche completamente diverse da quelle delle postazioni mareografiche in laguna; per le stazioni a mare caratterizzate da un elevato fondale (LIM 9 metri e MAM 11 metri circa), infatti, è stato progettato un sistema di posizionamento ed ancoraggio al fondo della strumentazione di misura [Simionato, 2006] per consentire un facile recupero della sonda per le operazioni di scarico dati, manutenzione, pulizia e riposizionamento alla quota di misura. Nella Figura 37 è mostrato uno schema tipico di posizionamento e ancoraggio.

Per la stazione che ospita le due sonde LMR e LMR-2 è stata, invece, sfruttata la struttura della meda di segnalazione del canale navigabile all'interno della bocca di Porto di Lido, lato Diga Sud (Figura 38).

Le stazioni LTP, MAP, CHP, posizionate all'interno della laguna, sono state allestite utilizzando le strutture delle postazioni mareografiche operanti in laguna (Figura 39).



Figura 36. Stazione MAM.

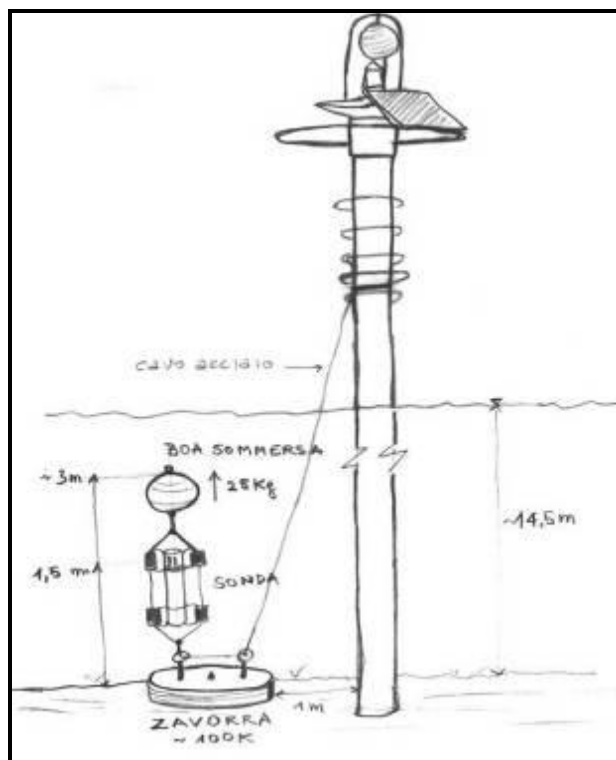


Figura 37. Schema del sistema di posizionamento e ancoraggio utilizzato nelle stazioni a mare.



Figura 38. Stazione LMR



Figura 39. Stazione CHP.

I torbidimetri posizionati nelle stazioni sopra descritte forniscono 1 dato ogni 15 minuti. Il singolo dato viene rilevato come media delle 5 acquisizioni, effettuate una al minuto, all'inizio dell'intervallo temporale di 15 minuti. I file di dati registrati nella memoria di ciascuno strumento sono scaricati con una frequenza di circa 15 giorni.

Nelle reti di misura in continuo viene rilevata la torbidità che è la riduzione della trasparenza dell'acqua dovuta alla presenza di sostanze in sospensione. I valori di torbidità, registrati come dati grezzi espressi in FTU devono essere convertiti in valori di concentrazione del particolato solido sospeso (mg/l). Non è tuttavia possibile stabilire una correlazione diretta tra questi due parametri poiché, pur essendo in relazione con gli stessi fenomeni, sono funzione di variabili differenti. È evidente quindi che la calibrazione di uno strumento ottico per la misura della torbidità sulla base dei valori di SPM presenta una serie di problemi legati sia a fattori strumentali dovuti alla diversa risposta dei sensori sia alla variabilità intrinseca delle diverse componenti della frazione sospesa nell'ambiente naturale. A causa di queste variabilità una singola correlazione fra torbidità e SPM non può essere applicata a qualsiasi ambito. Si utilizza quindi una relazione sito-specifica, che descrive il comportamento delle due variabili nella singola stazione. La relazione di regressione è determinata quindi correlando le concentrazioni determinate nei campioni d'acqua ed il valore della torbidità registrata dallo strumento nello stesso istante del prelievo. Viene calcolata però successivamente alla procedura di filtrazione e alle correzioni effettuate per rimuovere l'effetto del fouling; pertanto per la calibrazione si utilizza solo un sottoinsieme delle coppie di valori di torbidità e concentrazione di SPM disponibili.

Per la descrizione dettagliata della strumentazione per la misura della torbidità, delle attività di gestione della rete di stazioni fisse, della metodologia per il trattamento dei dati registrati nonché la calibrazione dei sensori di torbidità per la stima della concentrazione di SPM (Suspended Particulate Matter), si faccia riferimento ai Rapporti di Valutazione (vedi paragrafo 6.3).

7.2 Analisi dei dati

Di seguito (Tabella 9) è riportata la percentuale dei dati validati dopo la procedura di filtrazione delle serie temporali su tutto il periodo relativo all'ottavo anno di monitoraggio: Maggio 2012-Aprile 2013. Nel conteggio totale sono inclusi anche i periodi in cui i dati mancavano per malfunzionamento degli strumenti.

Tabella 9. Percentuale dei dati validati nel periodo Maggio 2012-Aprile 2013.

Tipologia	Stazione	Percentuale di funzionamento	Percentuale di dati validati
Stazioni in laguna	LTP	100.00%	93.6%
	MAP	98.09%	90.1%
	CHP	100.00%	95.5%
Stazioni in bocca di porto	LMR	100.00%	95.8%
	LMR-2	100.00%	92.80%
Stazioni a mare	LIM	92.35%	77.1%
	MAM	90.71%	77.7%
	CHM3	41.53%	33.9%

La percentuale di informazioni utili dopo la procedura di verifica e filtrazione delle serie temporali dai dati spuri nelle stazioni che hanno funzionato per quasi l'intero periodo di monitoraggio è superiore all'80%. Le alte percentuali sono dovute agli interventi settimanali di pulizia delle sonde. Per le altre stazioni si hanno percentuali inferiori a causa dei periodi di non funzionamento o mancanza dello strumento.

Per facilitare la comprensione del grado di copertura delle registrazioni, nella Figura 40 viene visualizzata in maniera schematica l'estensione temporale delle acquisizioni effettuate dai singoli strumenti. Per una rappresentazione giornaliera si vedano i Rapporti di Valutazione (vedi paragrafo 6.3). Si elencano inoltre di seguito, per ogni stazione, i motivi della mancanza dei dati o delle sonde nei giorni indicati in azzurro o grigio in Figura 40.

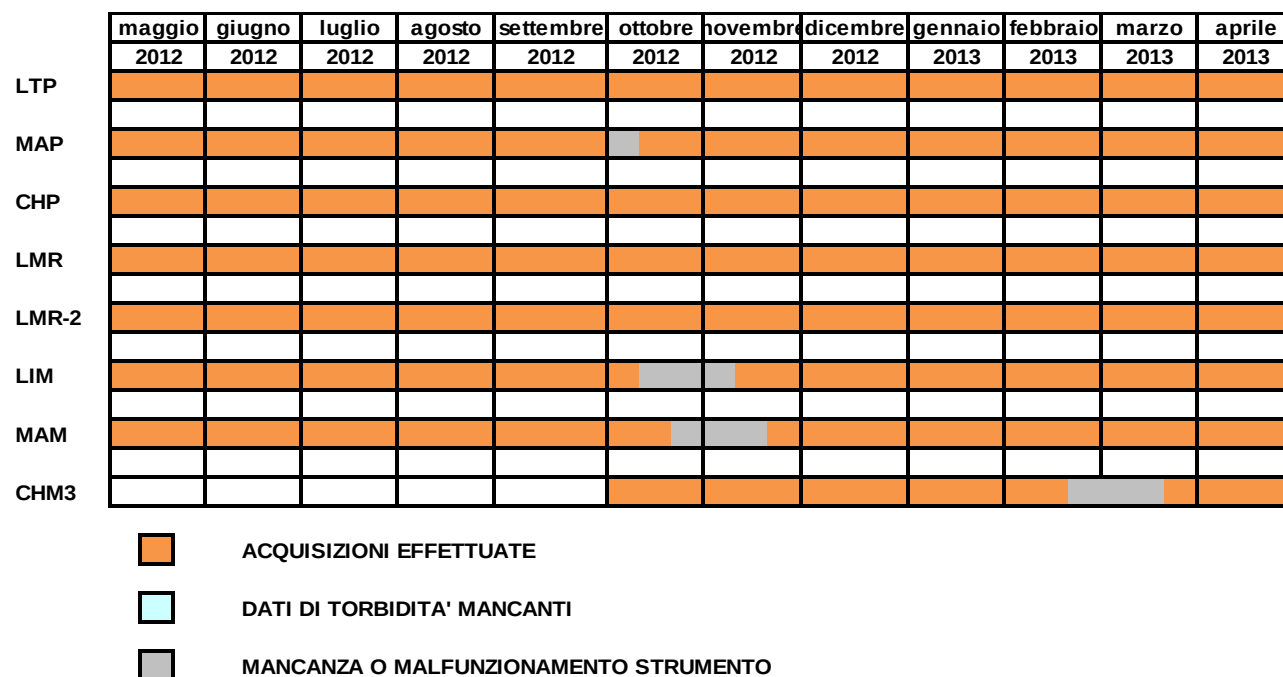


Figura 40. Visualizzazione schematica dei periodi di acquisizione degli strumenti impiegati nelle sette stazioni oggetto del monitoraggio.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Stazione MAP:

- Il giorno 03/10/2012 la sonda è stata prelevata e portata nei laboratori del CNR-ISMAR per manutenzione generale e calibrazione del sensore di torbidità ed è stata riposizionata il giorno 11/10/2012.

Stazione LIM:

- Il giorno 11/10/2012 la sonda è stata rimossa e portata nei laboratori del CNR-ISMAR per le operazioni di manutenzione e calibrazione del sensore di torbidità. A causa di un guasto intercorso durante tali attività la sonda è stata poi consegnata alla ditta produttrice per la riparazione ed è stata riposizionata il giorno 7 Novembre 2012.
- Il giorno 19/02/2013 la sonda posizionata presso la stazione LIM è stata ricondotta presso i laboratori del CNR-ISMAR a causa di un problema di comunicazione col terminale, che ha impedito lo scarico dati e la successiva riprogrammazione dello strumento. Dopo aver risolto il problema tecnico la sonda è stata riposizionata il giorno 20/02/2013.

Stazione MAM:

- Il giorno 19 Novembre 2012 la sonda è stata recuperata dal personale CNR-ISMAR con l'ausilio di un sommozzatore, a causa del blocco del sistema di ancoraggio, e portata presso i laboratori del CNR-ISMAR per le consuete operazioni di manutenzione. I dati del file scaricato sono risultati interrotti al giorno 24/10/2012. È stata riposizionata il giorno 26 Novembre 2012.
- Il giorno 08/01/2013 si è verificata la rottura di uno dei pins del connettore della sonda posizionata presso la stazione MAM, per cui si è proceduto alla riparazione del connettore presso i laboratori del CNR-ISMAR ed alla conseguente rimessa in loco dello strumento il giorno 09/01/2013

Stazione CHM3:

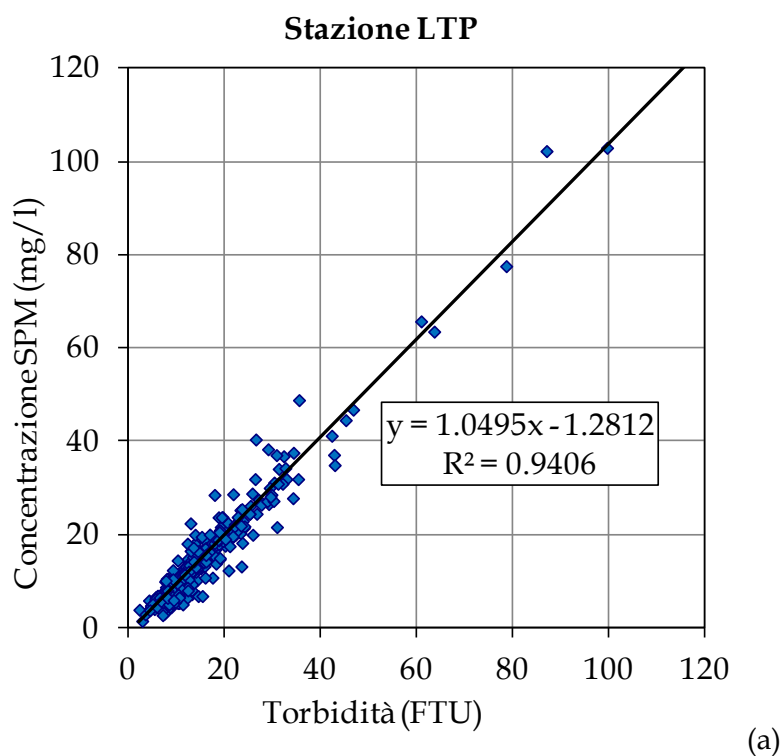
- Il giorno 19/02/2013 la sonda posizionata presso la stazione CHM3 è stata ricondotta presso i laboratori del CNR-ISMAR poiché, dopo averla salpata a bordo dell'imbarcazione si è verificato l'incagliamento del sistema di ancoraggio che ha impedito la rimessa in loco della stessa. Il giorno 11/03/2013 con l'ausilio di un sommozzatore è stato disincagliato il sistema di ancoraggio. Il giorno 22/03/2013, in sostituzione della sonda multiparametrica Datasonde 4a, Hydrolab, USA, (rimossa il giorno 19/02/2013 e non più rimessa il loco a causa dell'incagliamento) è stata posizionata una nuova sonda Idronaut OceanSeven 304 CTD-T di caratteristiche costruttive (sensoristica) simili a quelle delle sonde impiegate nelle altre stazioni, ma con una nuova elettronica in grado di garantire una durata del pacco batterie molto superiore ai modelli precedenti.

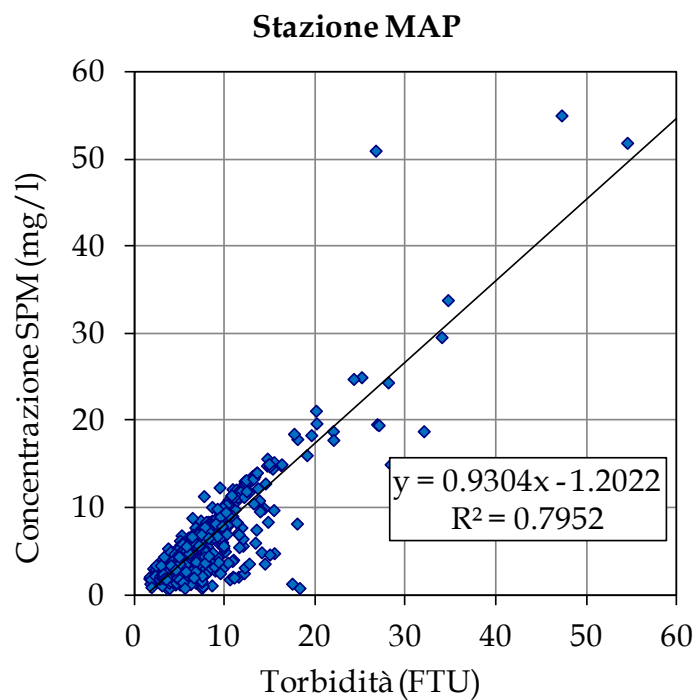
Le relazioni utilizzate per la calibrazione dei dati registrati in ciascuna delle stazioni sono riportate nella Tabella 10 e visualizzate nelle Figura 41 (a-g). Ciascuna di queste relazioni è stata utilizzata per derivare la serie temporale della concentrazione di SPM a partire dalla serie della torbidità della corrispondente stazione, opportunamente corrette e validate secondo le procedura descritte nei Rapporti di Valutazione (vedi paragrafo seguente).

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

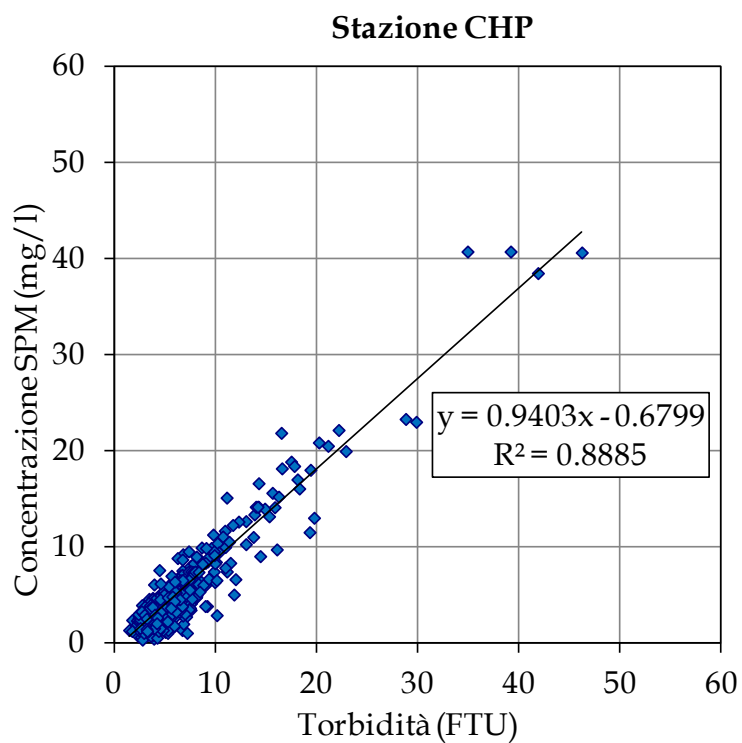
Tabella 10. Coefficienti ed equazioni delle rette di regressione utilizzate per la calibrazione dei sensori OBS.

Tipologia	Stazione	Equazione e coefficiente retta di calibrazione
Stazioni in laguna	LTP	$y = 1.0495x - 1.2812$ $R^2 = 0.9406$
	MAP	$y = 0.9304x - 1.2022$ $R^2 = 0.7952$
	CHP	$Y = 0.9403x - 0.6799$ $R^2 = 0.8885$
Stazioni in bocca di porto	LMR	$y = 0.9675x + 0.8396$ $R^2 = 0.8956$
	LMR-2	$y = 0.9371x - 0.3344$ $R^2 = 0.9007$
Stazioni a mare	LIM	$y = 0.9989x - 1.2518$ $R^2 = 0.8919$
	MAM	$y = 0.9938x - 0.9252$ $R^2 = 0.8537$
	CHM3	$y = 0.7741x - 0.2431$ $R^2 = 0.9708$

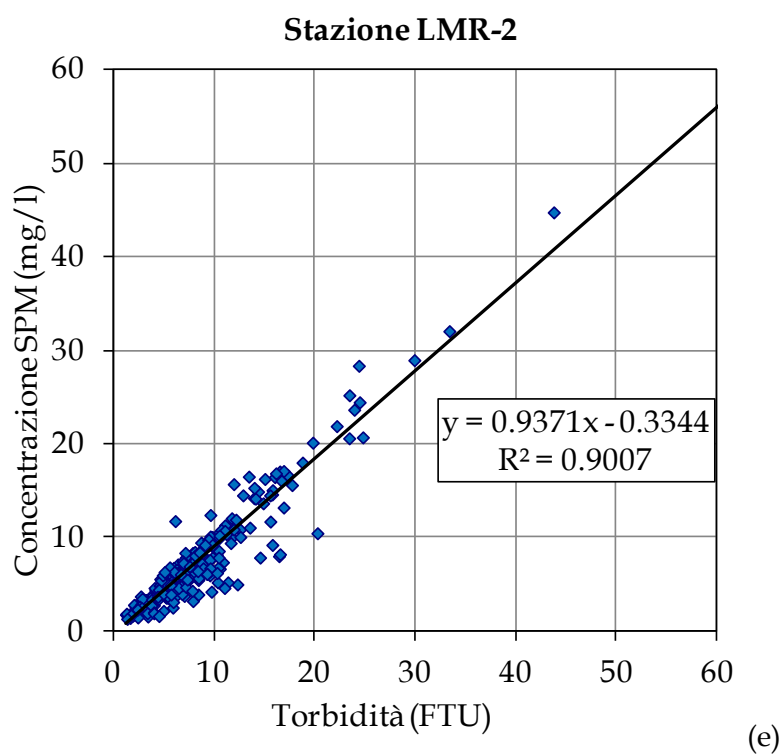
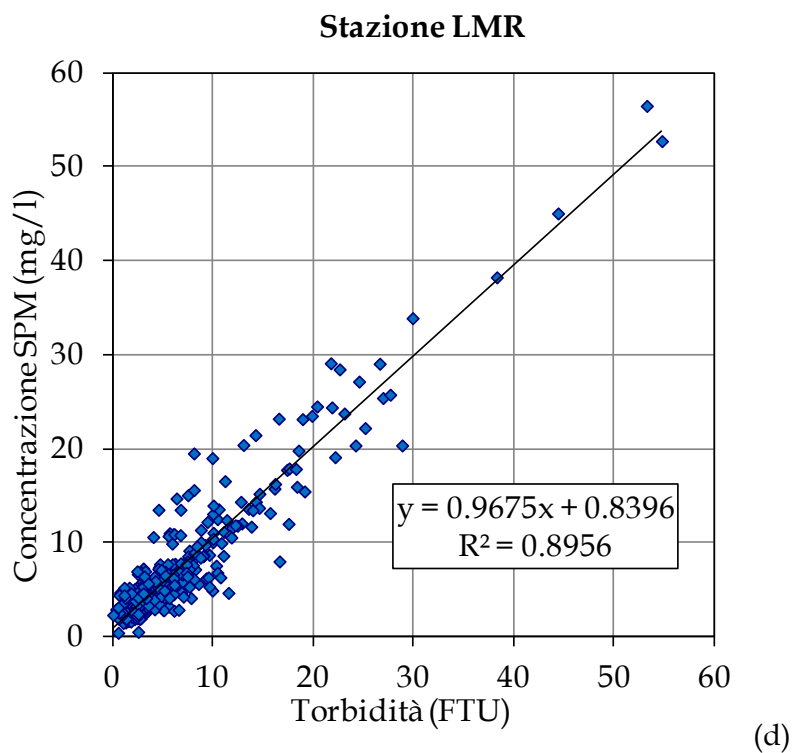


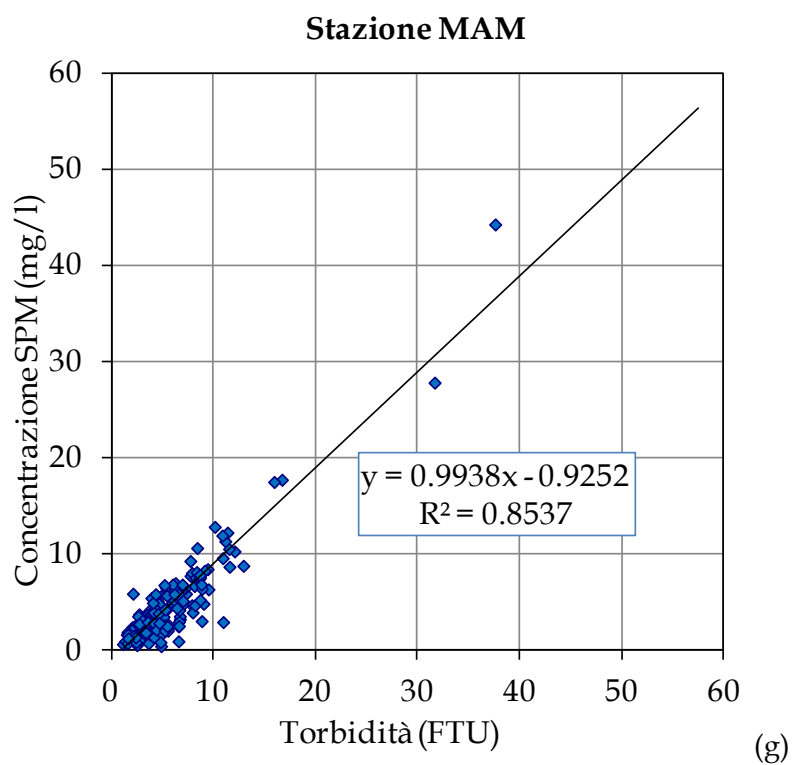
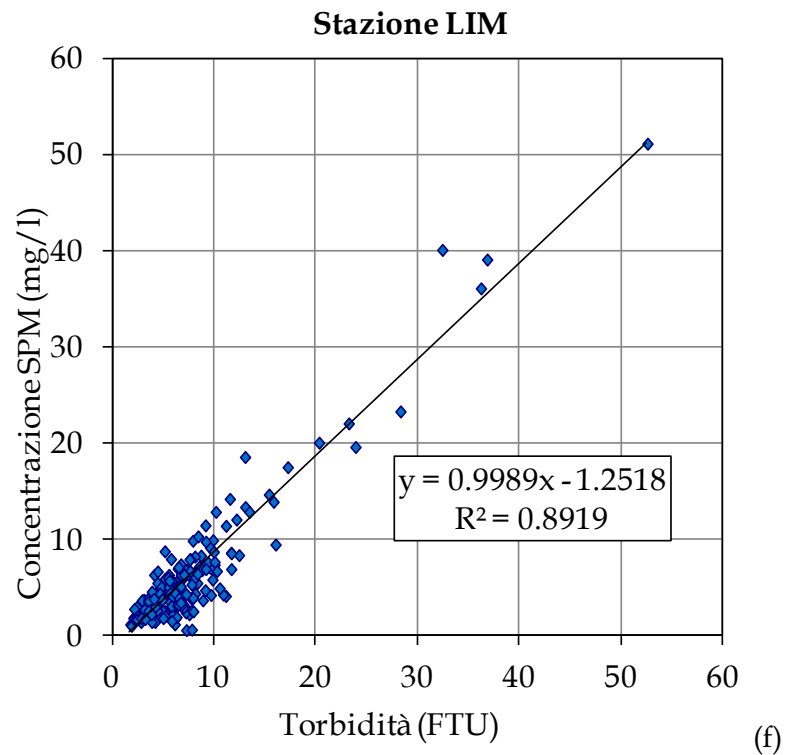


(b)



(c)





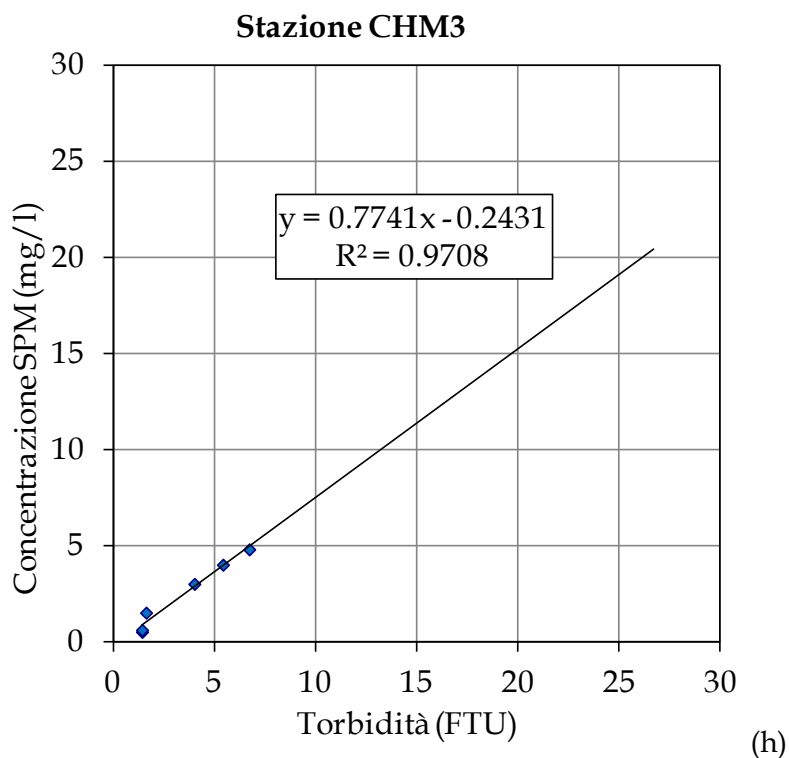


Figura 41. Diagrammi di regressione fra la torbidità registrata dalle sonde ed i corrispondenti valori di concentrazione di SPM nei campioni d'acqua prelevati in concomitanza agli interventi di manutenzione. Le rette di regressione sono state calcolate includendo tutti i valori disponibili da Maggio 2005 fino ad Aprile 2013.

Si osserva come le pendenze delle rette di regressione per tutte le stazioni siano piuttosto vicine o pari all'unità, il che significa una quasi corrispondenza tra valori di concentrazione del materiale sospeso e torbidità. Il valore di R^2 tendente all'unità, invece, indica la bassa dispersione dei dati: a tal proposito si nota che in alcune stazioni questo coefficiente assume un valore inferiore a 0.9; è stata infatti qui riscontrata la scarsa correlazione tra valori misurati e campioni prelevati, probabilmente dovuta alla frequente presenza, davanti alle finestre ottiche del sensore, di ostruzioni parziali. Sono previsti degli interventi di manutenzione in laboratorio per il ripristino delle condizionali ottimali delle sonde (pulizia approfondita, ricalibrazione, sostituzione sensori). Tale intervento è stato effettuato per ognuna delle sonde che presentavano evidenti anomalie e viene comunque ripetuto ogni qual volta le sonde rientrano presso il laboratorio per eventuali riparazioni.

7.3 Serie temporali della torbidità/SPM

L'intera serie temporale del periodo Maggio 2012 - Aprile 2013 per ciascuna delle stazioni è inclusa nei files del database allegato al presente rapporto.

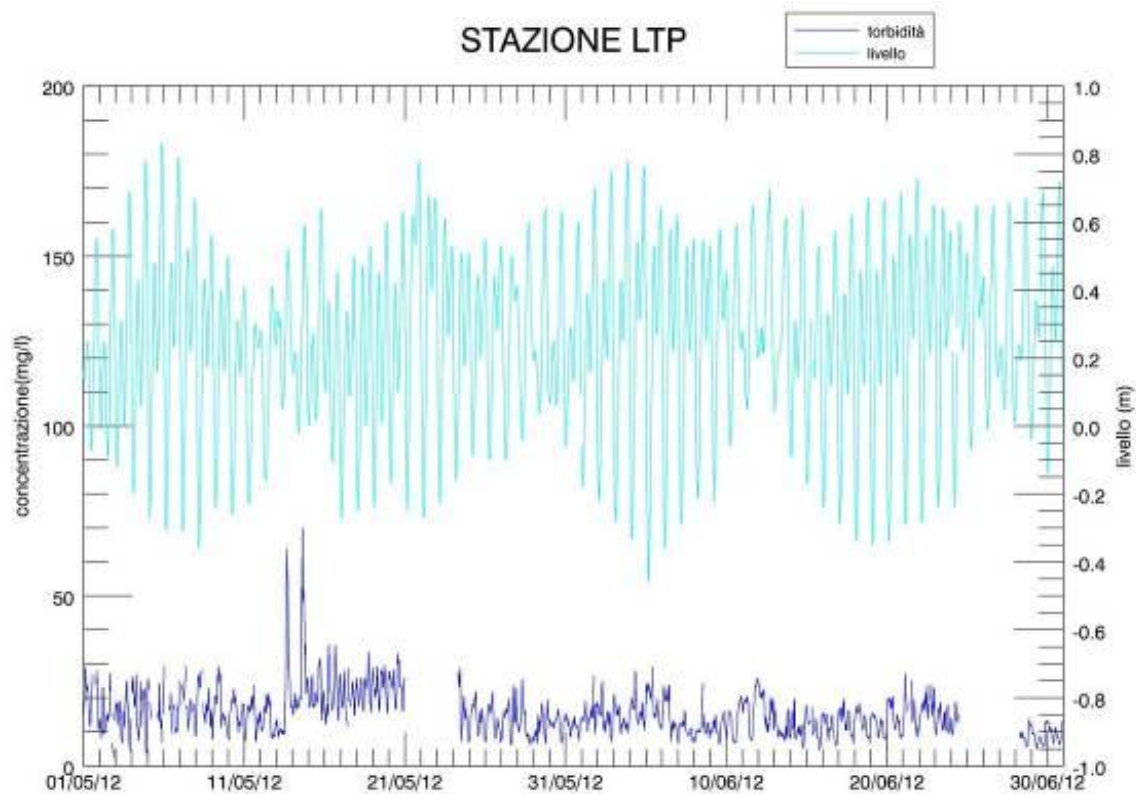
Di seguito (da Figura 42 a Figura 86) vengono presentate due tipologie di elaborati grafici in cui i dati vengono raggruppati in bimestri: nella prima vengono rappresentate la concentrazione di SPM e la curva di marea del mareografo più vicino alla stazione in questione (Diga Nord di Malamocco, Diga Sud di Chioggia - Istituzione Centro Previsioni e Segnalazioni Maree, Comune di Venezia), mentre nella seconda si rappresentano l'SPM e la velocità del vento (misurata alla piattaforma oceanografica del CNR-ISMAR), raffigurata con colori diversi in base alla direzione di provenienza.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

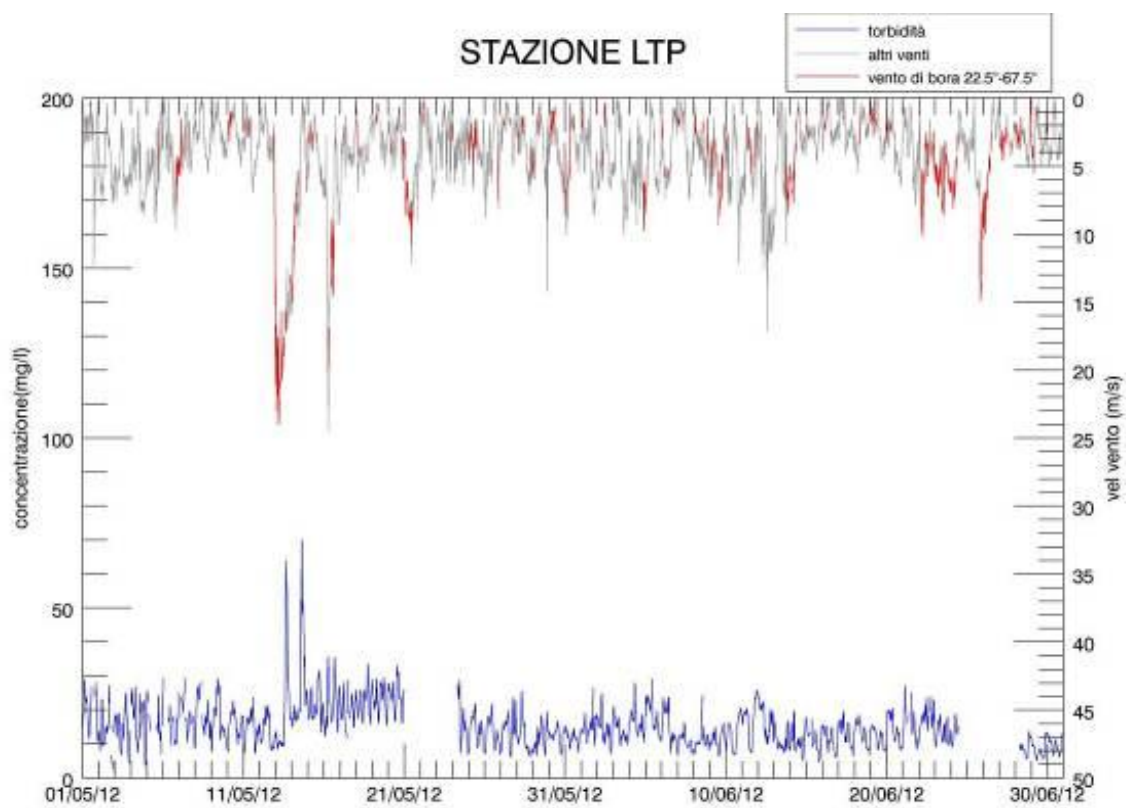
I grafici bimestrali della concentrazione del particolato in sospensione sono riportati nei tre Rapporti di Valutazione:

- I Rapporto di Valutazione, Settembre 2012. Periodo di riferimento: Maggio-Agosto 2012;
- II Rapporto di Valutazione, Gennaio 2013. Periodo di riferimento: Settembre-Dicembre 2012;
- III Rapporto di Valutazione, Maggio 2013. Periodo di riferimento: Gennaio-Aprile 2013.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI



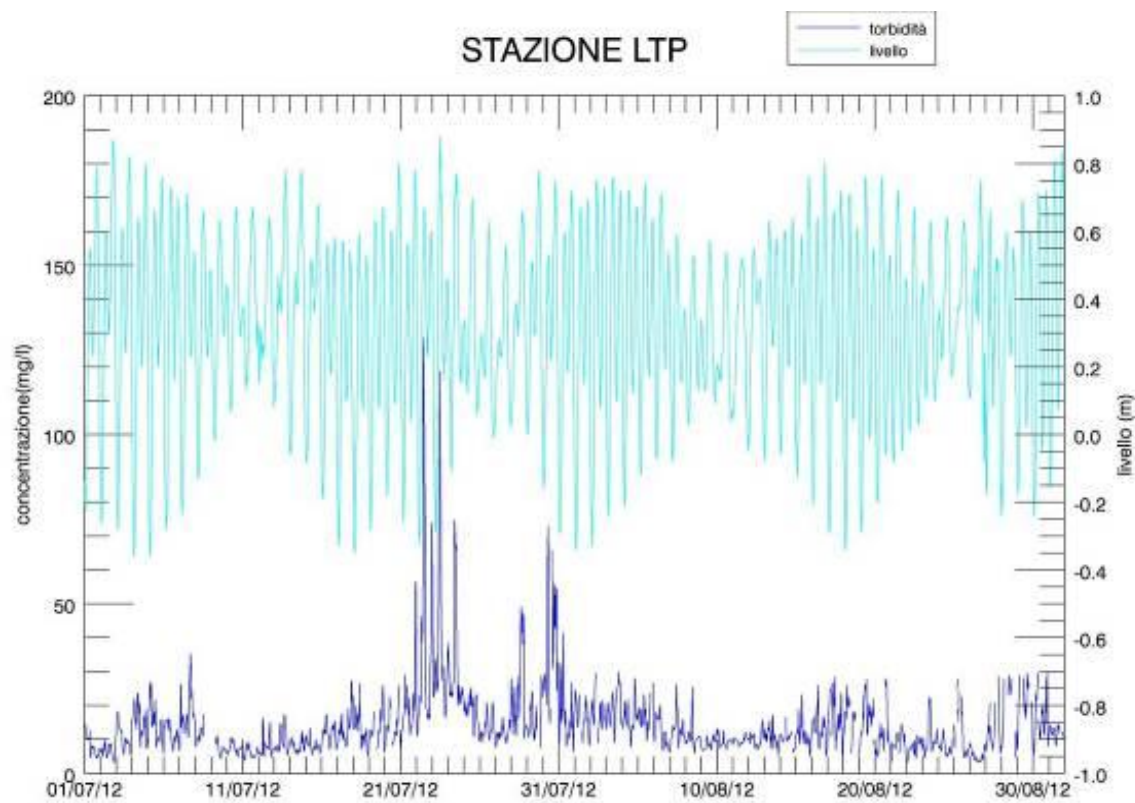
(a)



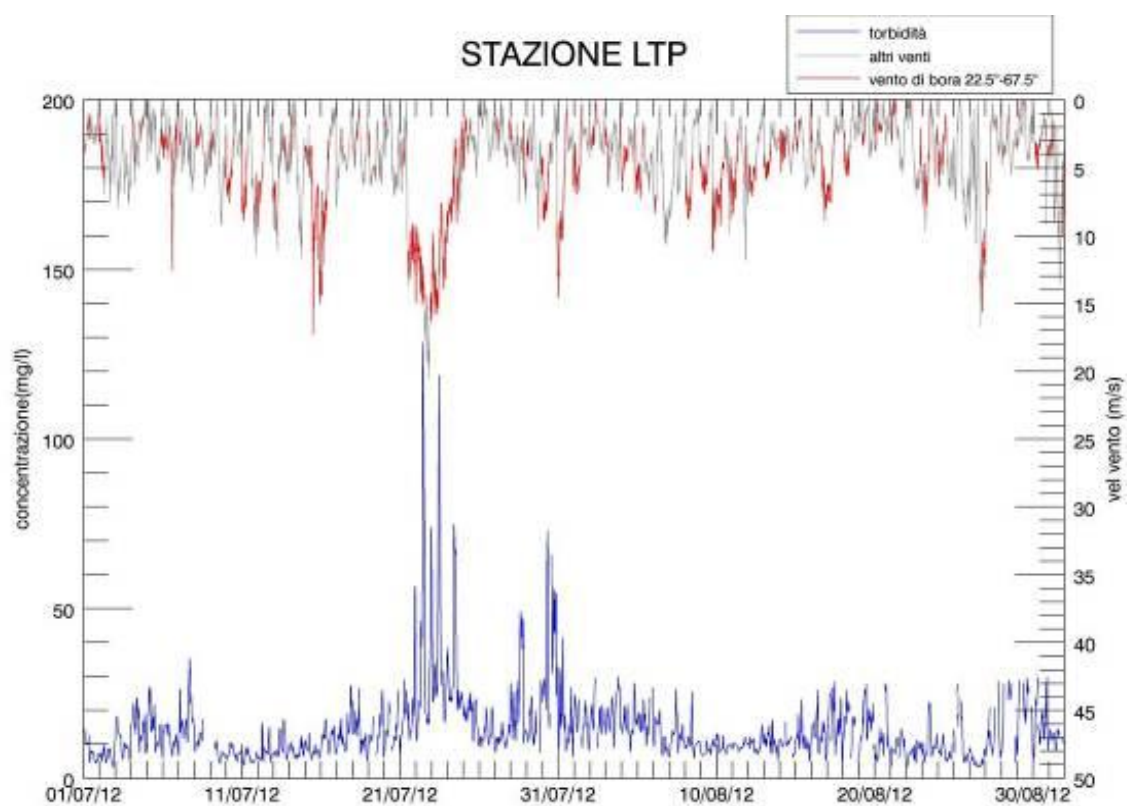
(b)

Figura 42. Serie temporale della concentrazione di SPM e del livello idrico (a) e della velocità del vento (b) alla stazione LTP nel periodo Maggio-Giugno 2012

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI



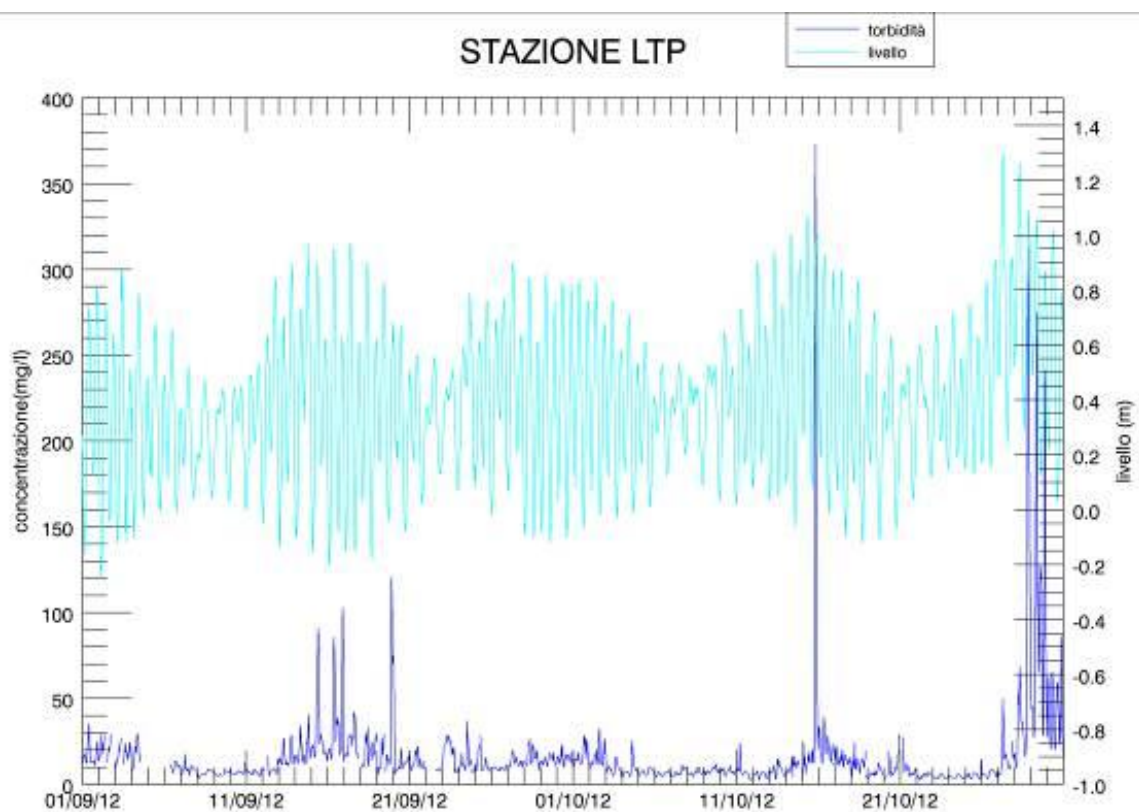
(a)



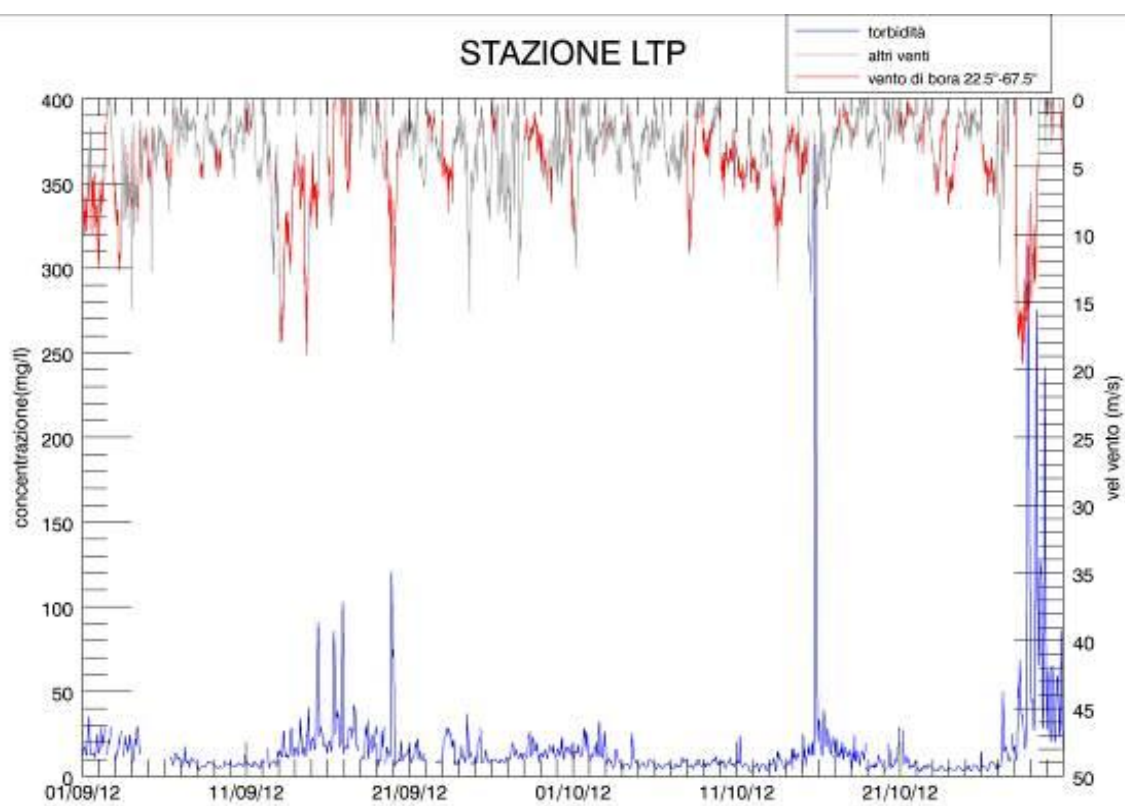
(b)

Figura 43. Serie temporale della concentrazione di SPM e del livello idrico (a) e della velocità del vento (b) alla stazione LTP nel periodo Luglio-Agosto 2012.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI



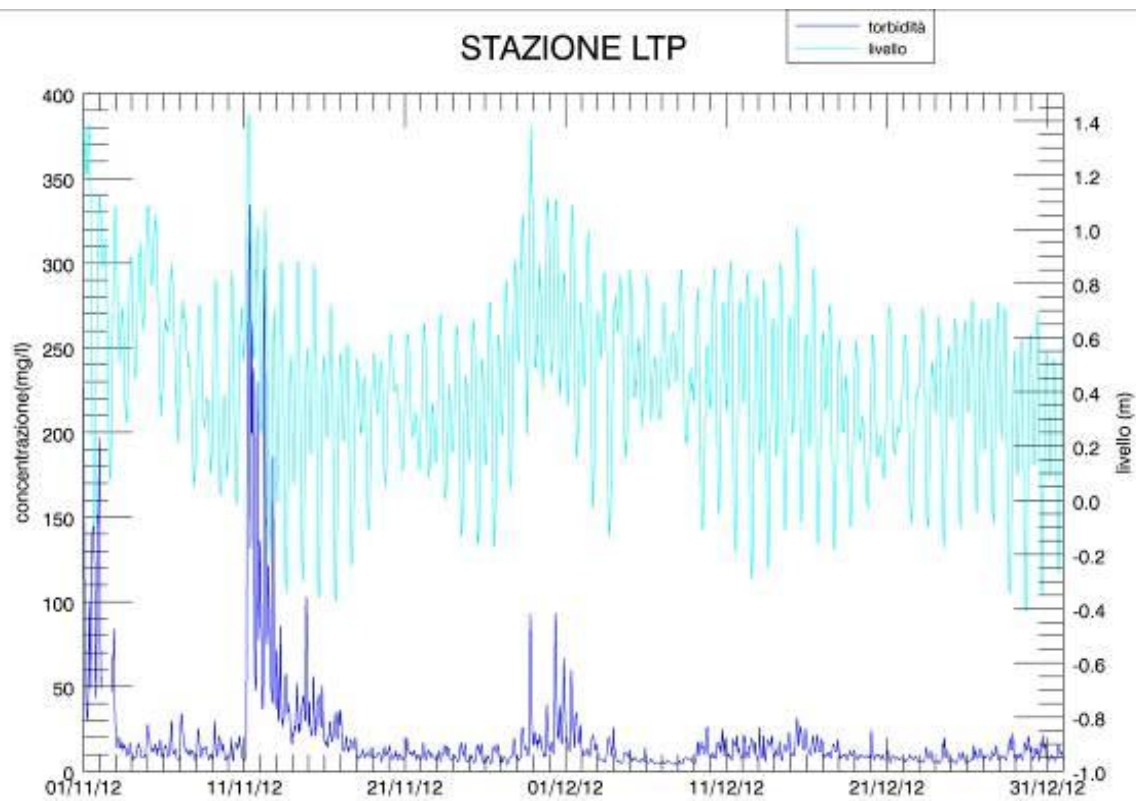
(a)



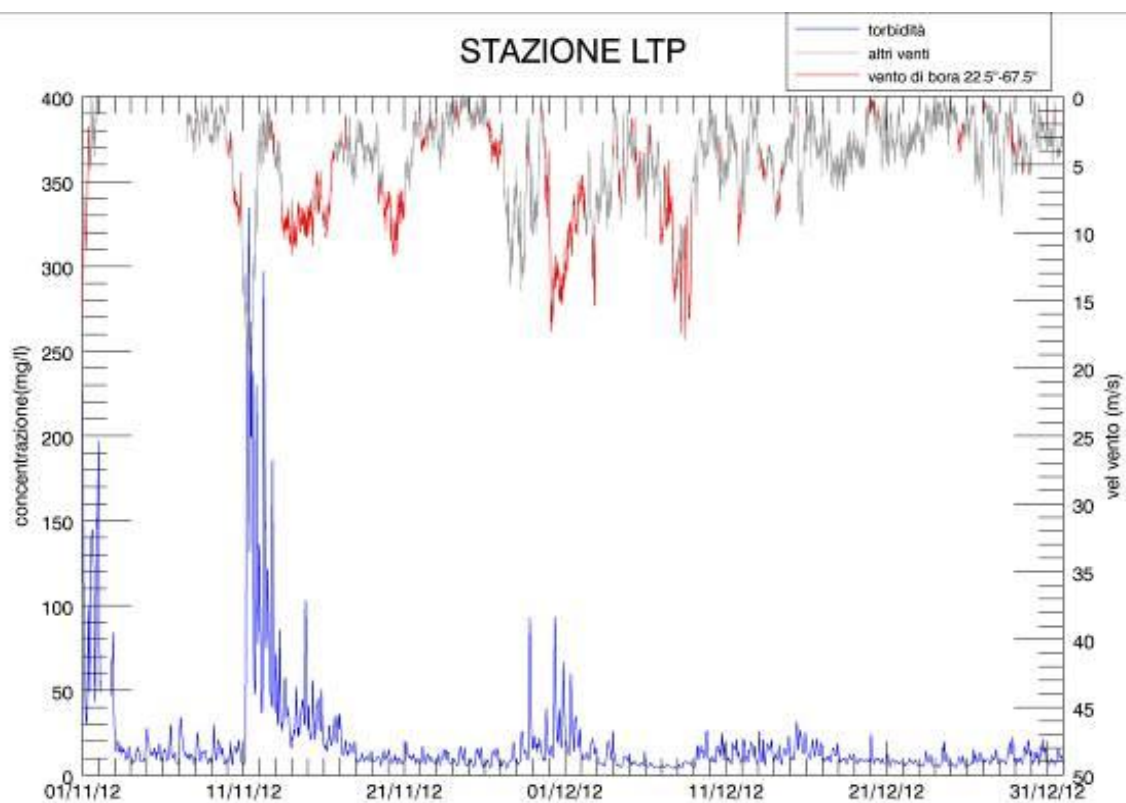
(b)

Figura 44. Serie temporale della concentrazione di SPM e del livello idrico (a) e della velocità del vento (b) alla stazione LTP nel periodo Settembre-Ottobre 2012

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI



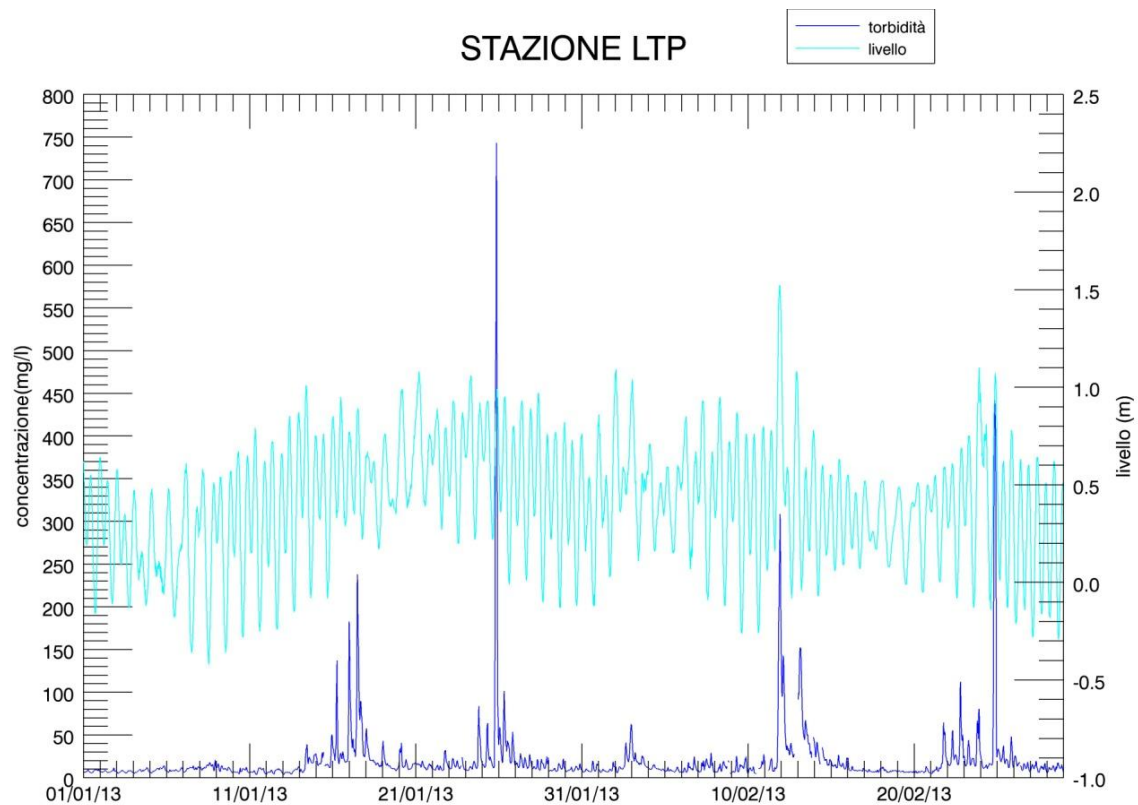
(a)



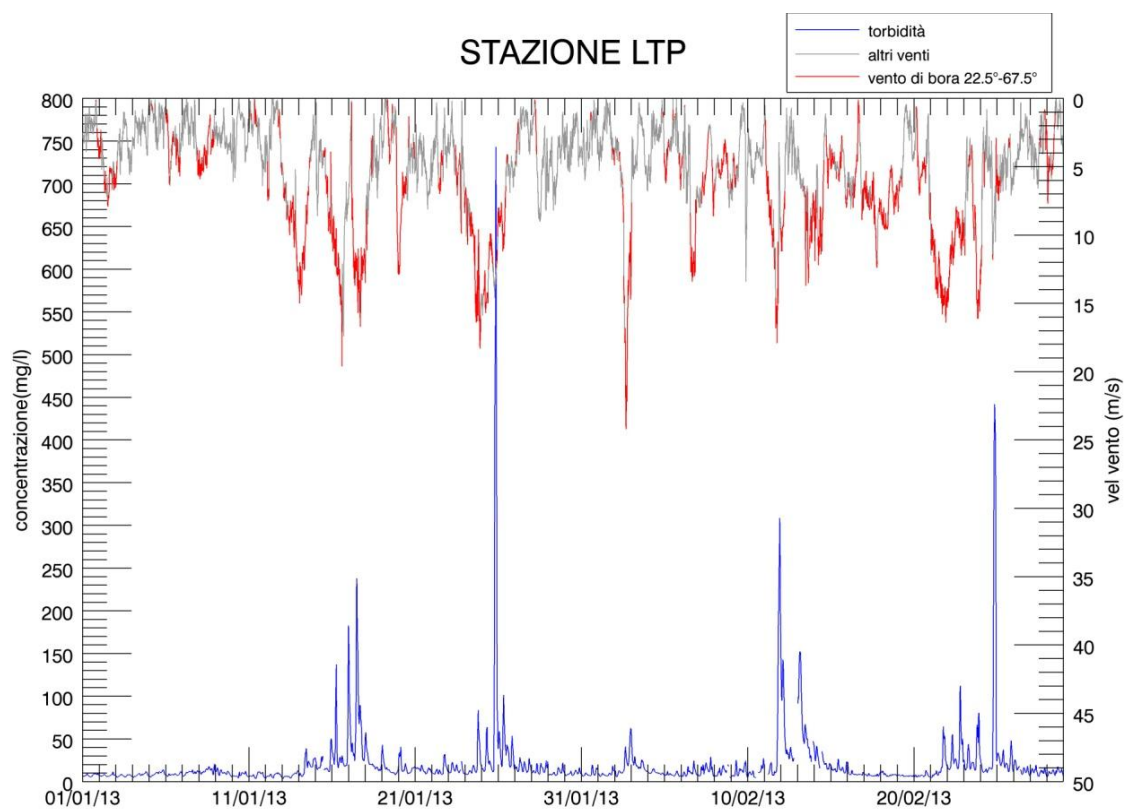
(b)

Figura 45. Serie temporale della concentrazione di SPM e del livello idrico (a) e della velocità del vento (b) alla stazione LTP nel periodo Novembre-Dicembre 2012.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI



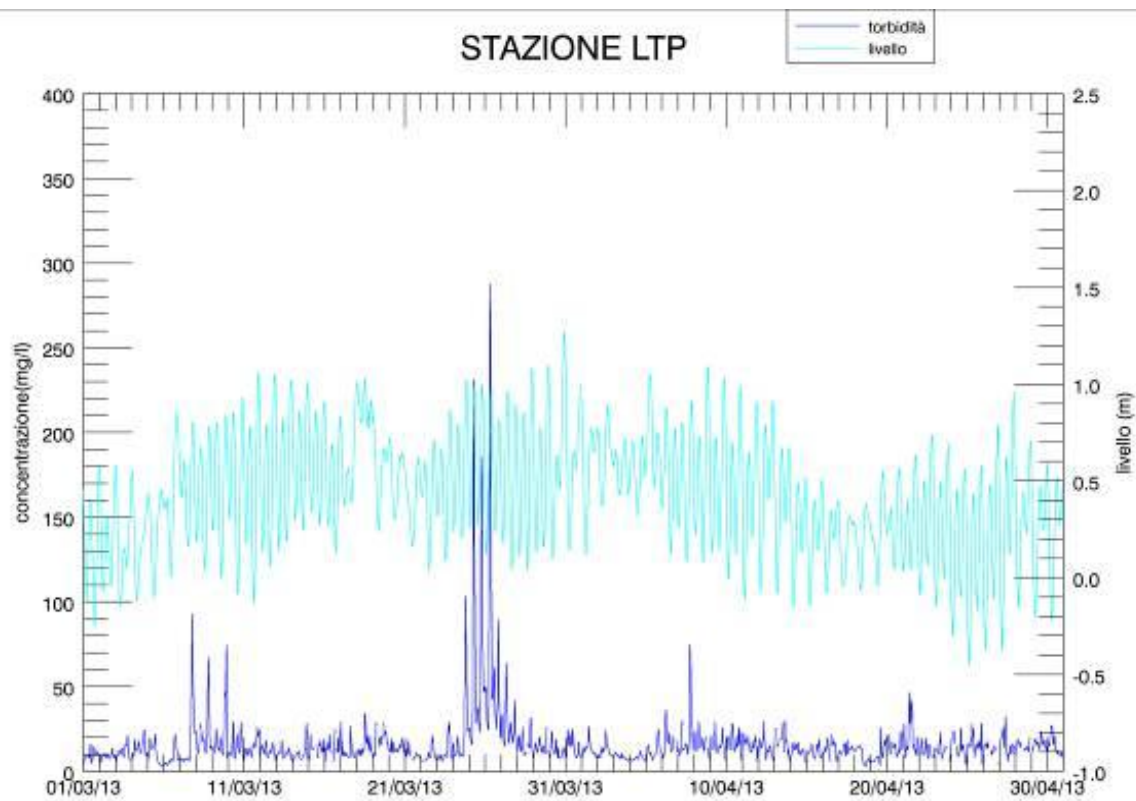
(a)



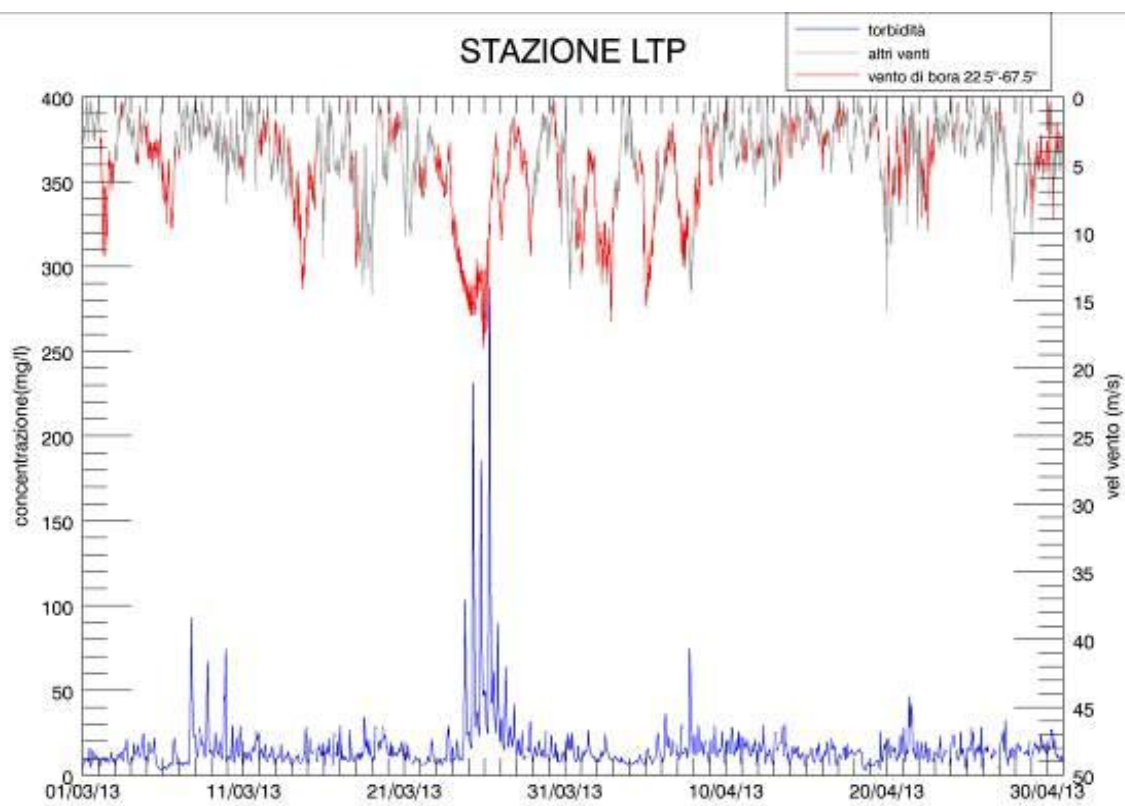
(b)

Figura 46. Serie temporale della concentrazione di SPM e del livello idrico (a) e della velocità del vento (b) alla stazione LTP nel periodo Gennaio-Febbraio 2013

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI



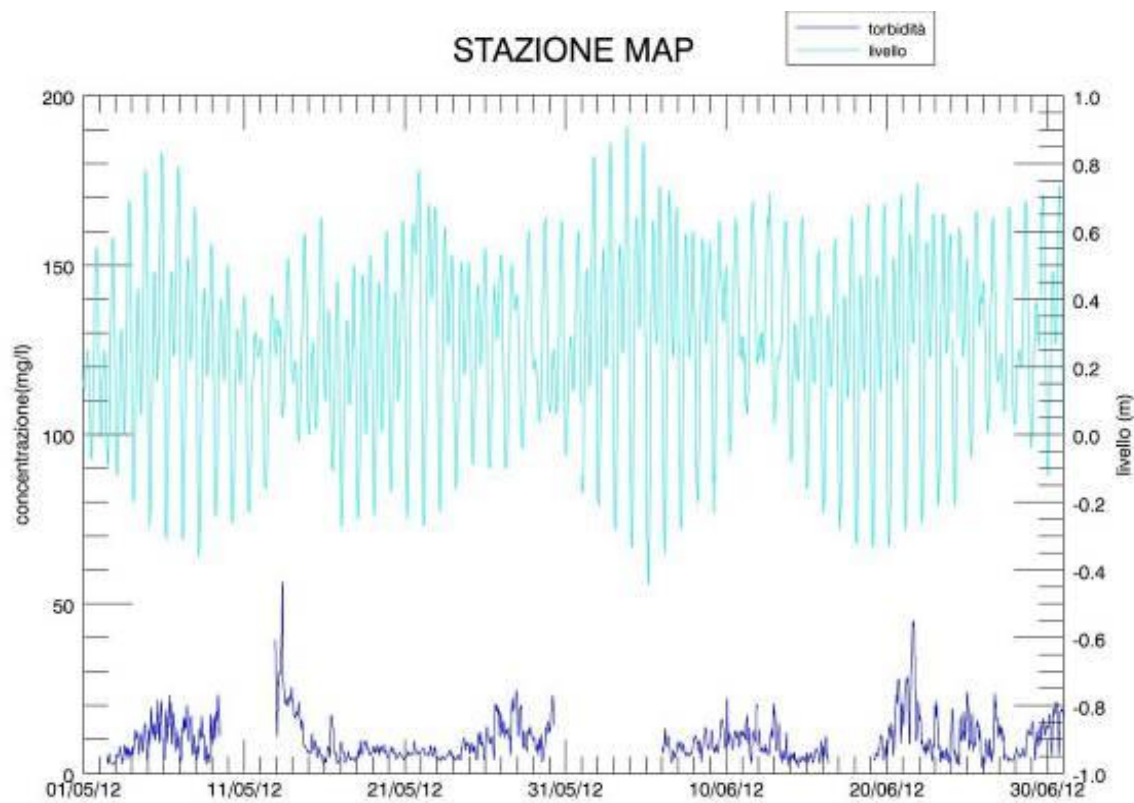
(a)



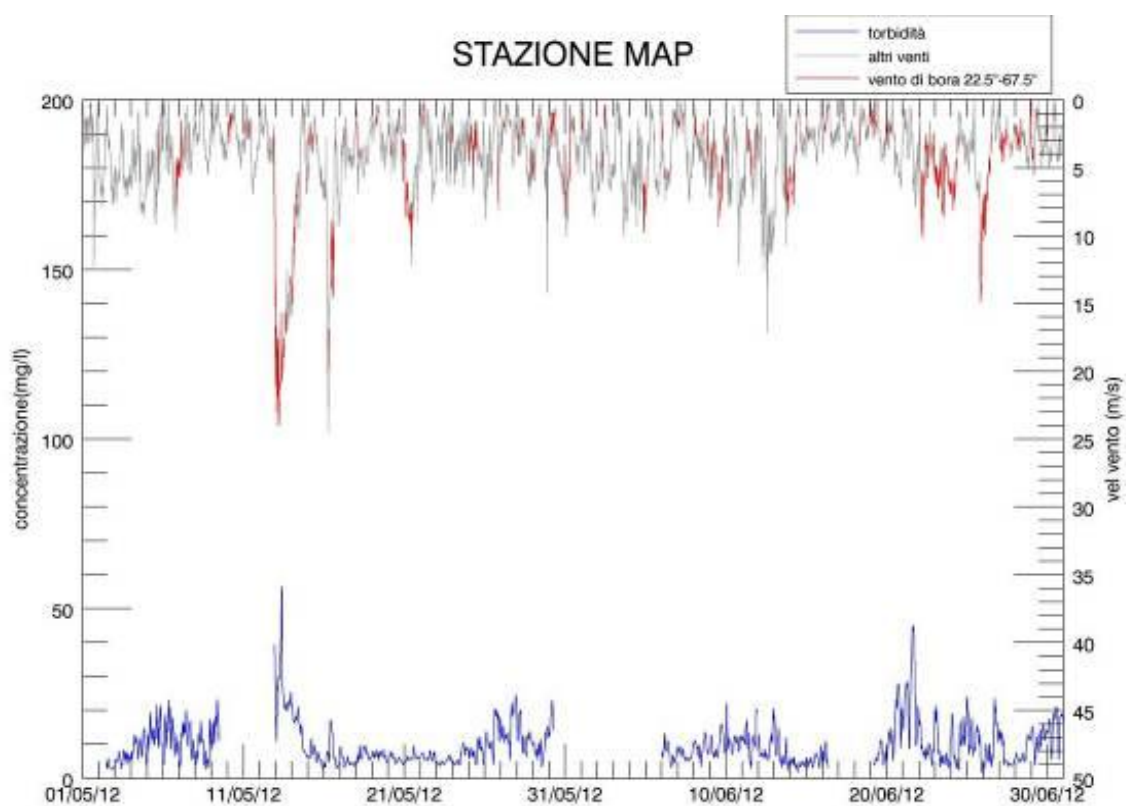
(b)

Figura 47. Serie temporale della concentrazione di SPM e del livello idrico (a) e della velocità del vento (b) alla stazione LTP nel periodo Marzo-Aprile 2013.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI



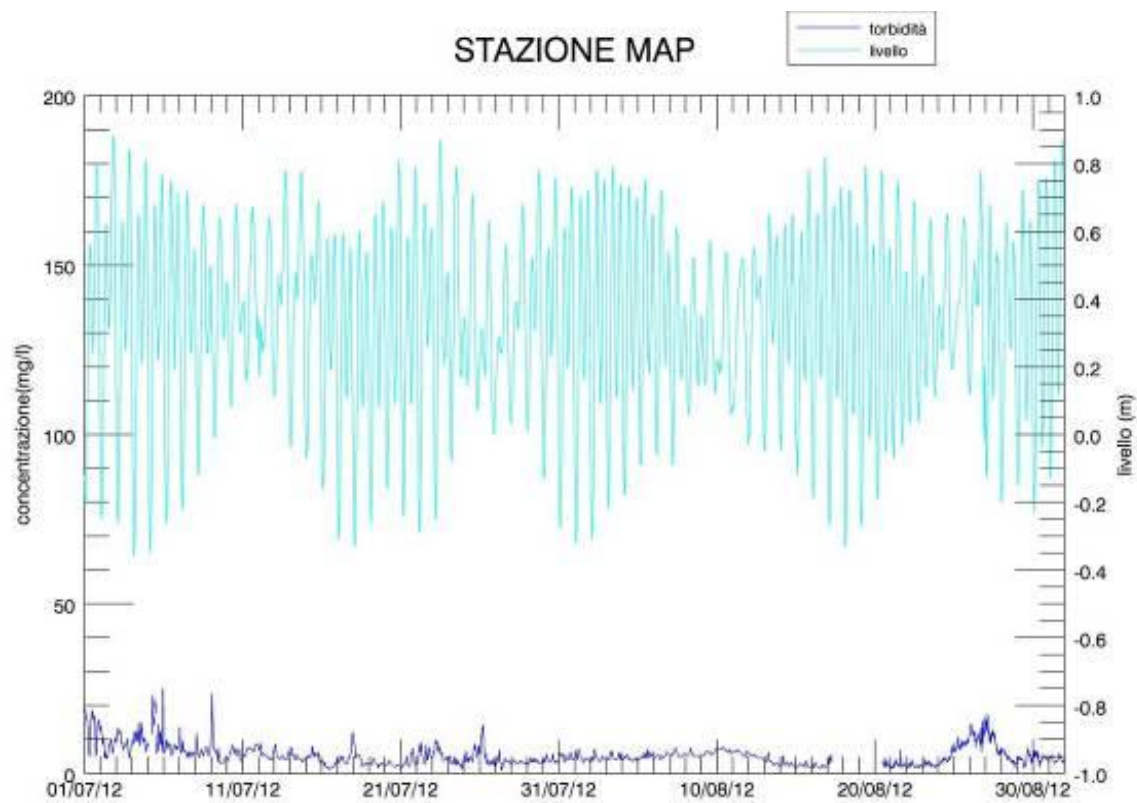
(a)



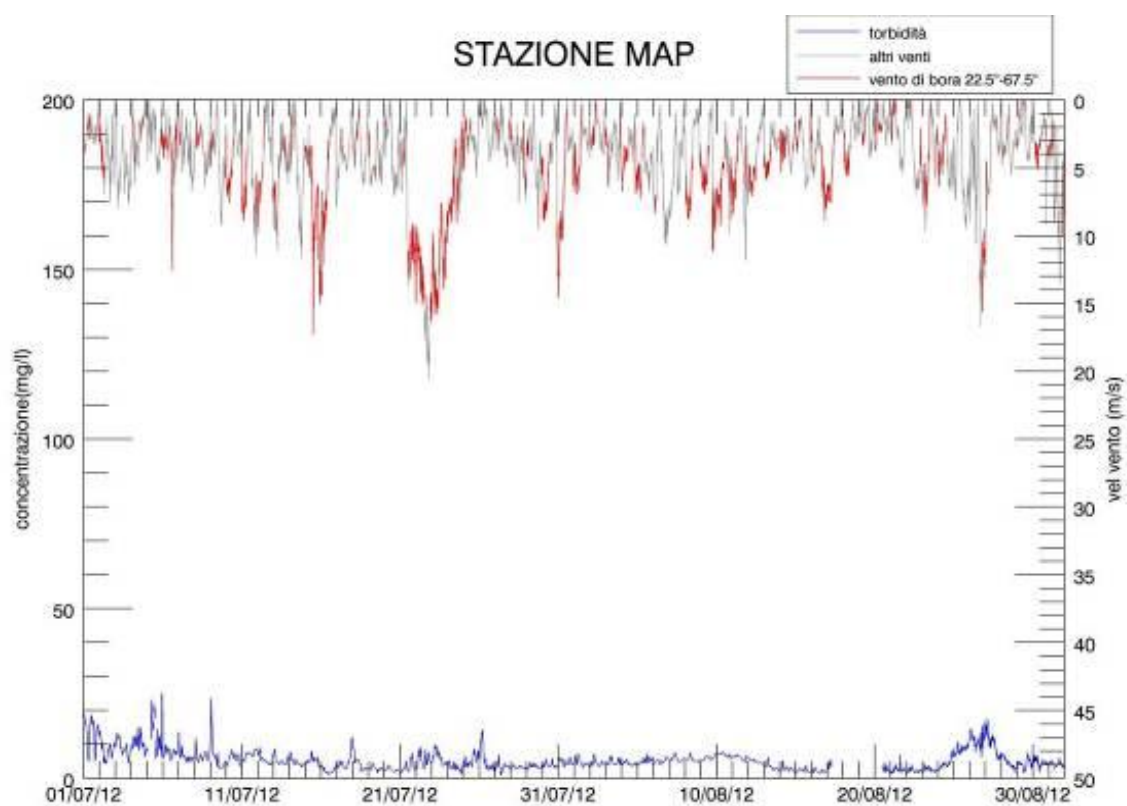
(b)

Figura 48. Serie temporale della concentrazione di SPM e del livello idrico (a) e della velocità del vento (b) alla stazione MAP nel periodo Maggio-Giugno 2012

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI



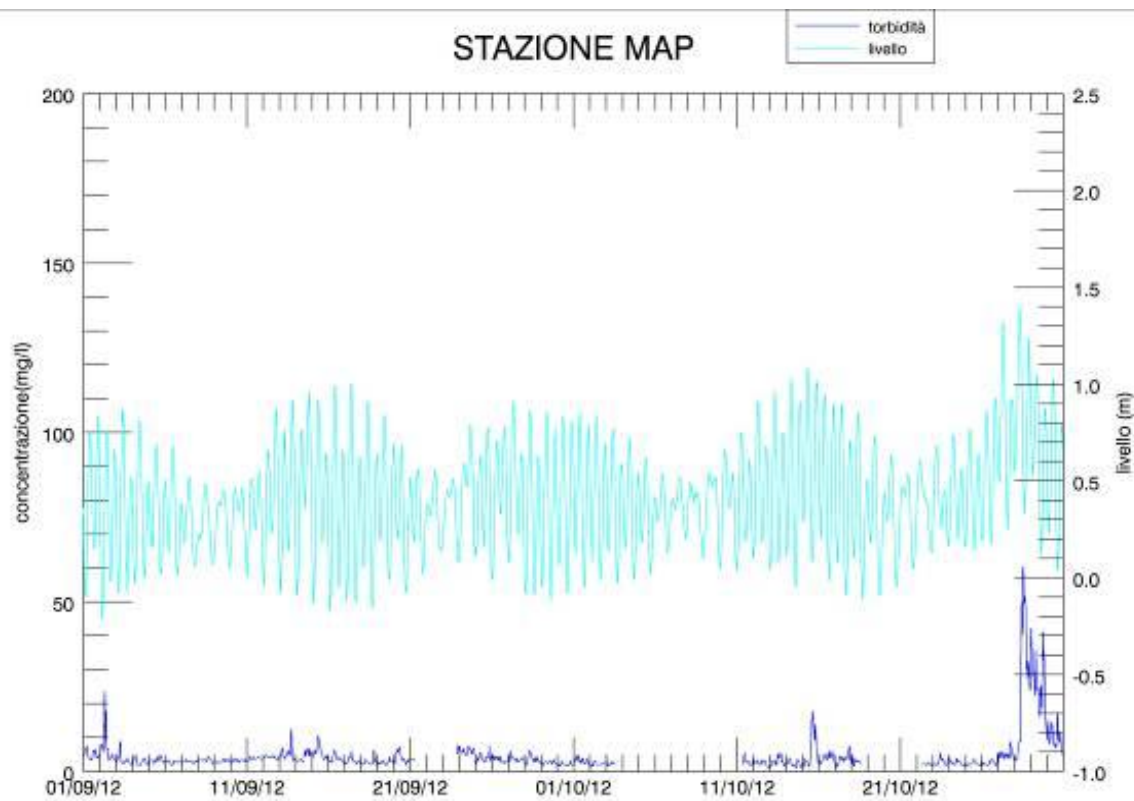
(a)



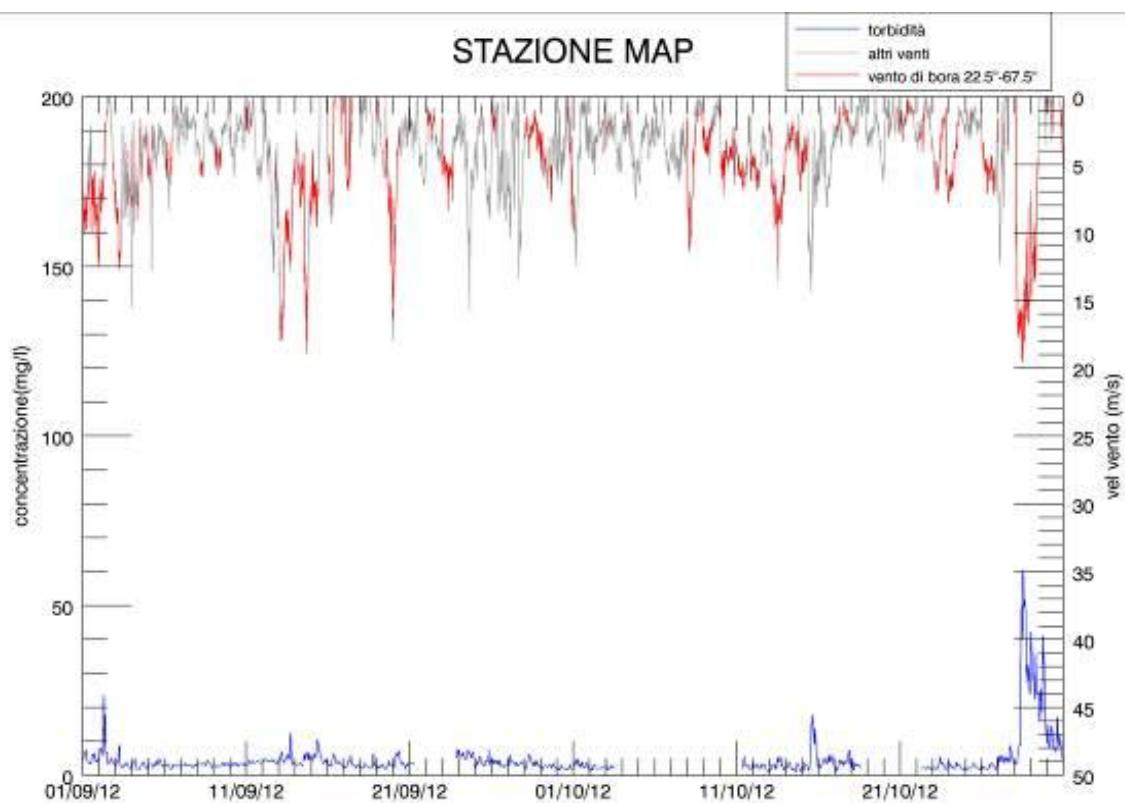
(b)

Figura 49. Serie temporale della concentrazione di SPM e del livello idrico (a) e della velocità del vento (b) alla stazione MAP nel periodo Luglio-Agosto 2012.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

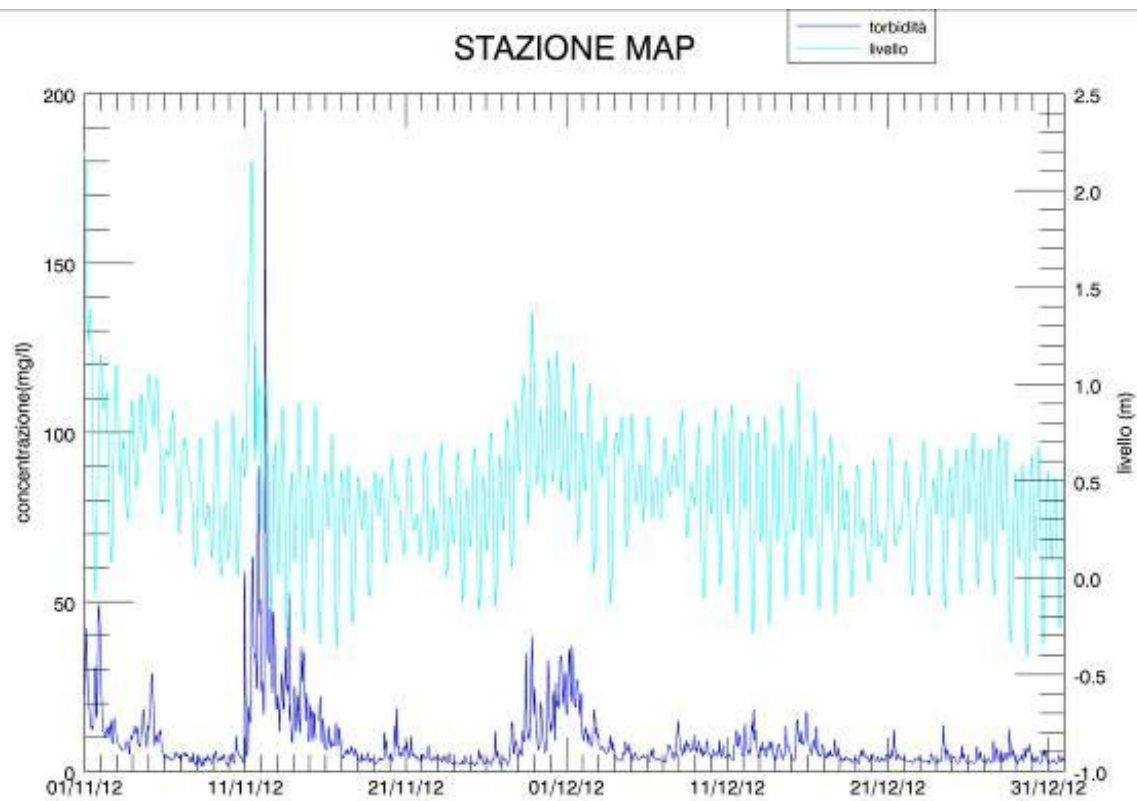


(a)

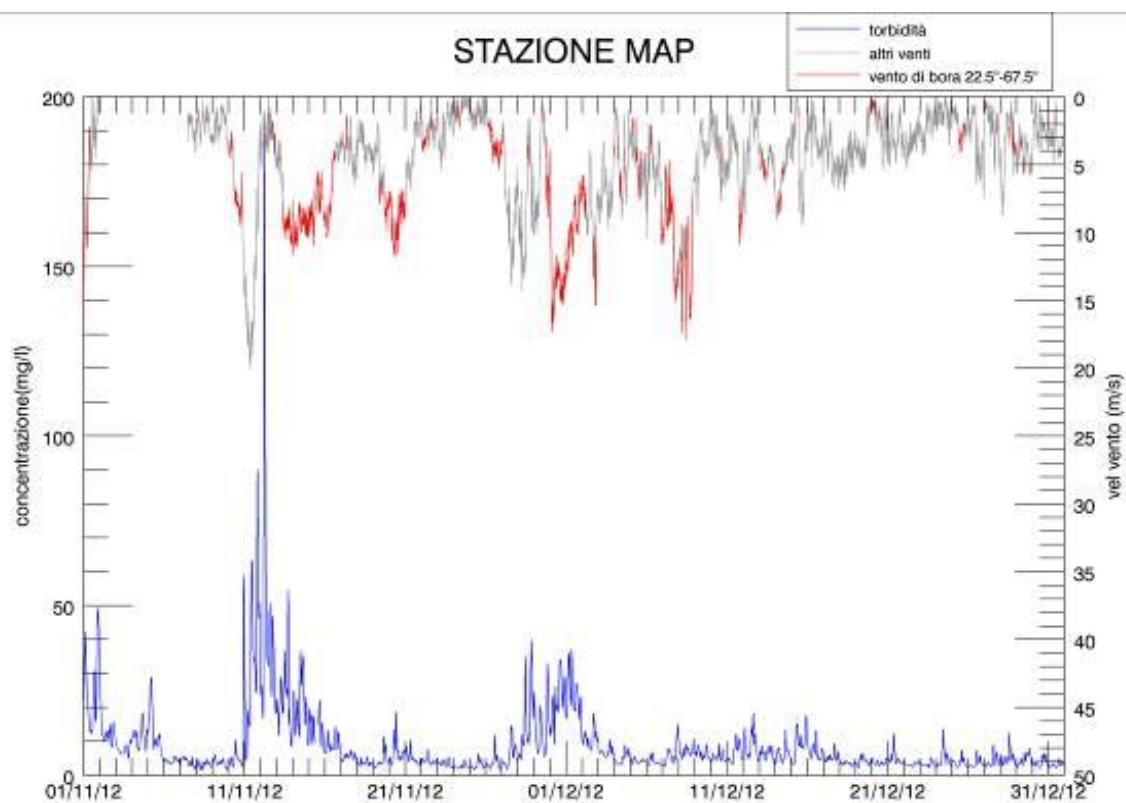


(b)

Figura 50. Serie temporale della concentrazione di SPM e del livello idrico (a) e della velocità del vento (b) alla stazione MAP nel periodo Settembre-Ottobre 2012



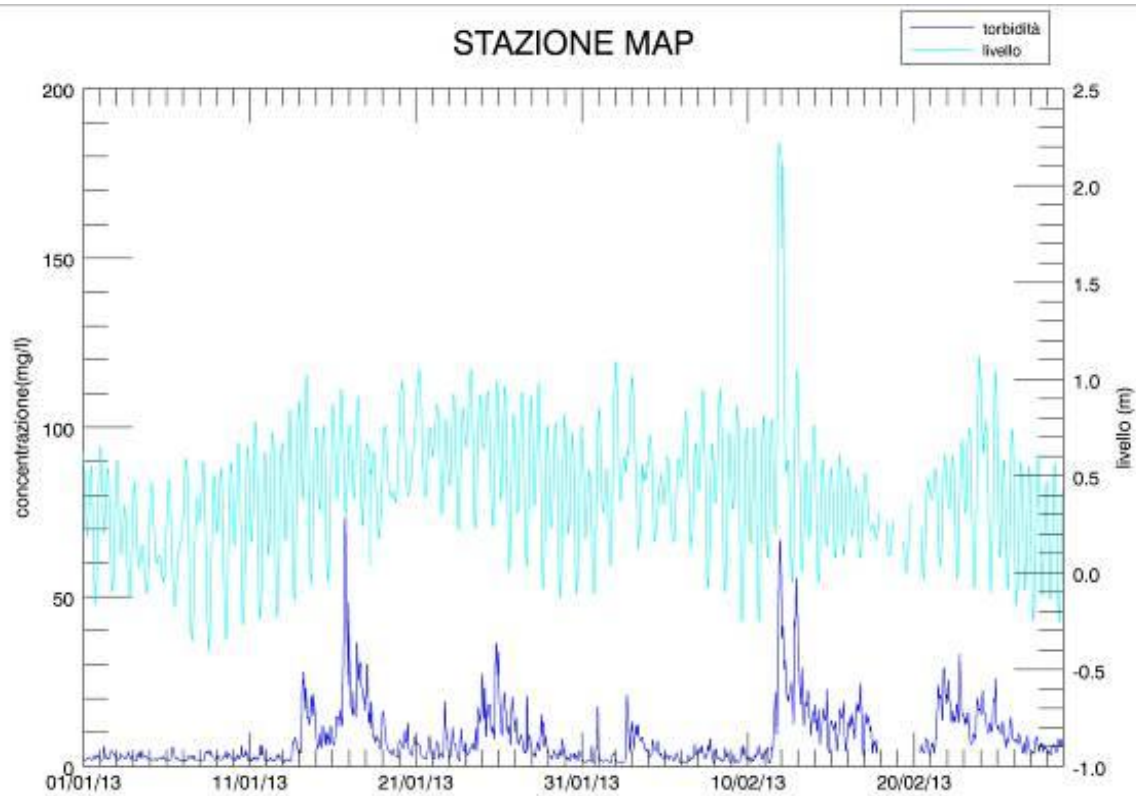
(a)



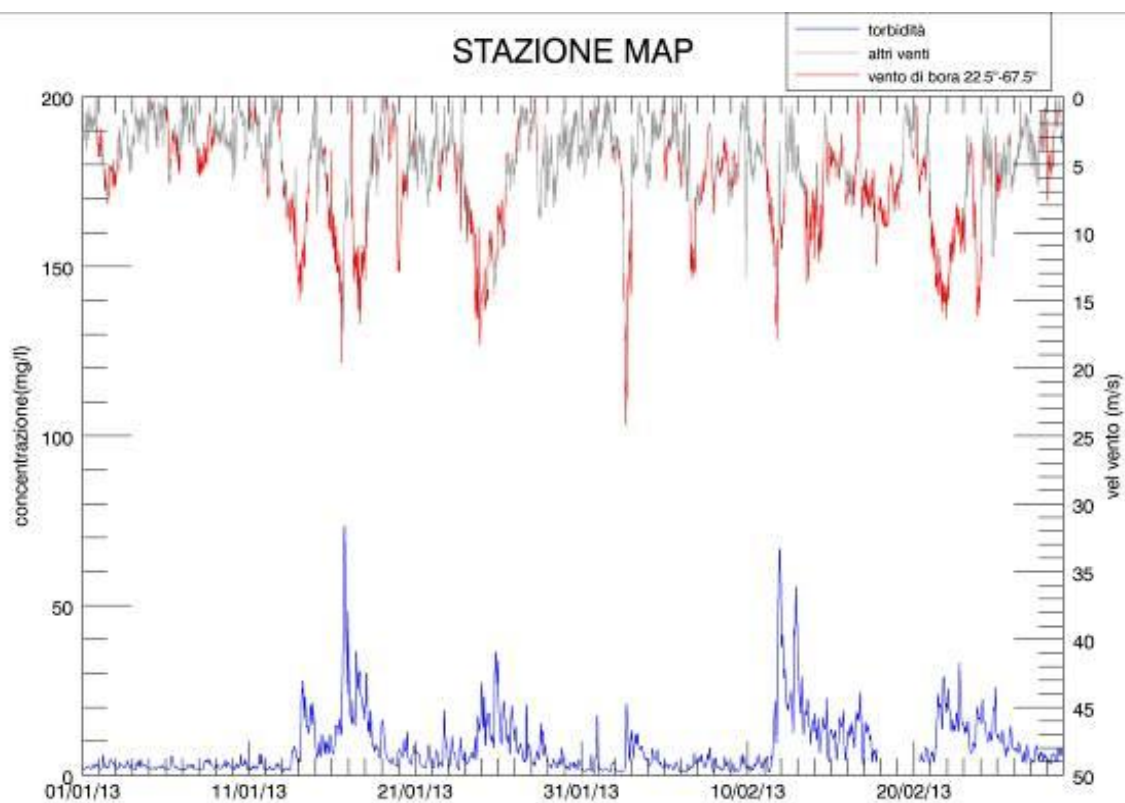
(b)

Figura 51. Serie temporale della concentrazione di SPM e del livello idrico (a) e della velocità del vento (b) alla stazione MAP nel periodo Novembre-Dicembre 2012.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

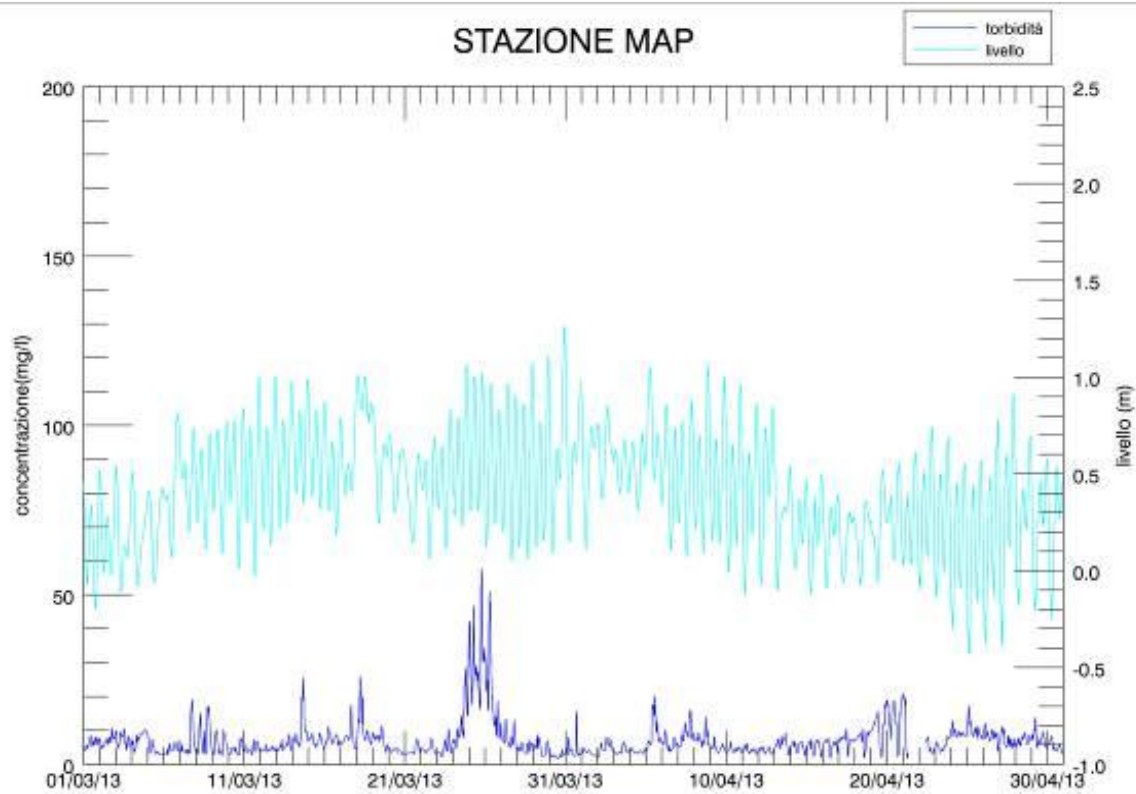


(a)

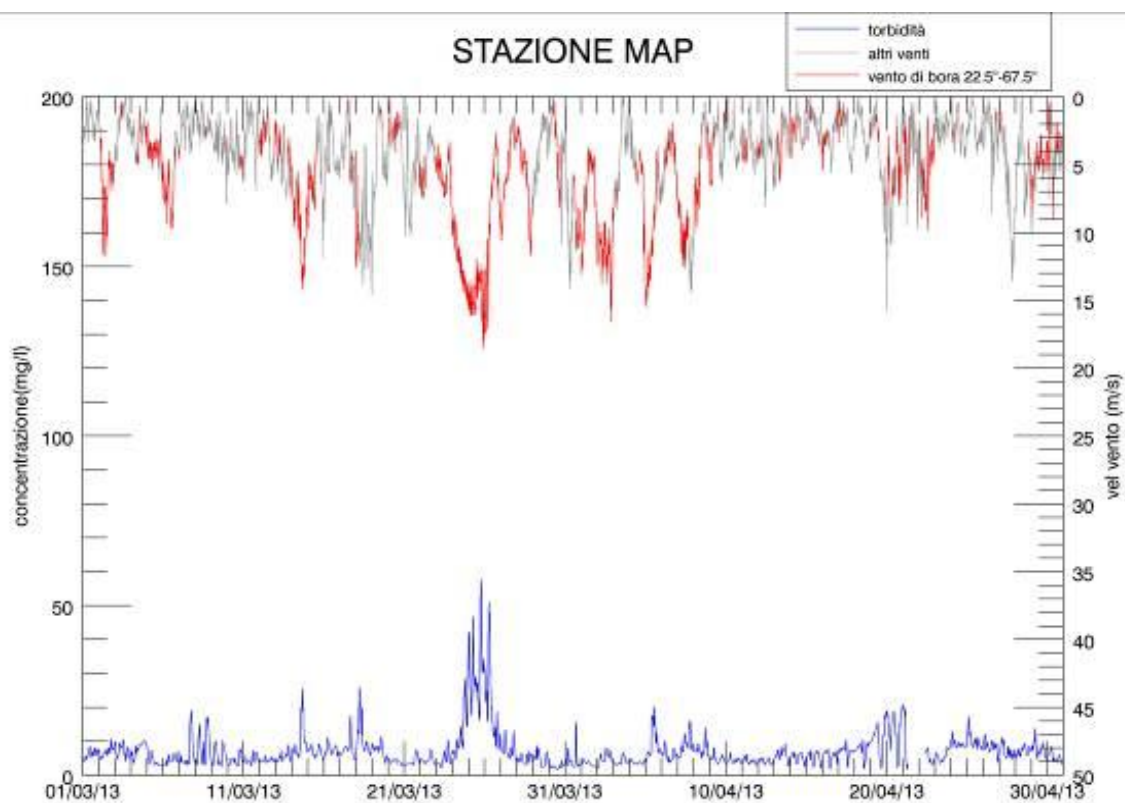


(b)

Figura 52. Serie temporale della concentrazione di SPM e del livello idrico (a) e della velocità del vento (b) alla stazione MAP nel periodo Gennaio-Febbraio 2013



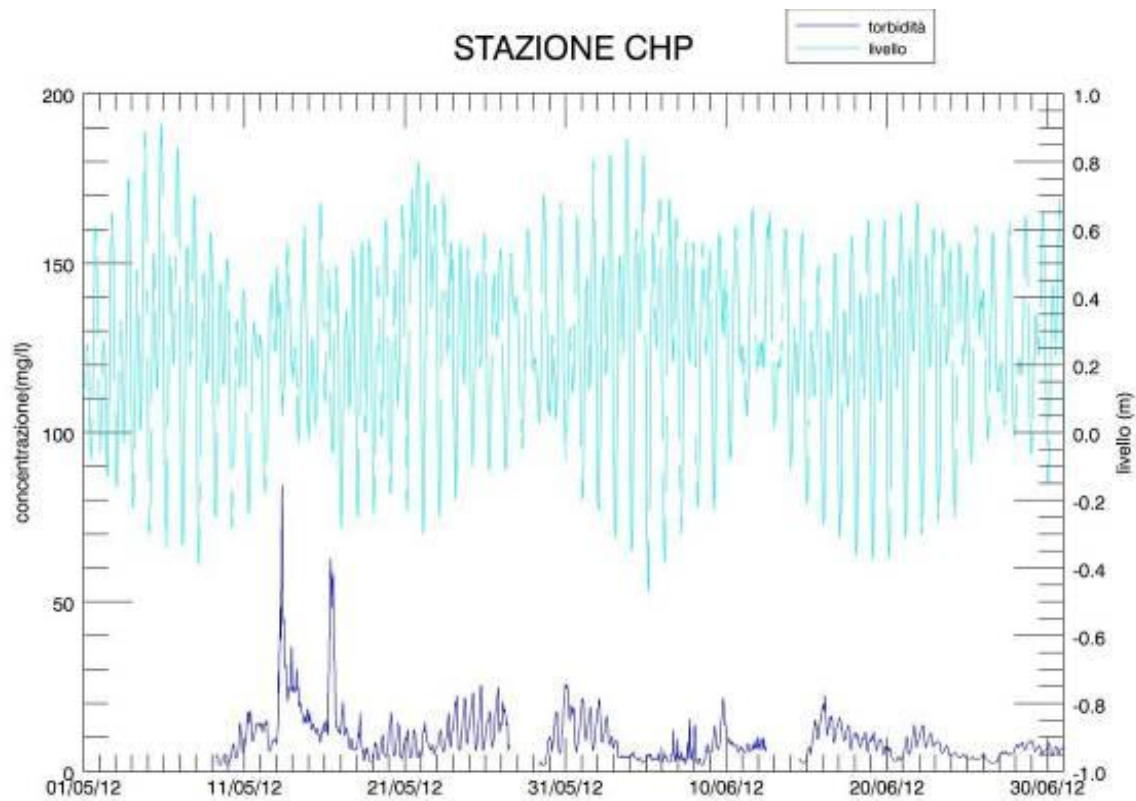
(a)



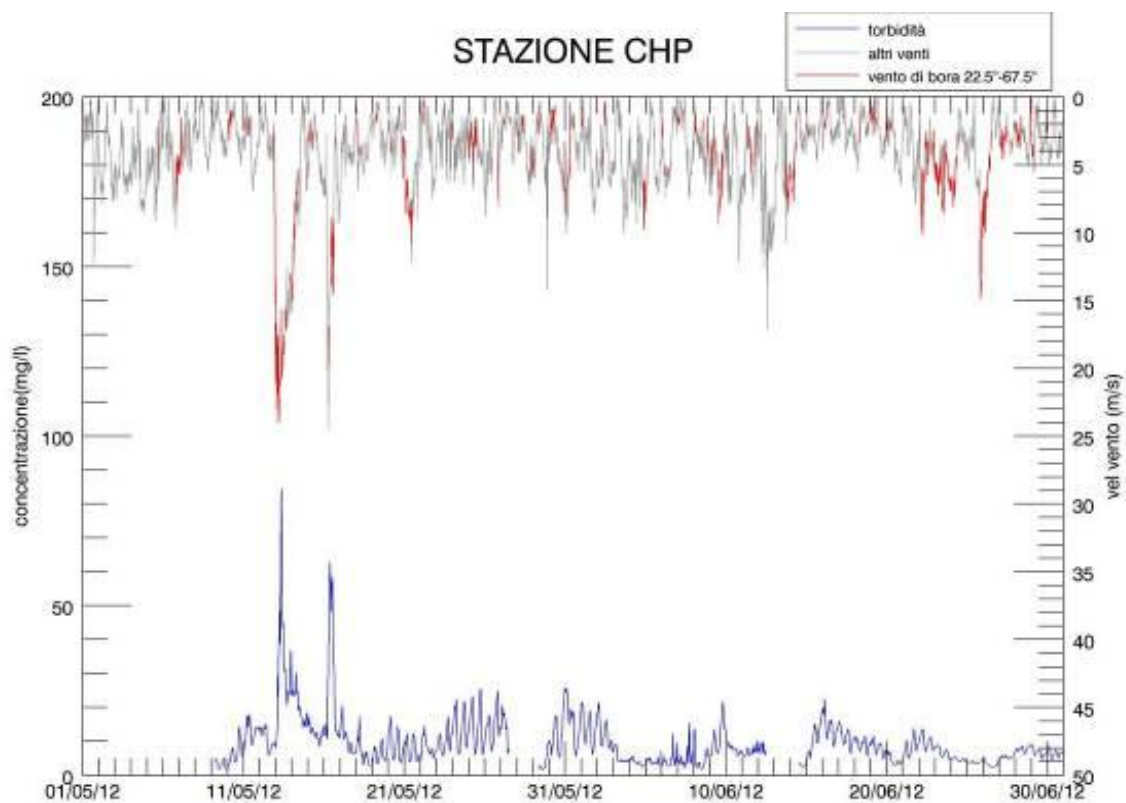
(b)

Figura 53. Serie temporale della concentrazione di SPM e del livello idrico (a) e della velocità del vento (b) alla stazione MAP nel periodo Marzo-Aprile 2013.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI



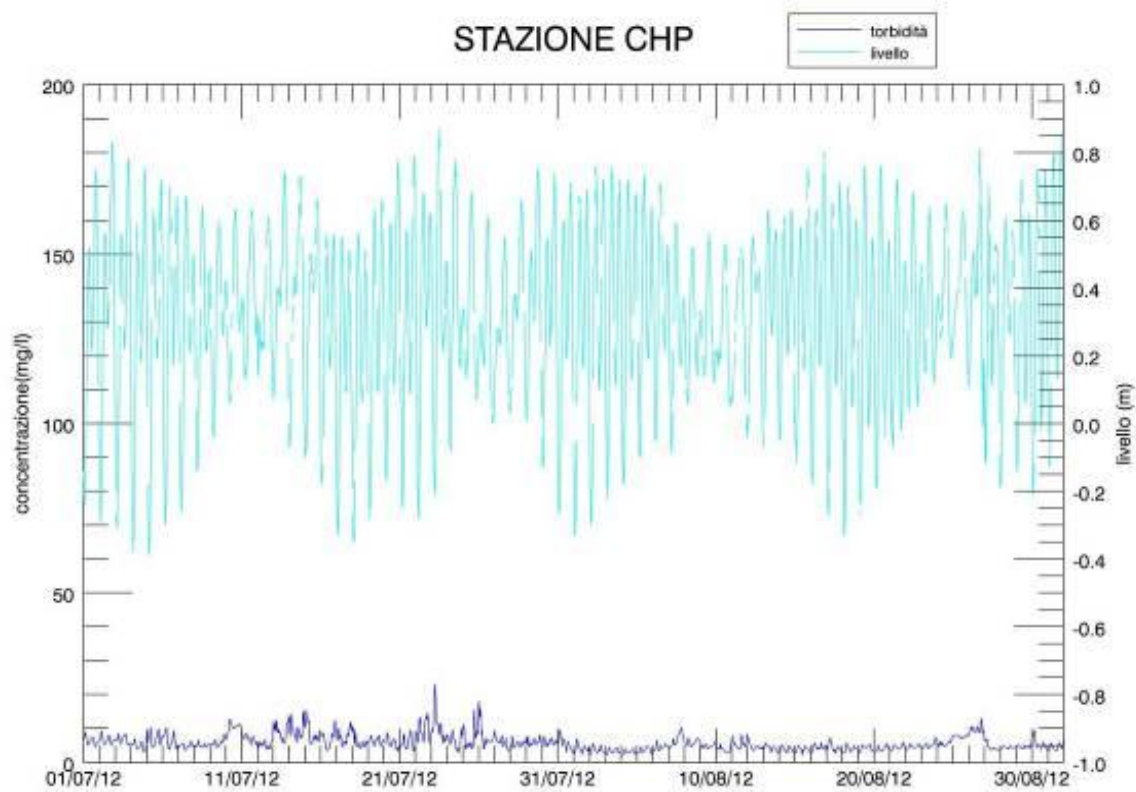
(a)



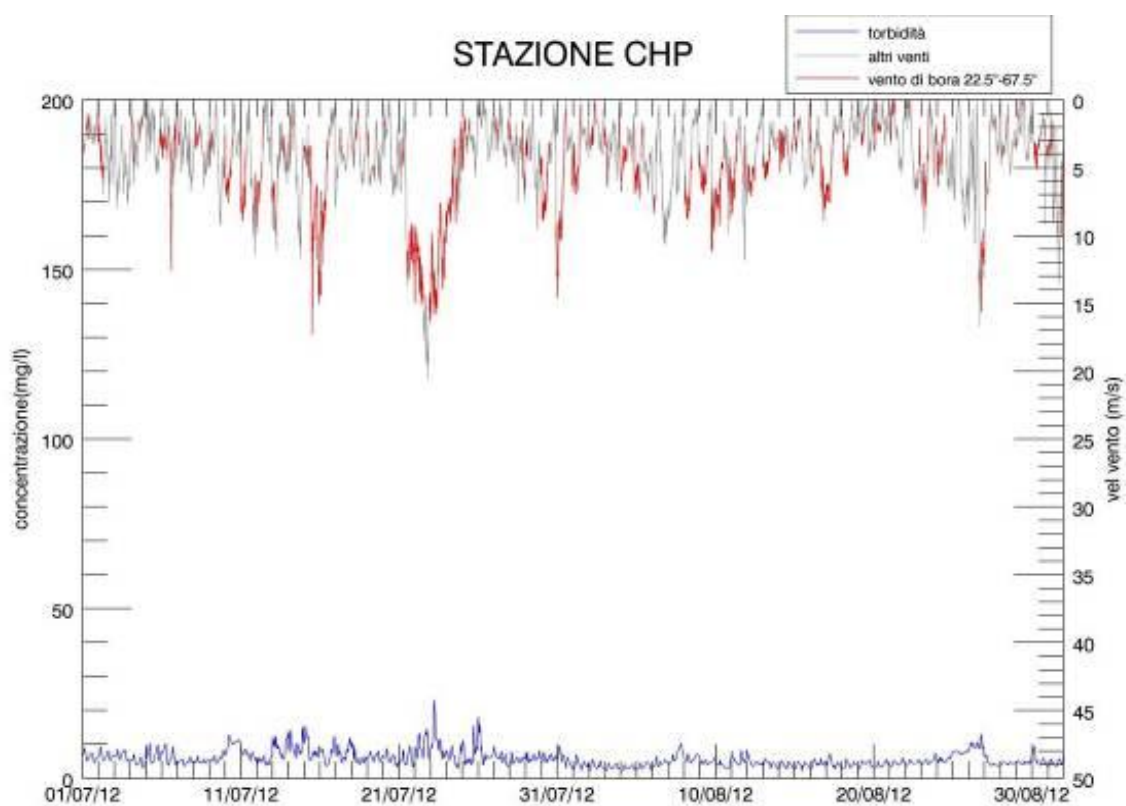
(b)

Figura 54. Serie temporale della concentrazione di SPM e del livello idrico (a) e della velocità del vento (b) alla stazione CHP nel periodo Maggio-Giugno 2012

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

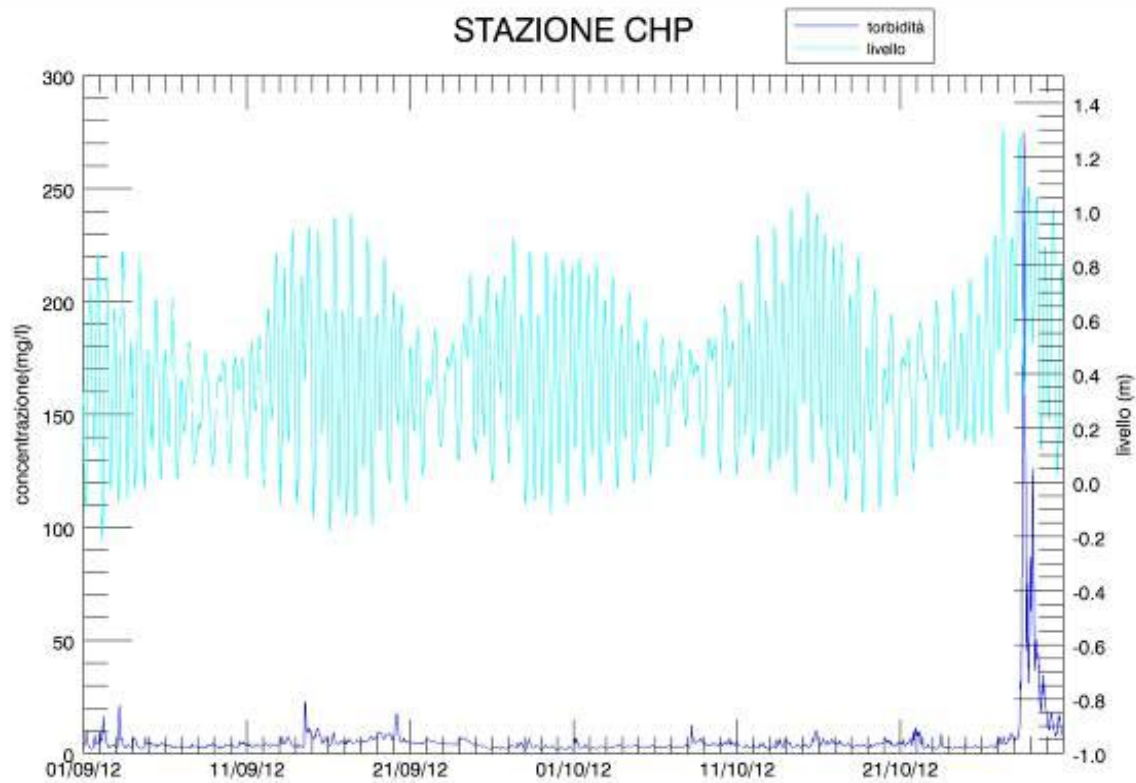


(a)

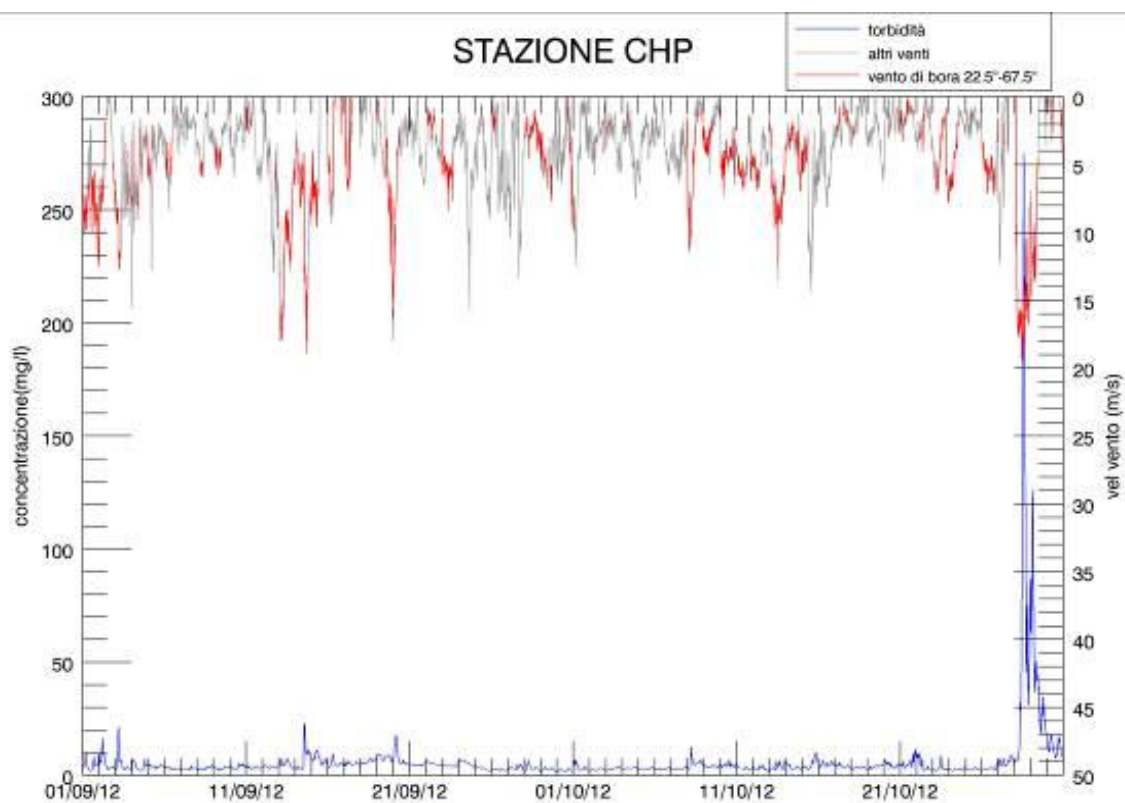


(b)

Figura 55. Serie temporale della concentrazione di SPM e del livello idrico (a) e della velocità del vento (b) alla stazione CHP nel periodo Luglio-Agosto 2012.

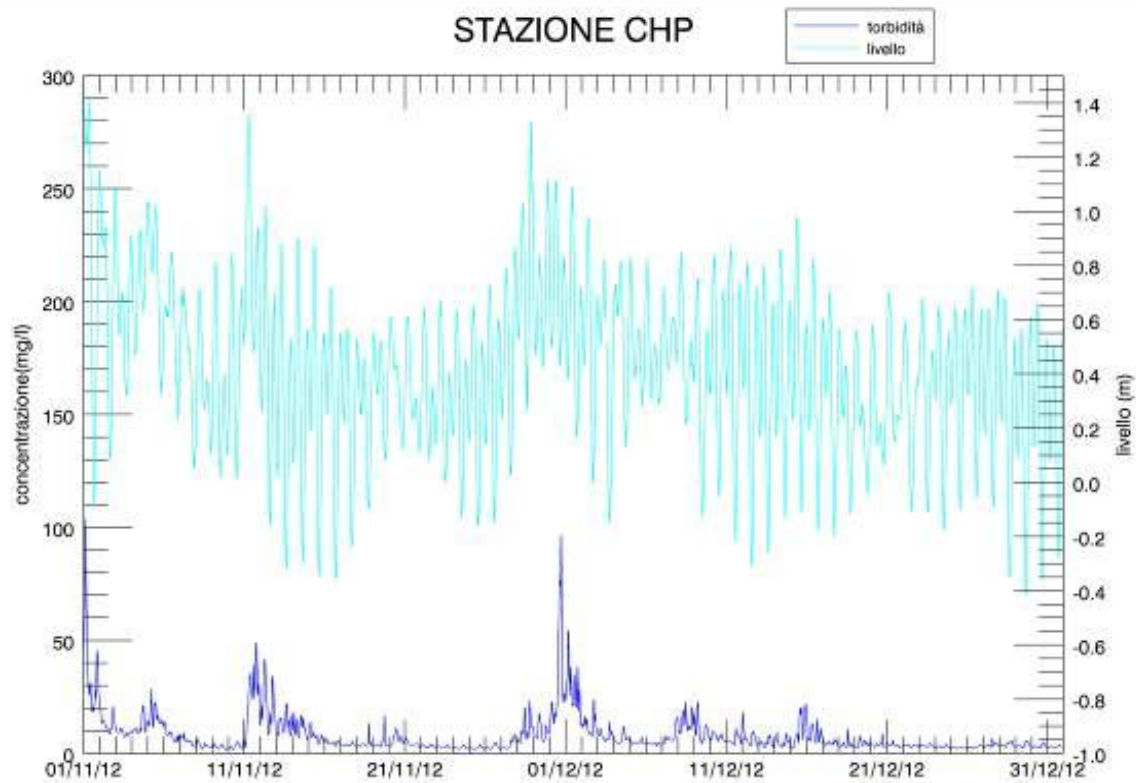


(a)



(b)

Figura 56. Serie temporale della concentrazione di SPM e del livello idrico (a) e della velocità del vento (b) alla stazione CHP nel periodo Settembre-Ottobre 2012



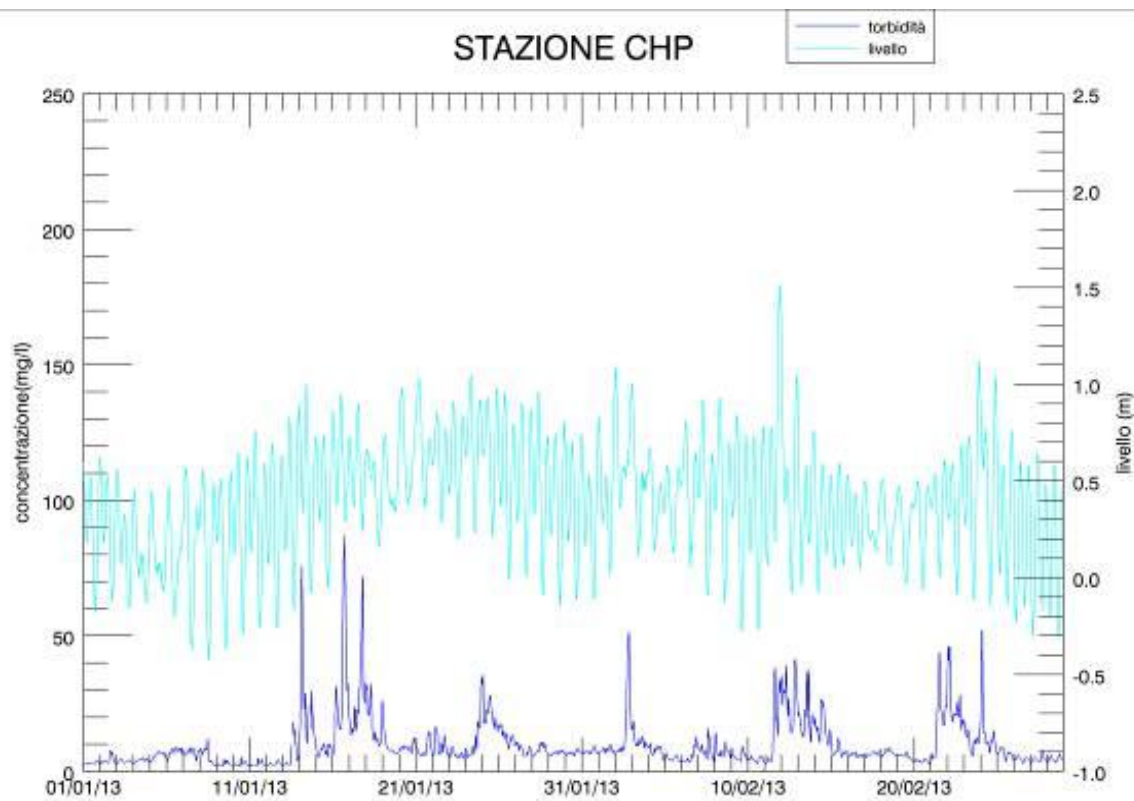
(a)



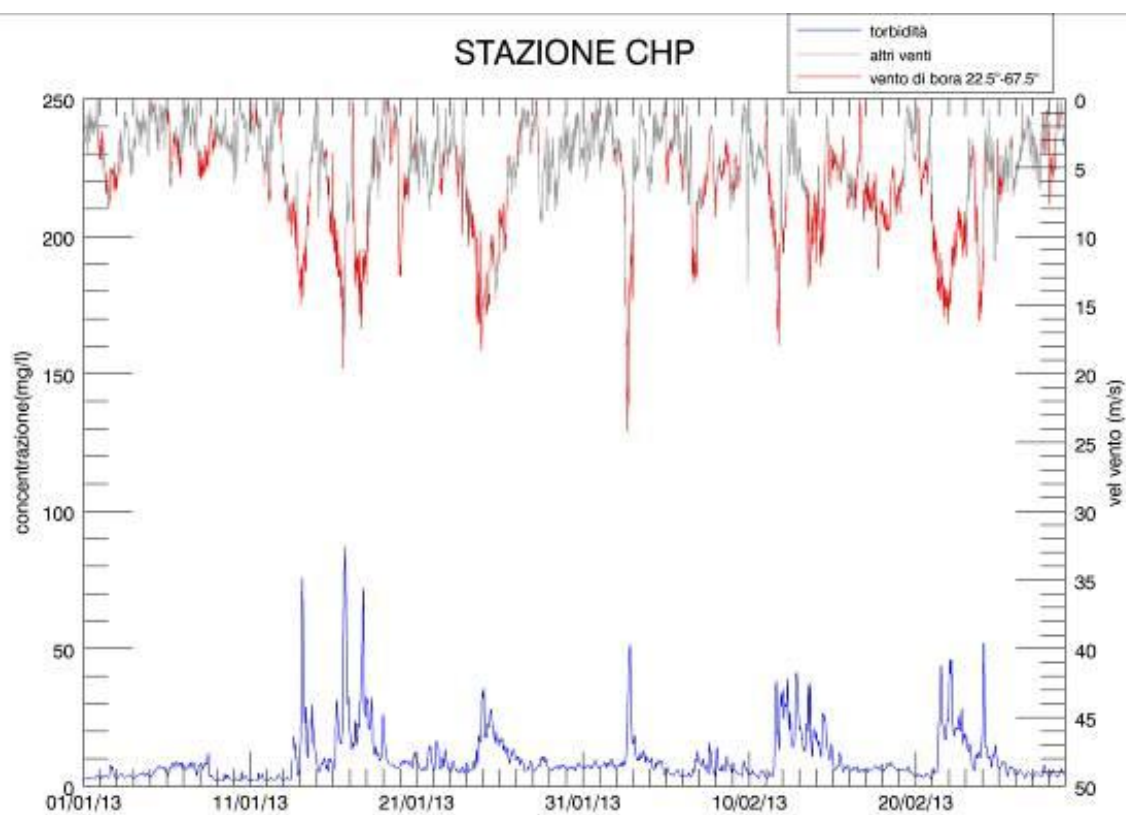
(b)

Figura 57. Serie temporale della concentrazione di SPM e del livello idrico (a) e della velocità del vento (b) alla stazione CHP nel periodo Novembre-Dicembre 2012.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

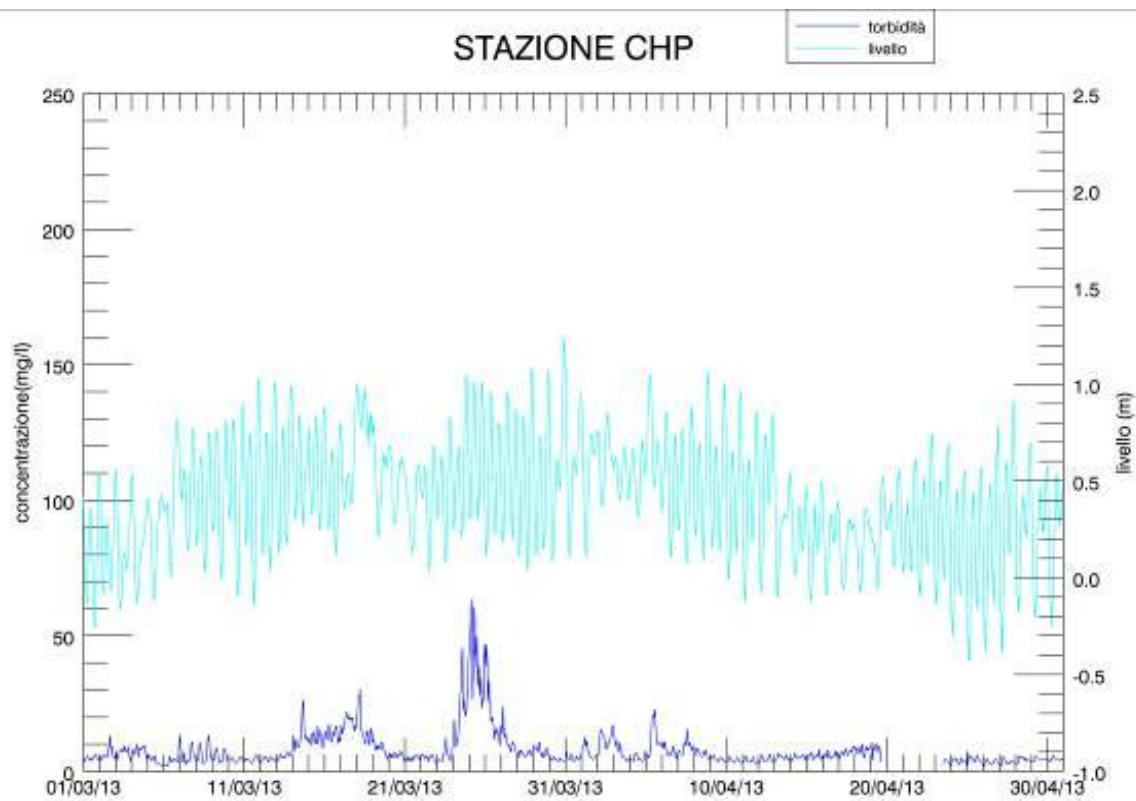


(a)

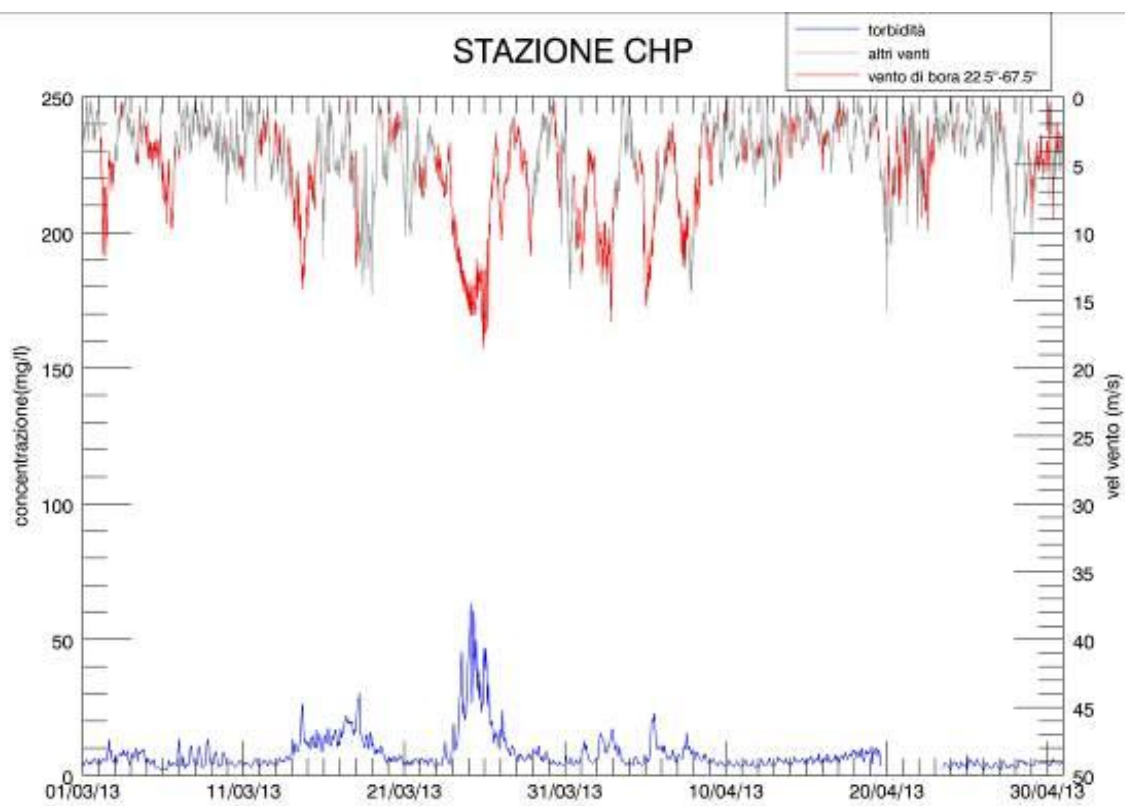


(b)

Figura 58. Serie temporale della concentrazione di SPM e del livello idrico (a) e della velocità del vento (b) alla stazione CHP nel periodo Gennaio-Febbraio 2013



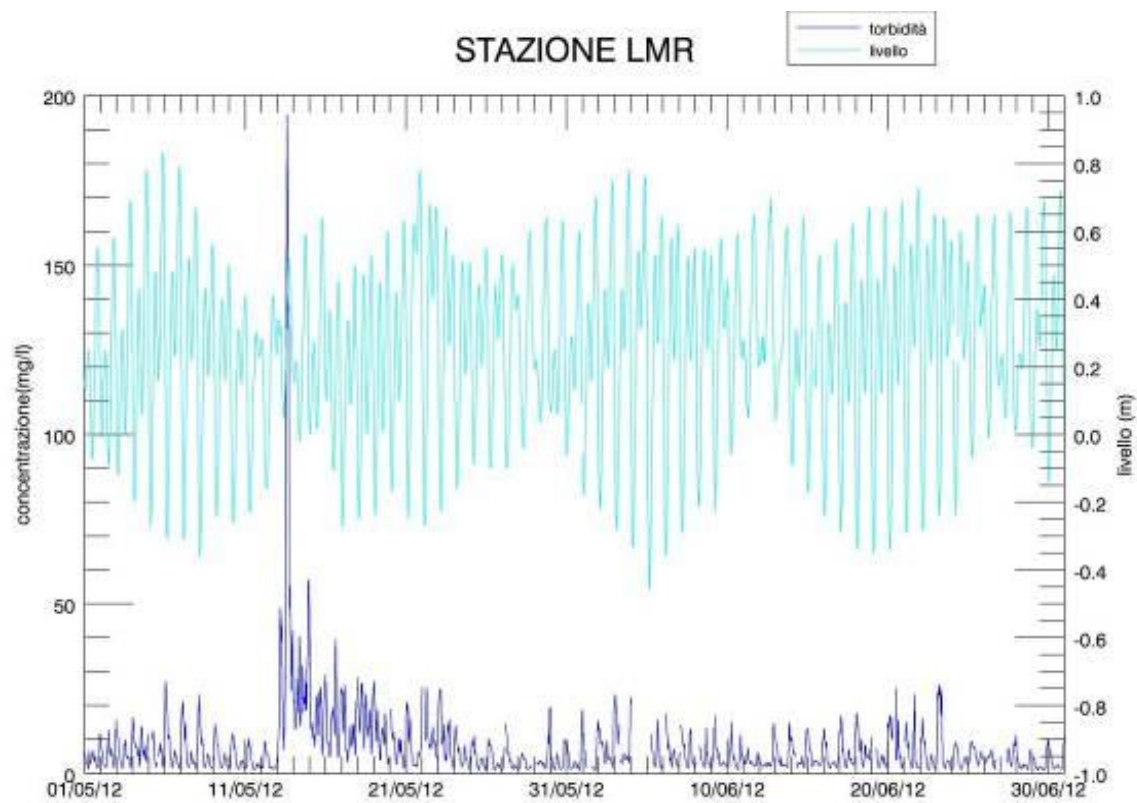
(a)



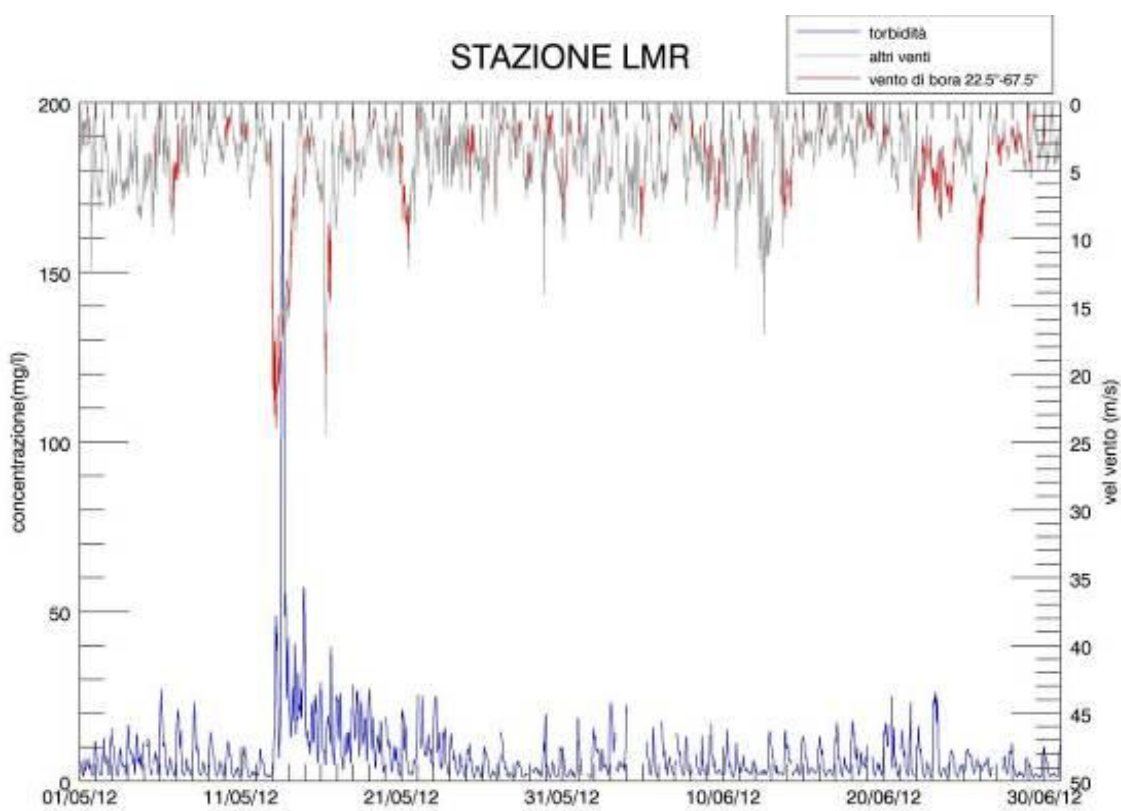
(b)

Figura 59. Serie temporale della concentrazione di SPM e del livello idrico (a) e della velocità del vento (b) alla stazione CHP nel periodo Marzo-Aprile 2013.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI



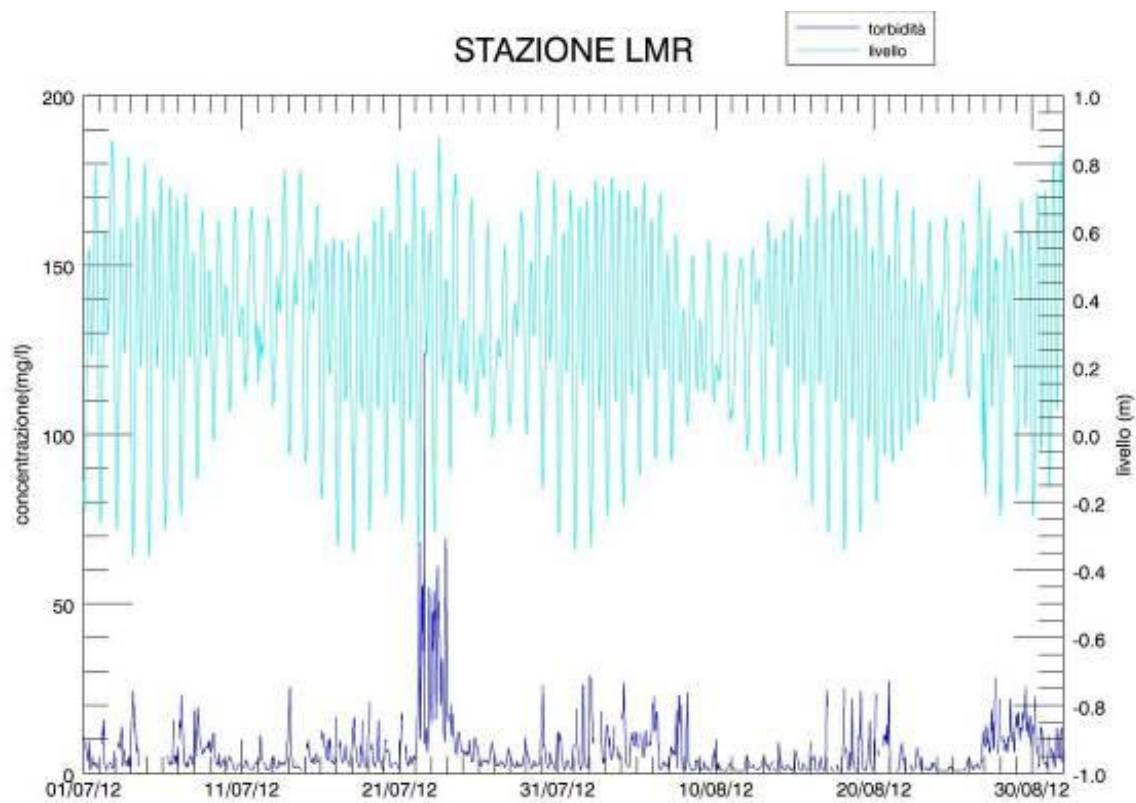
(a)



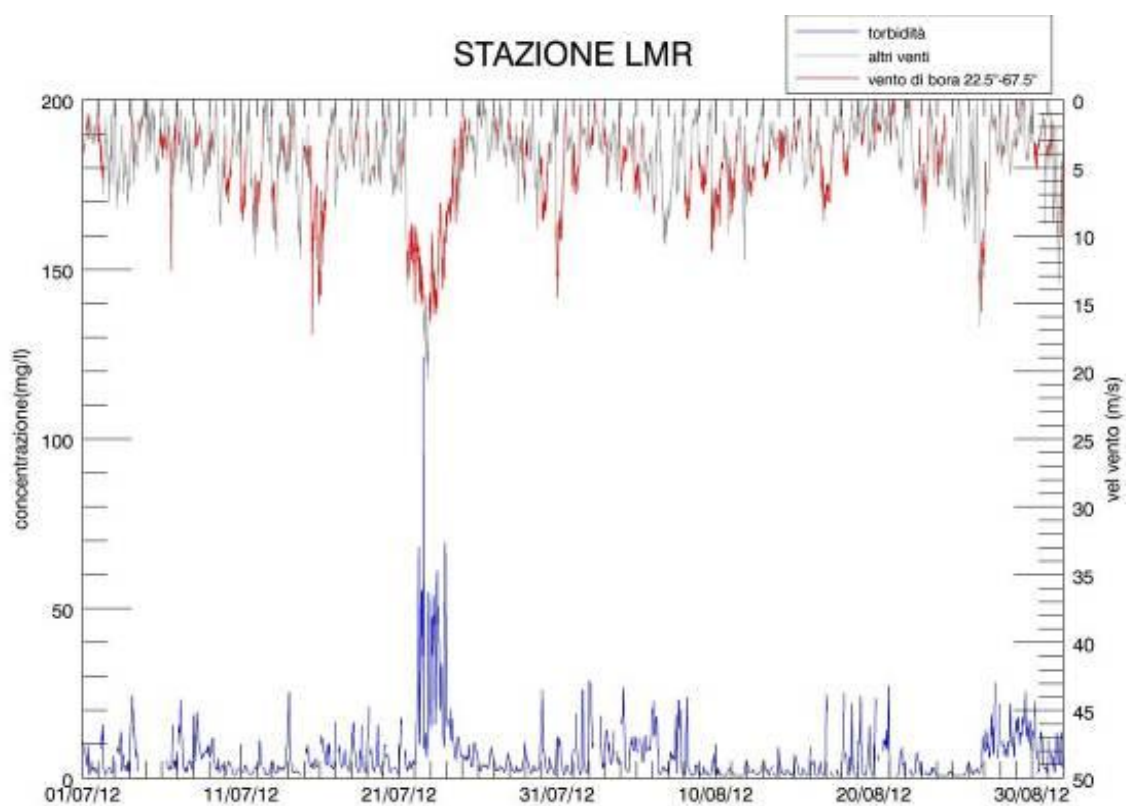
(b)

Figura 60. Serie temporale della concentrazione di SPM e del livello idrico (a) e della velocità del vento (b) alla stazione LMR nel periodo Maggio-Giugno 2012

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI



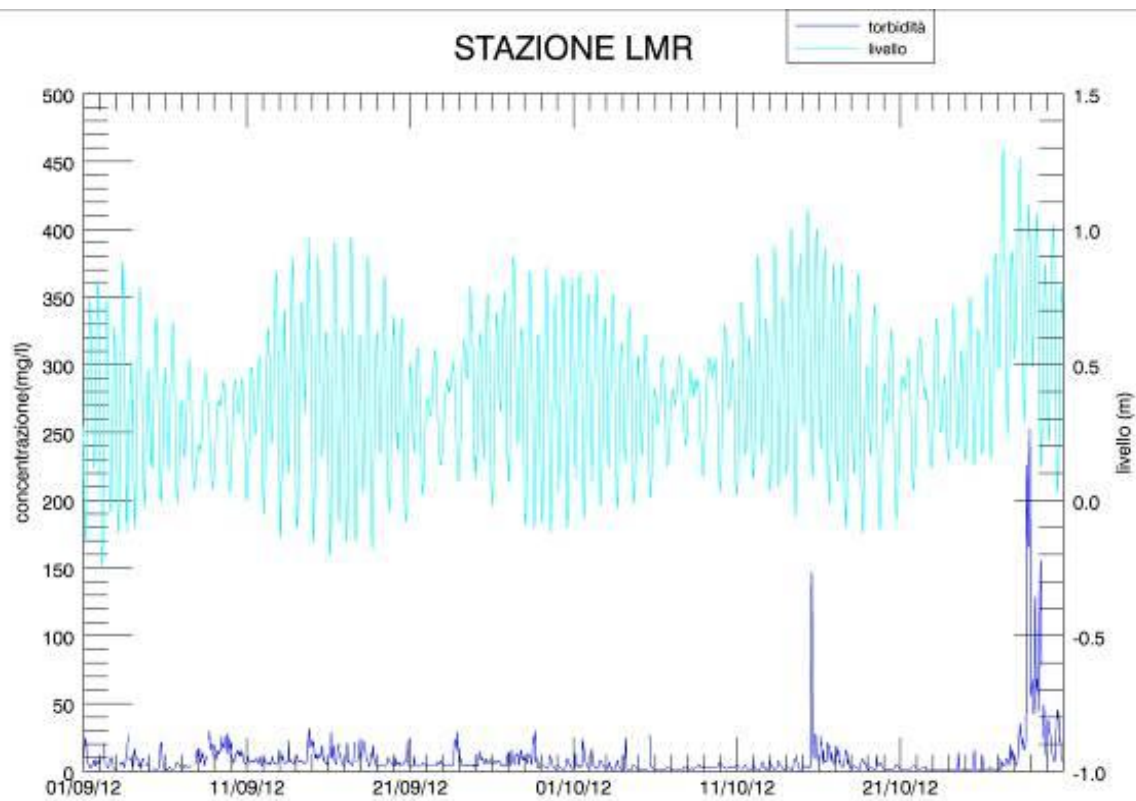
(a)



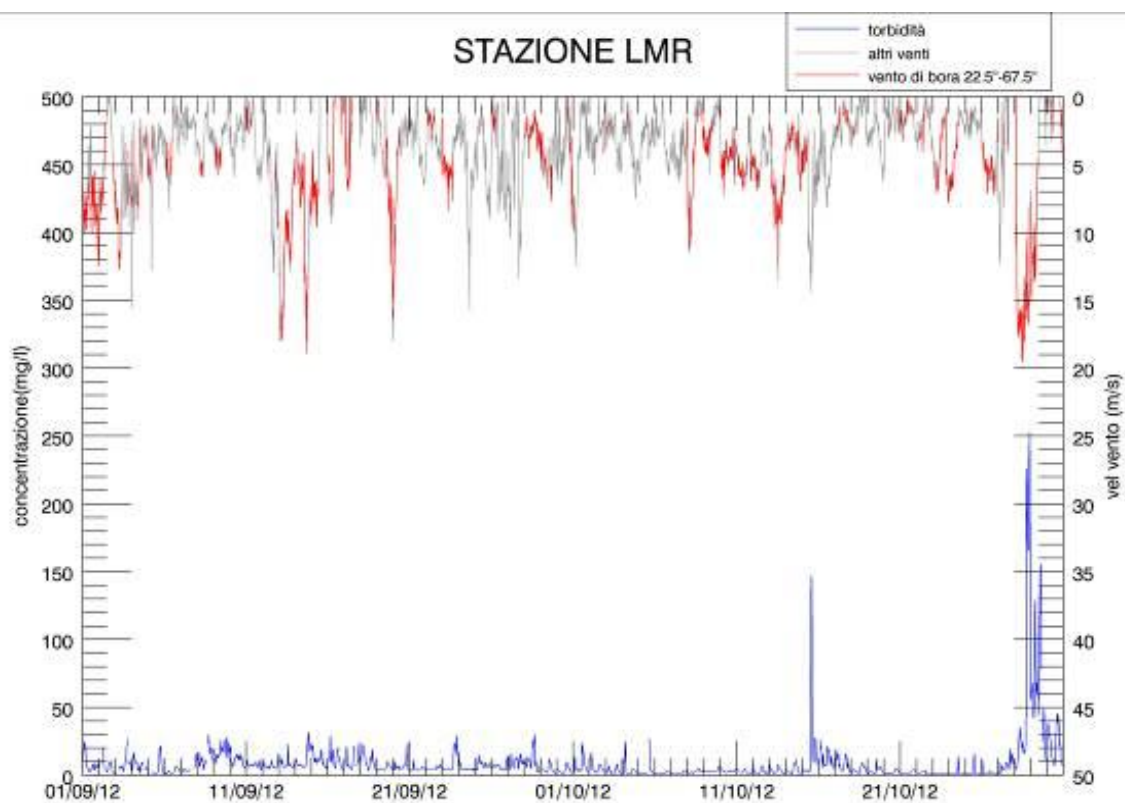
(b)

Figura 61. Serie temporale della concentrazione di SPM e del livello idrico (a) e della velocità del vento (b) alla stazione LMR nel periodo Luglio-Agosto 2012.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI



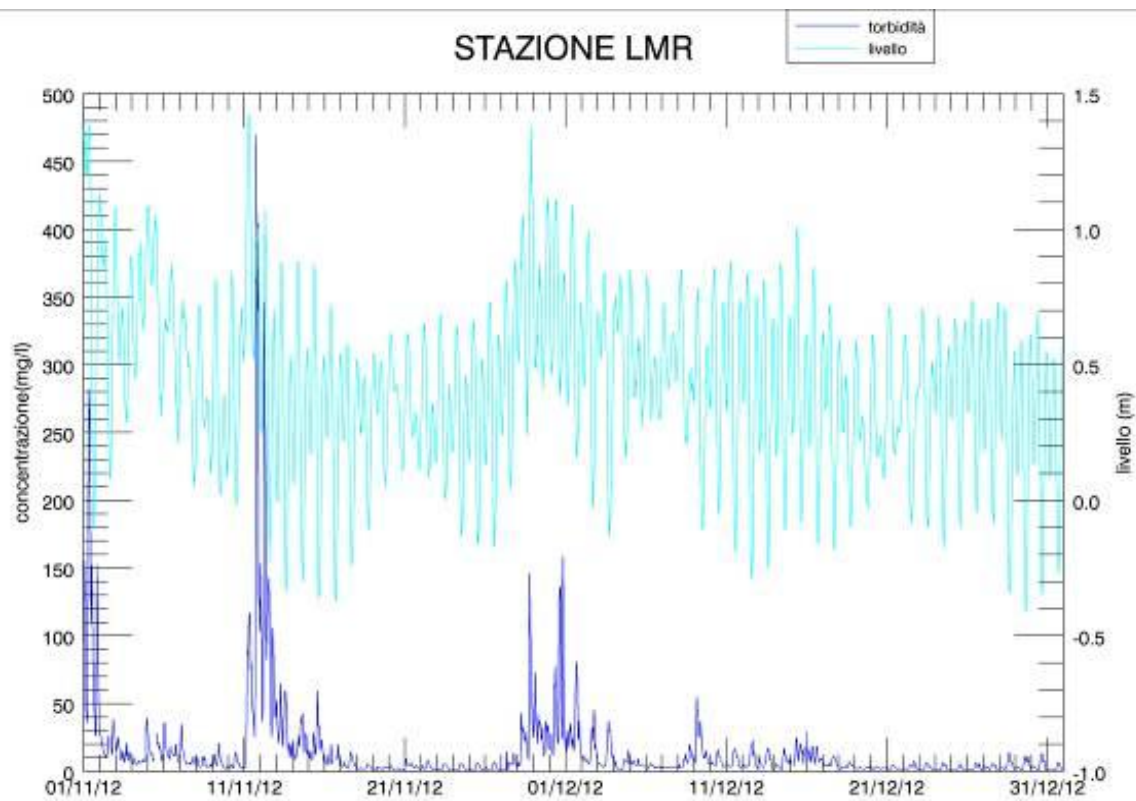
(a)



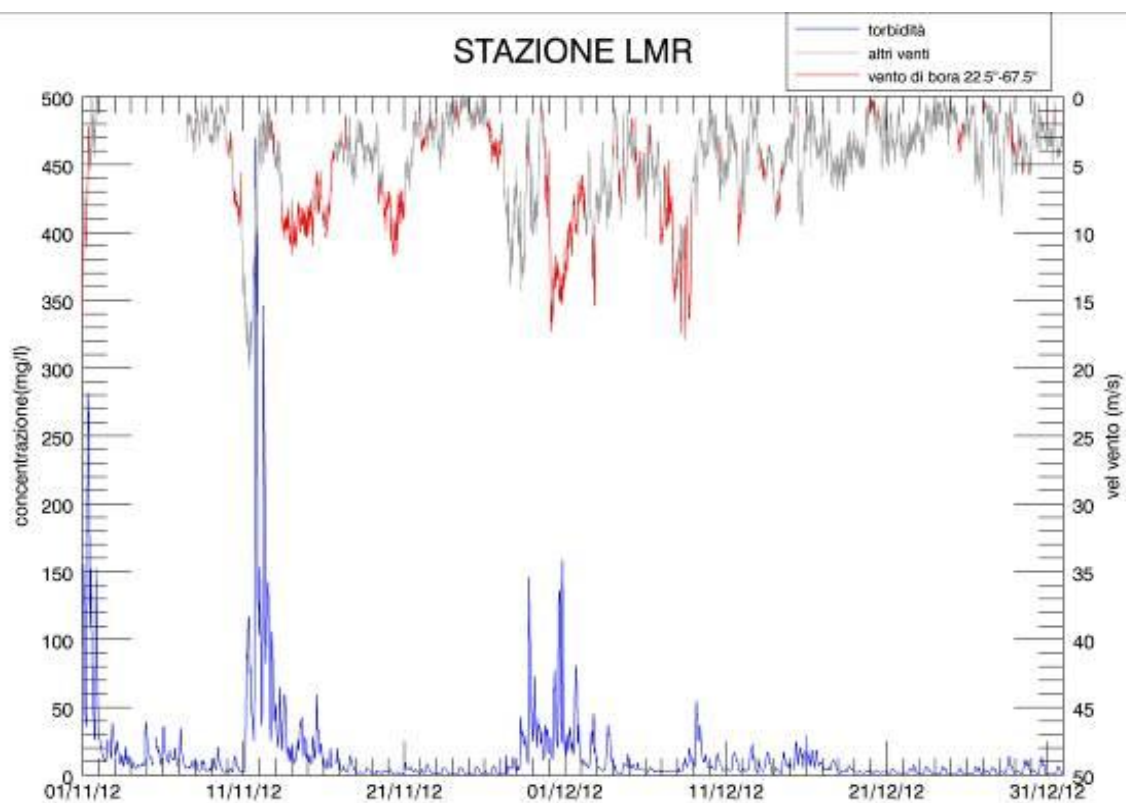
(b)

Figura 62. Serie temporale della concentrazione di SPM e del livello idrico (a) e della velocità del vento (b) alla stazione LMR nel periodo Settembre-Ottobre 2012

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI



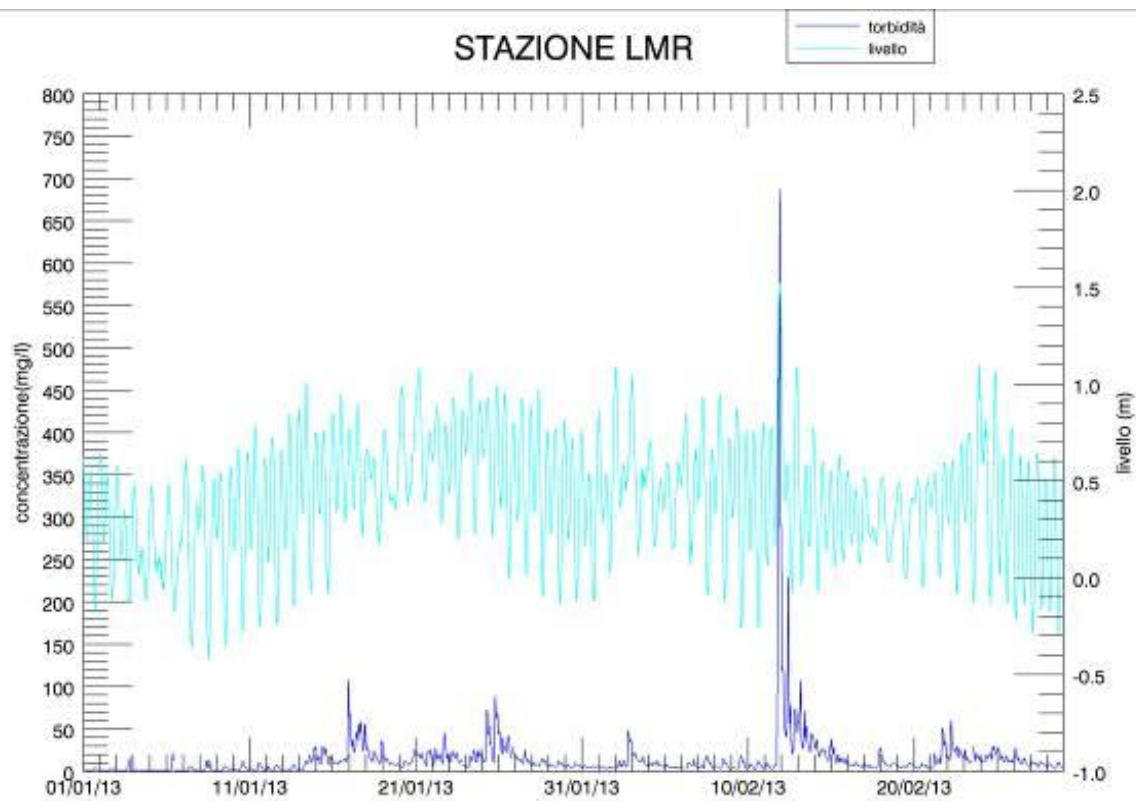
(a)



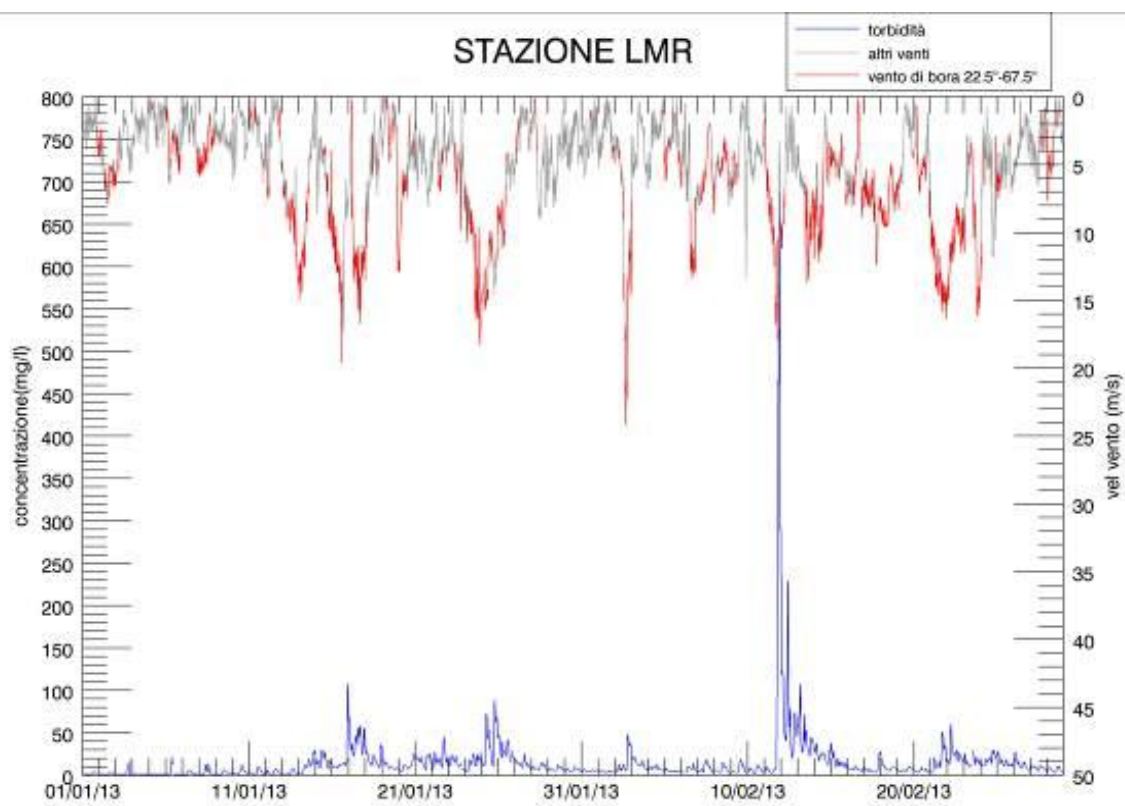
(b)

Figura 63. Serie temporale della concentrazione di SPM e del livello idrico (a) e della velocità del vento (b) alla stazione LMR nel periodo Novembre-Dicembre 2012.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI



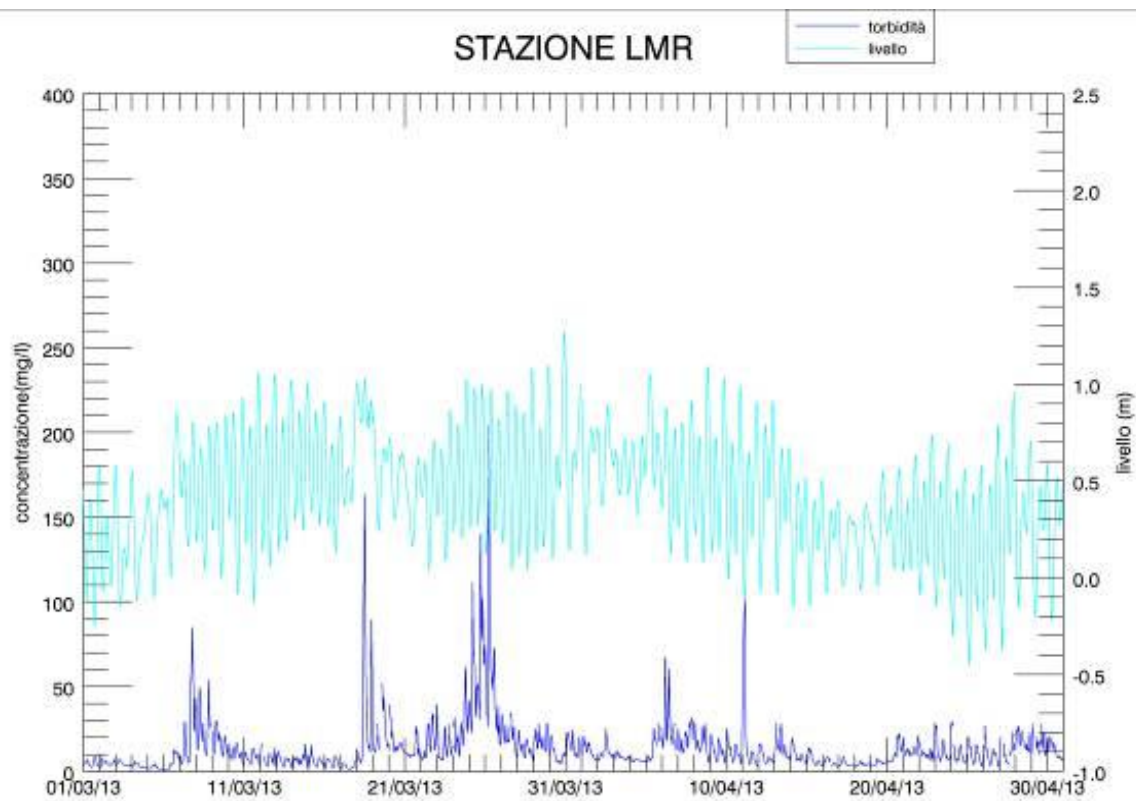
(a)



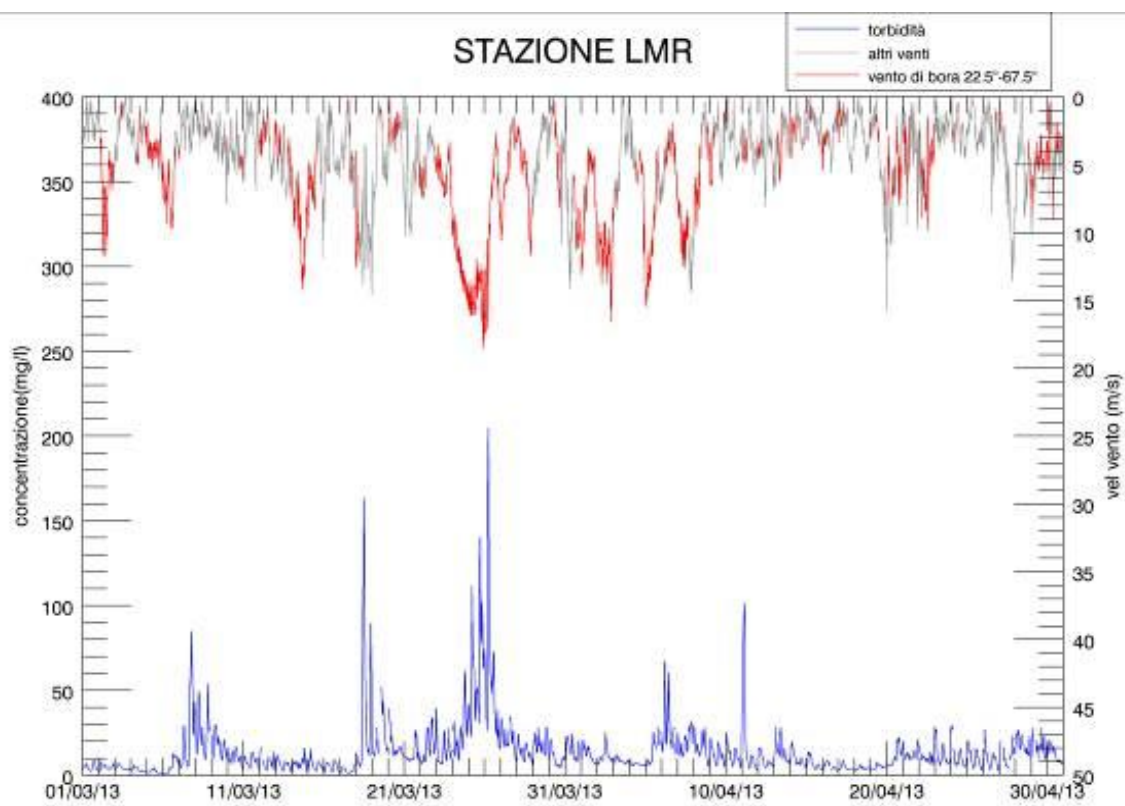
(b)

Figura 64. Serie temporale della concentrazione di SPM e del livello idrico (a) e della velocità del vento (b) alla stazione LMR nel periodo Gennaio-Febbraio 2013

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI



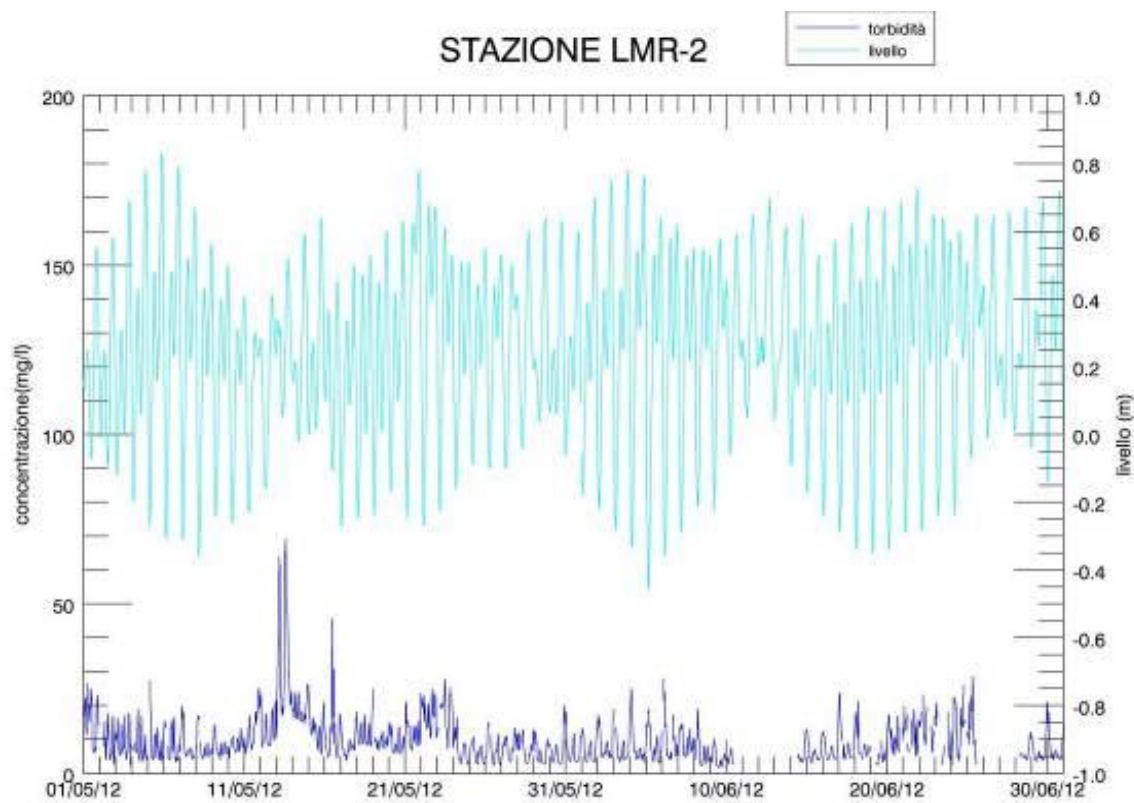
(a)



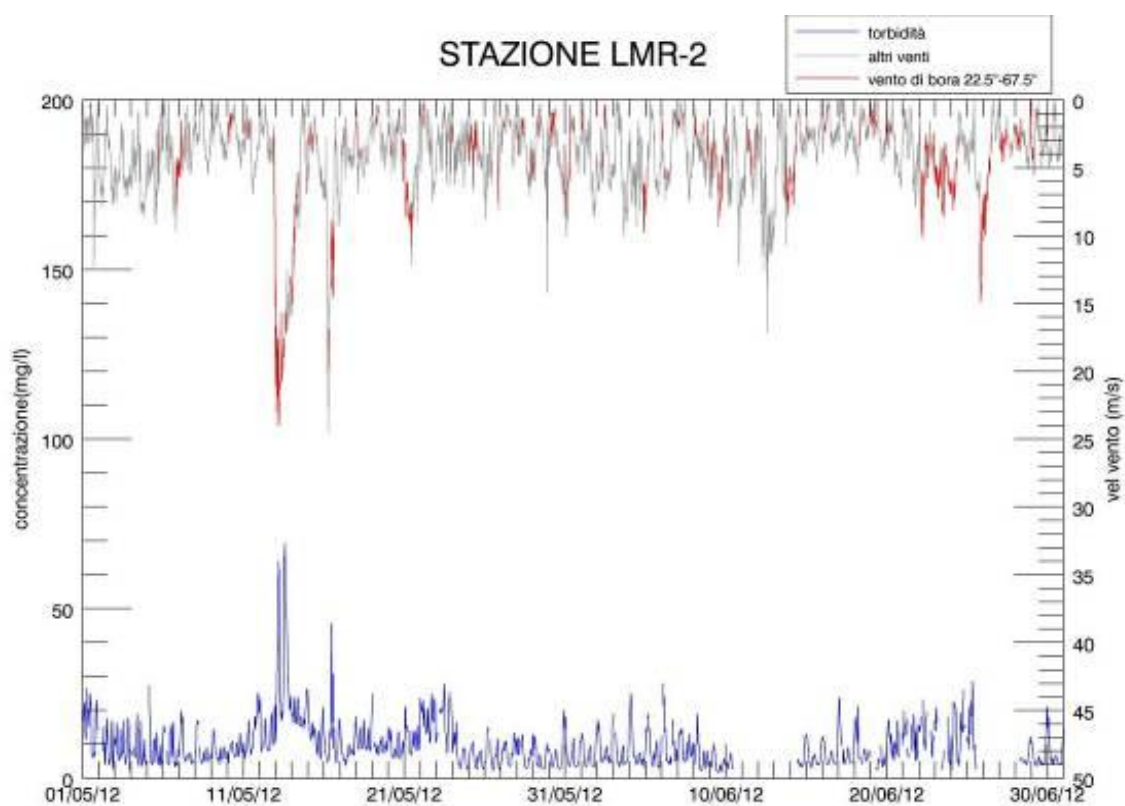
(b)

Figura 65. Serie temporale della concentrazione di SPM e del livello idrico (a) e della velocità del vento (b) alla stazione LMR nel periodo Marzo-Aprile 2013.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI



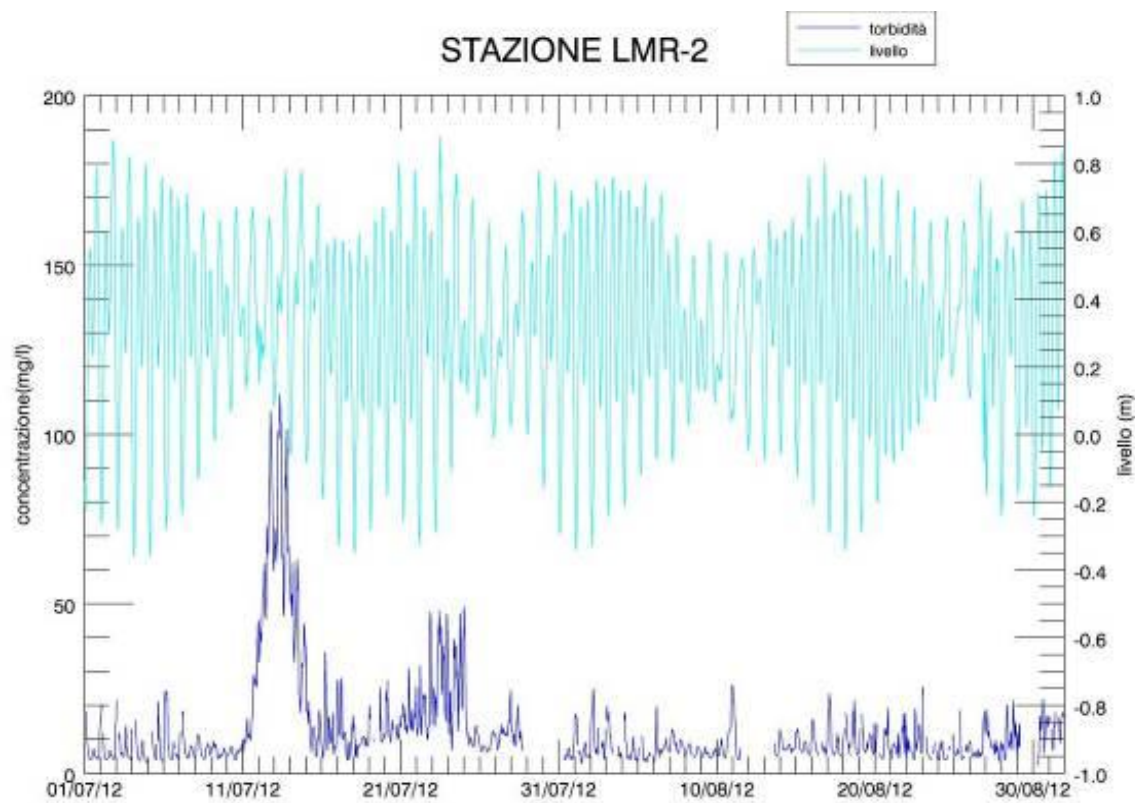
(a)



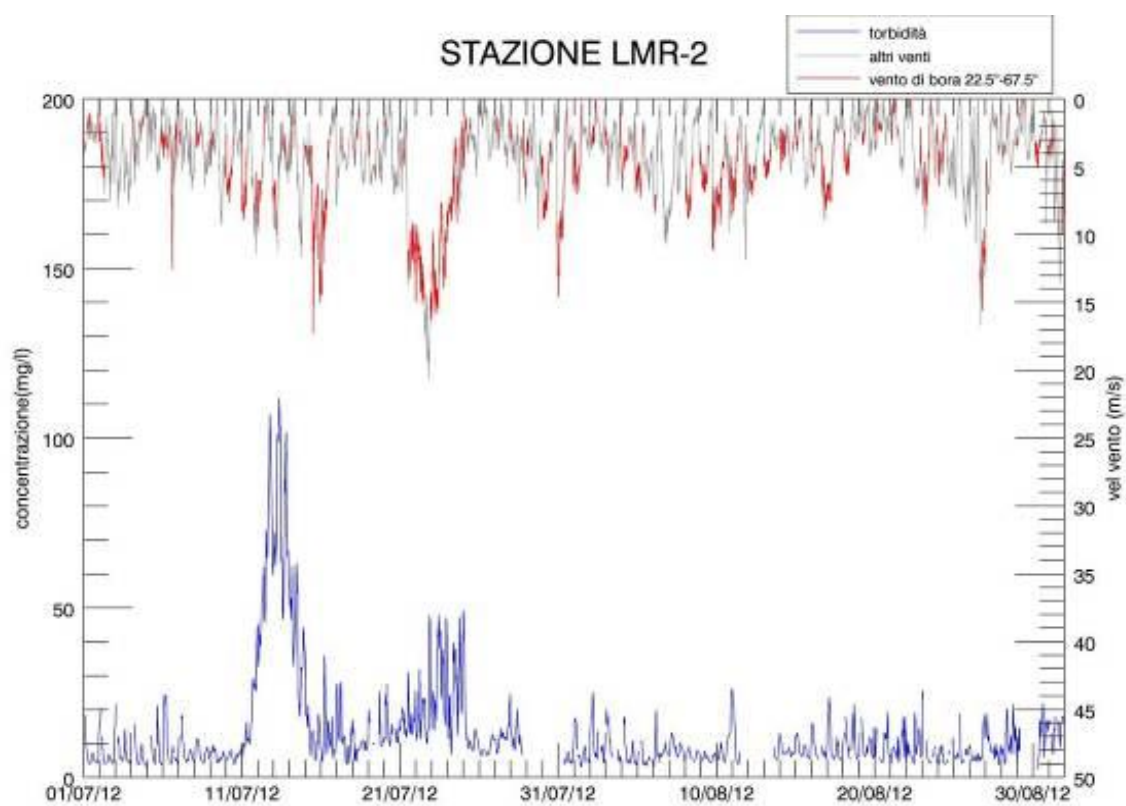
(b)

Figura 66. Serie temporale della concentrazione di SPM e del livello idrico (a) e della velocità del vento (b) alla stazione LMR-2 nel periodo Maggio-Giugno 2012

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI



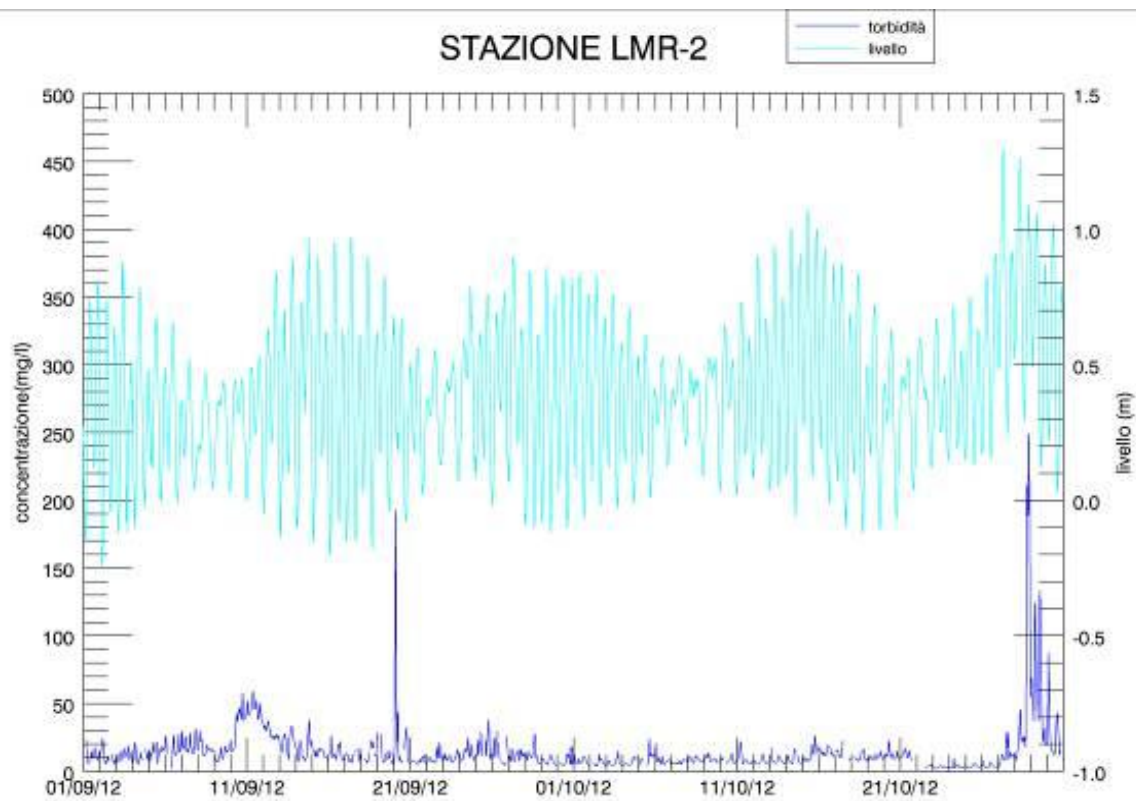
(a)



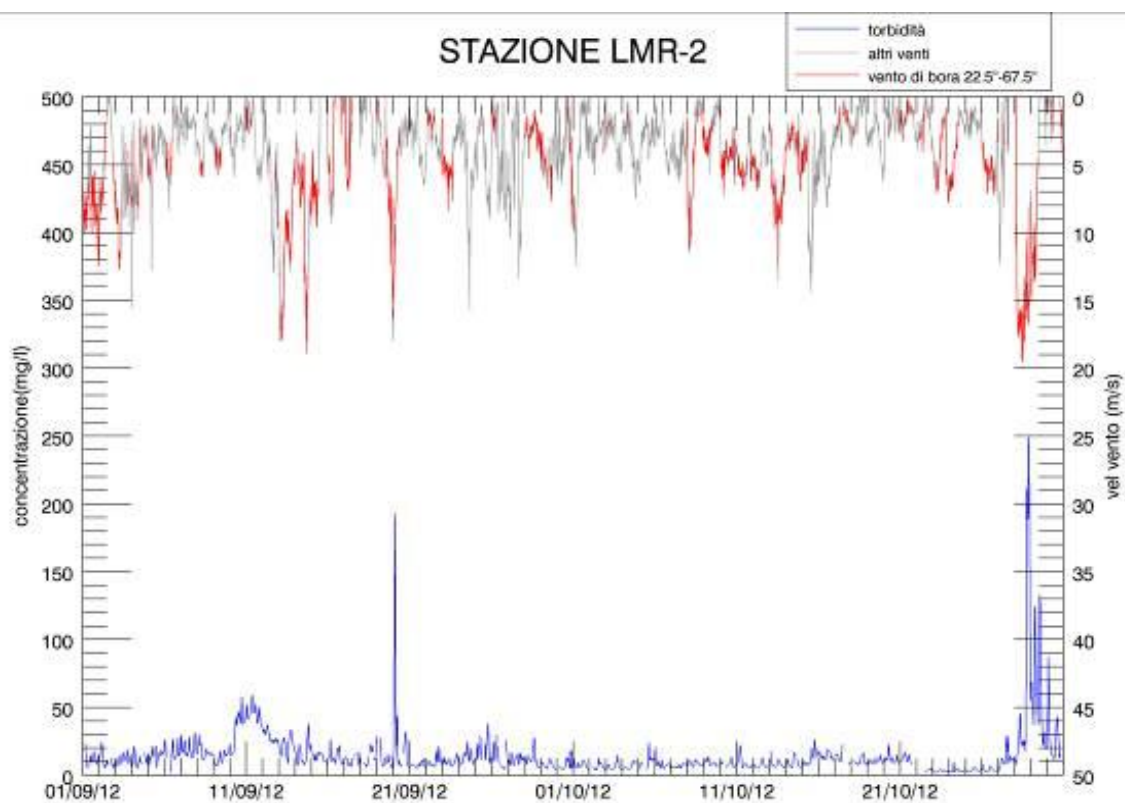
(b)

Figura 67. Serie temporale della concentrazione di SPM e del livello idrico (a) e della velocità del vento (b) alla stazione LMR-2 nel periodo Luglio-Agosto 2012.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

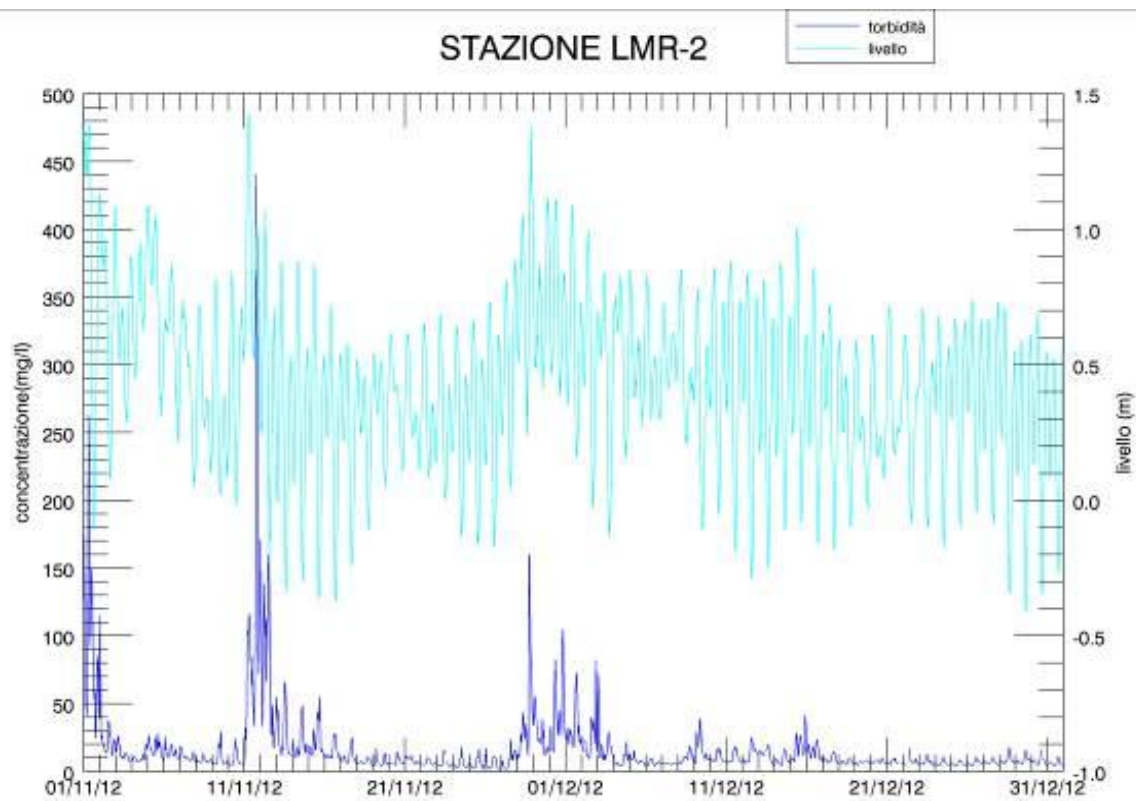


(a)

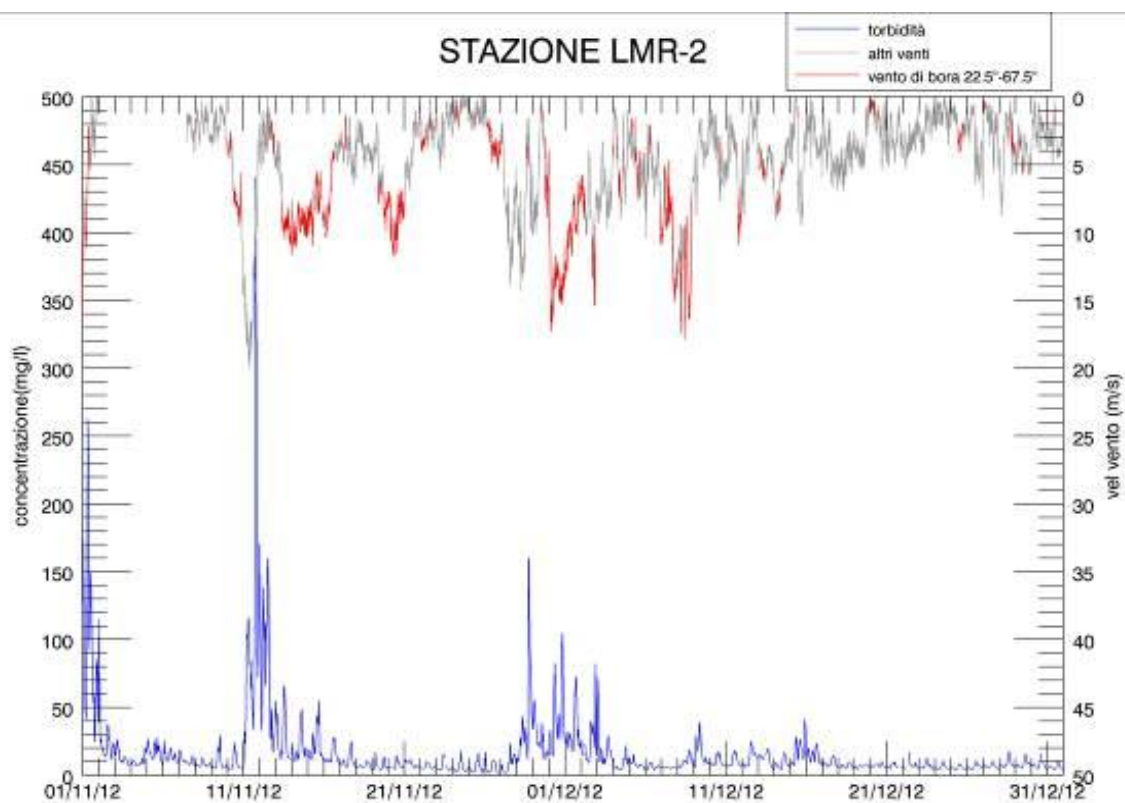


(b)

Figura 68. Serie temporale della concentrazione di SPM e del livello idrico (a) e della velocità del vento (b) alla stazione LMR-2 nel periodo Settembre-Ottobre 2012



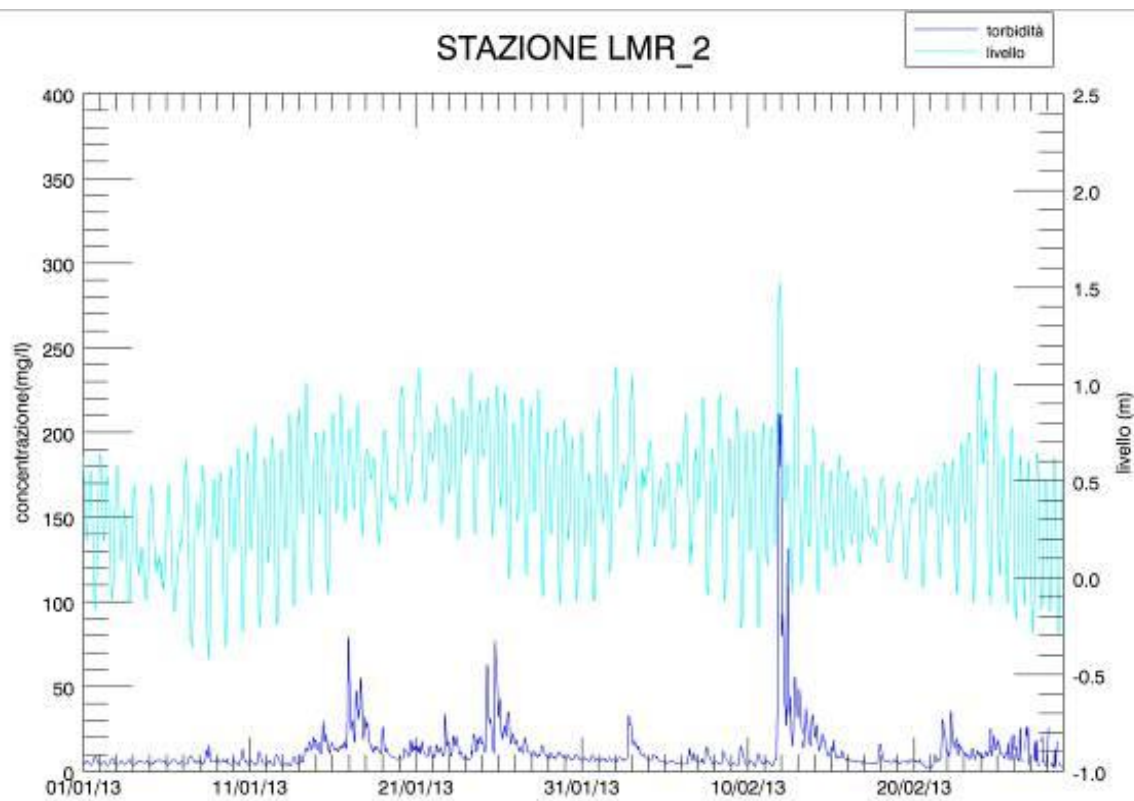
(a)



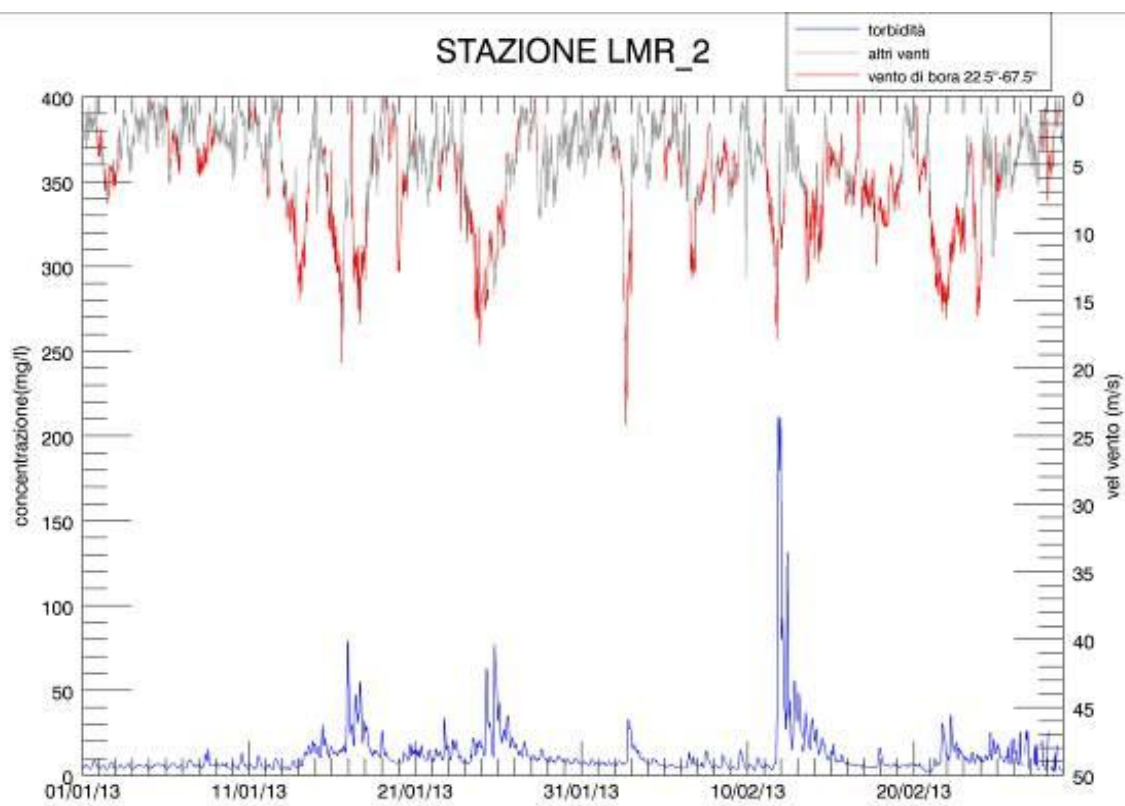
(b)

Figura 69. Serie temporale della concentrazione di SPM e del livello idrico (a) e della velocità del vento (b) alla stazione LMR-2 nel periodo Novembre-Dicembre 2012.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI



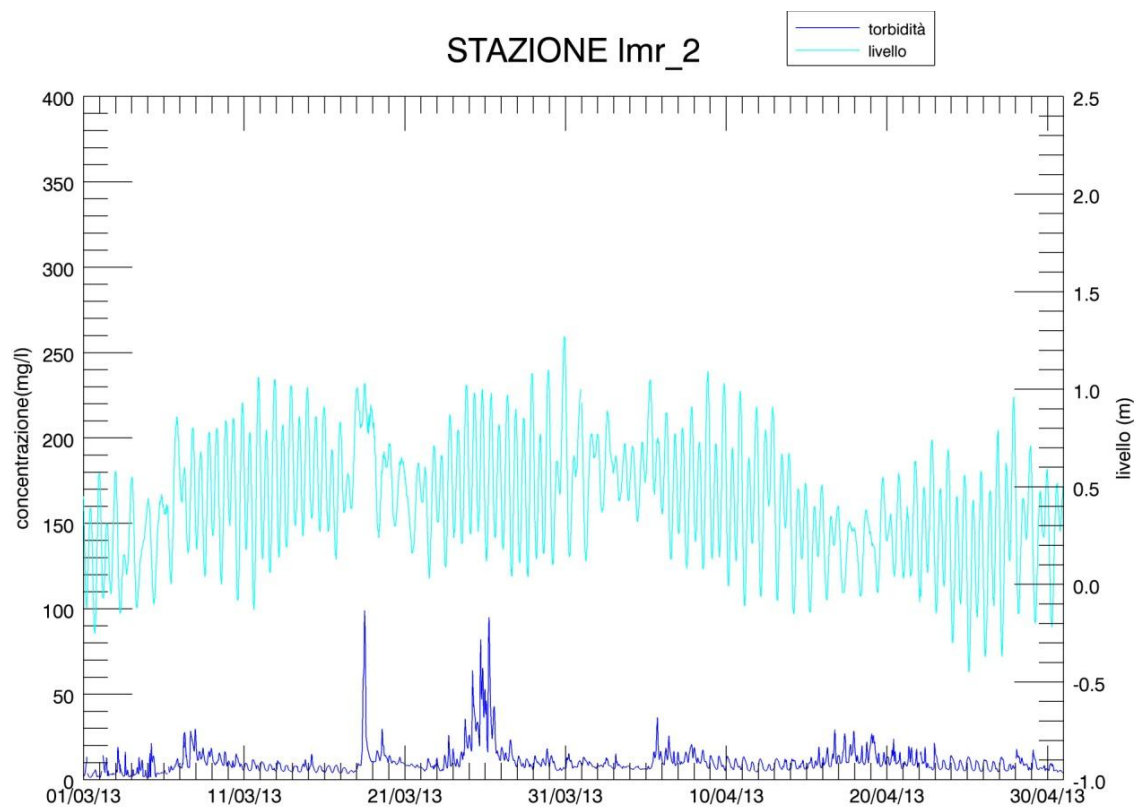
(a)



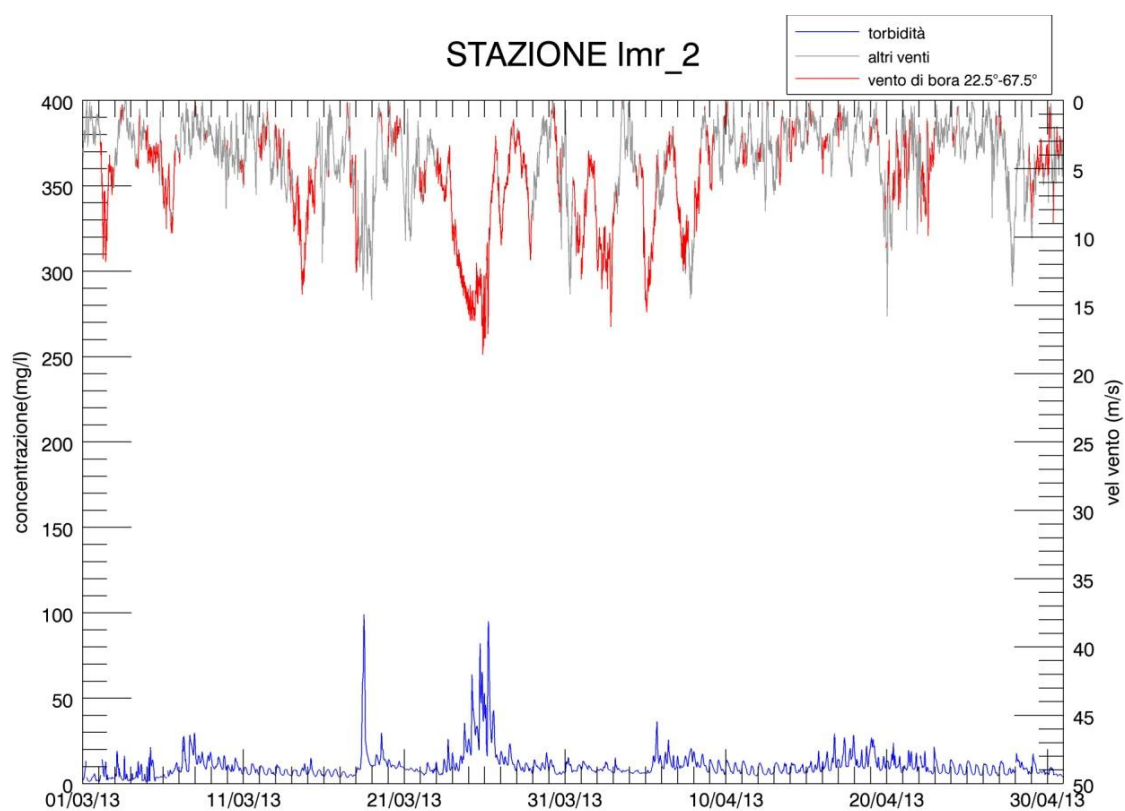
(b)

Figura 70. Serie temporale della concentrazione di SPM e del livello idrico (a) e della velocità del vento (b) alla stazione LMR-2 nel periodo Gennaio-Febbraio 2013

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI



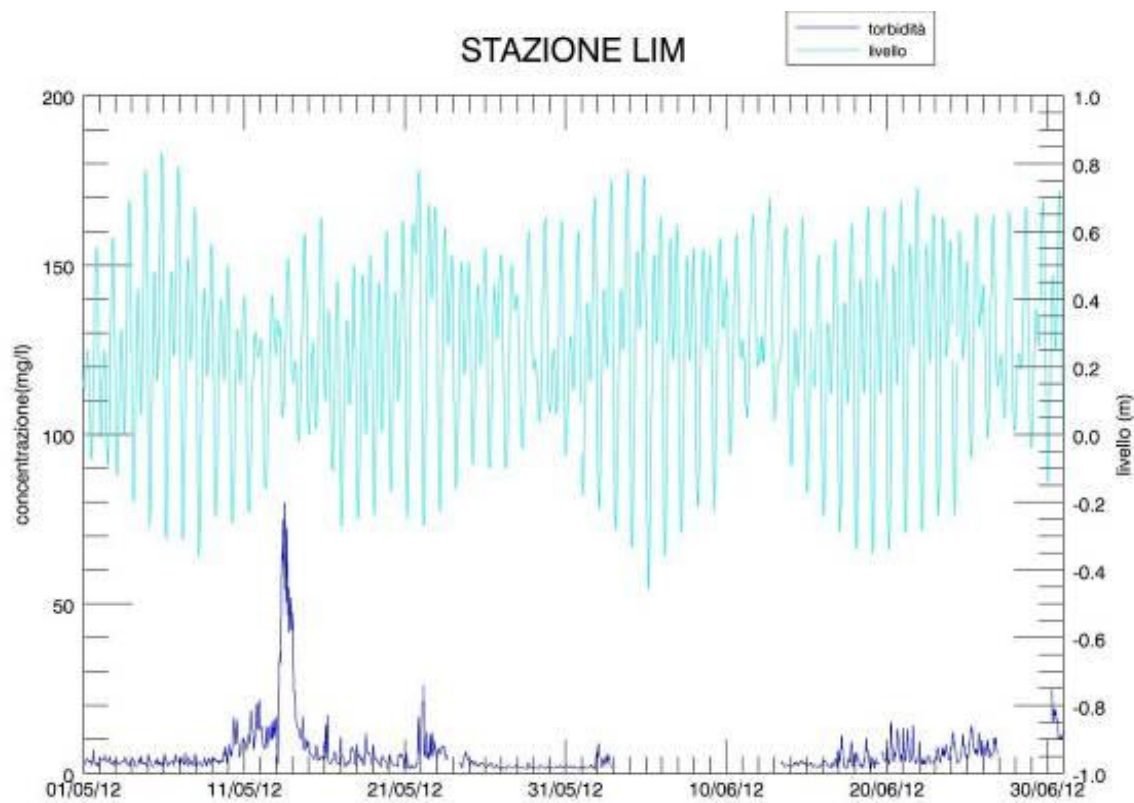
(a)



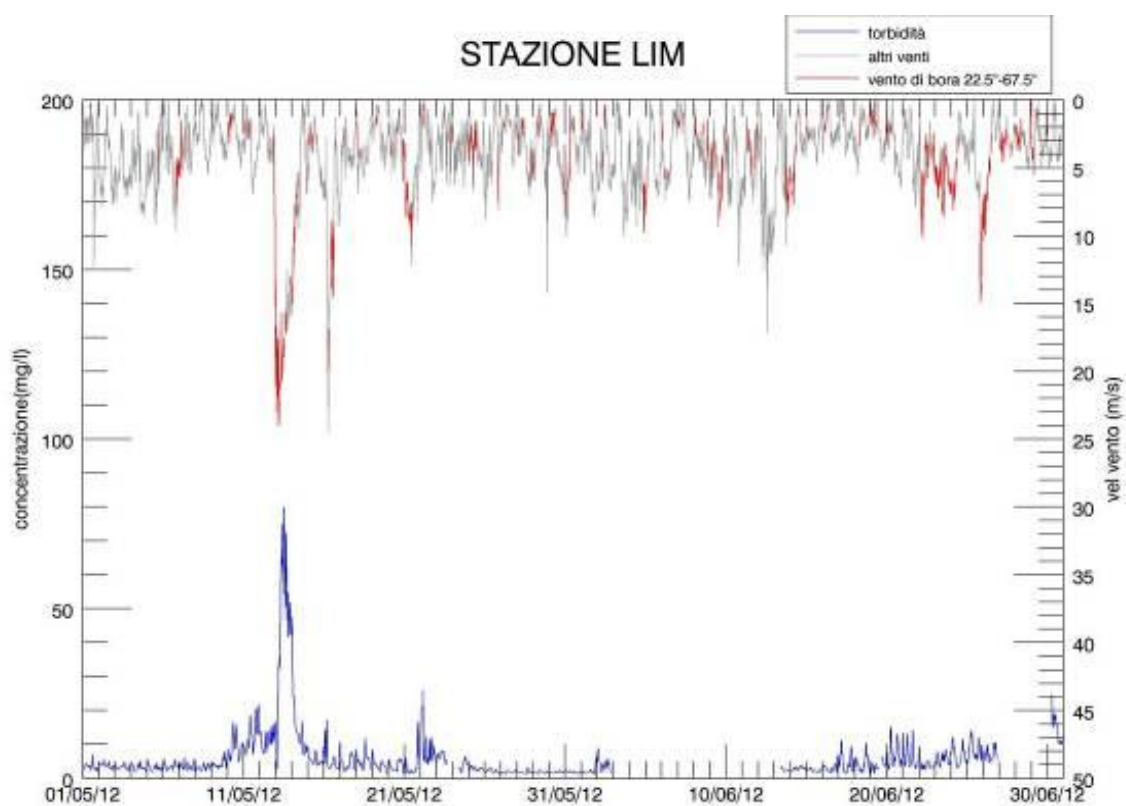
(b)

Figura 71. Serie temporale della concentrazione di SPM e del livello idrico (a) e della velocità del vento (b) alla stazione LMR-2 nel periodo Marzo-Aprile 2013.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI



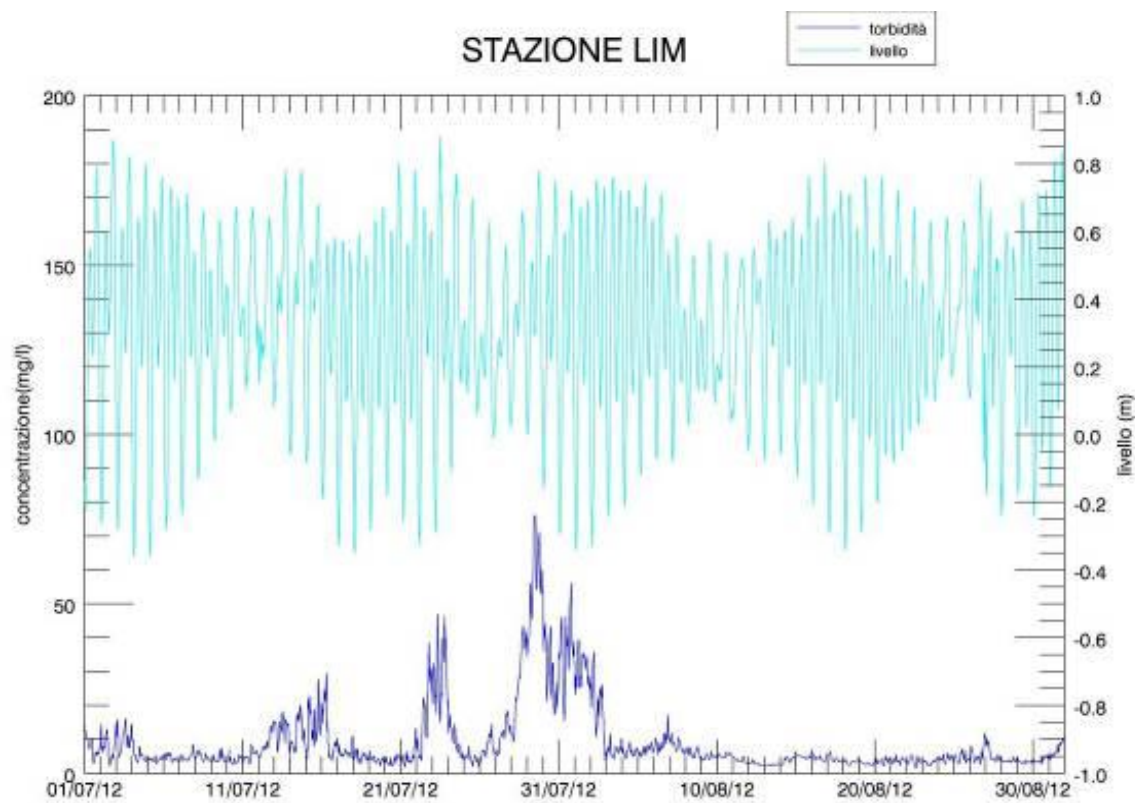
(a)



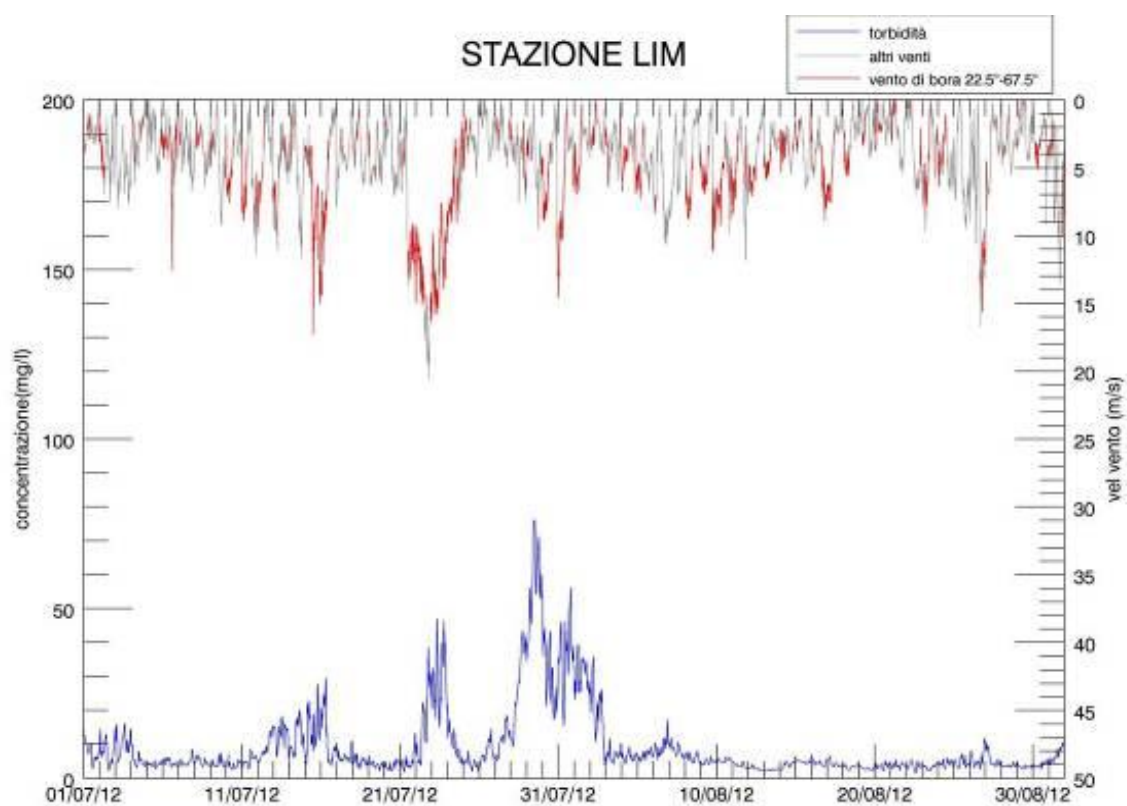
(b)

Figura 72. Serie temporale della concentrazione di SPM e del livello idrico (a) e della velocità del vento (b) alla stazione LIM nel periodo Maggio-Giugno 2012

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI



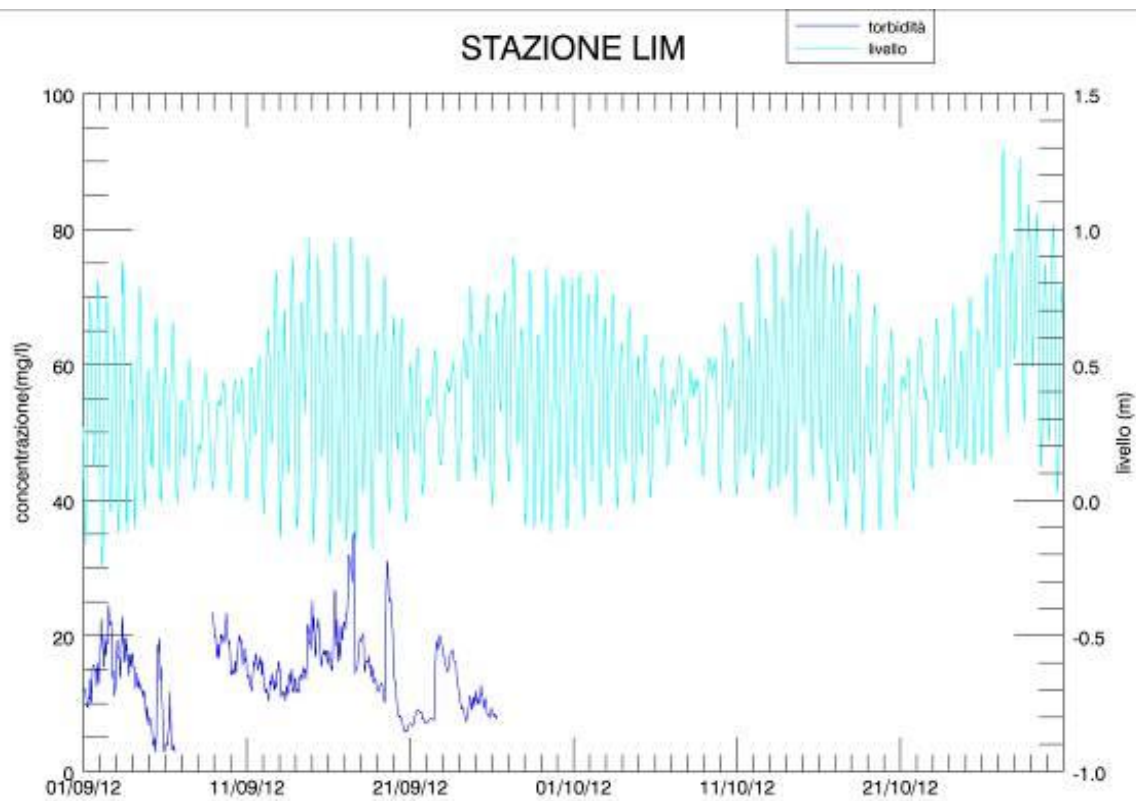
(a)



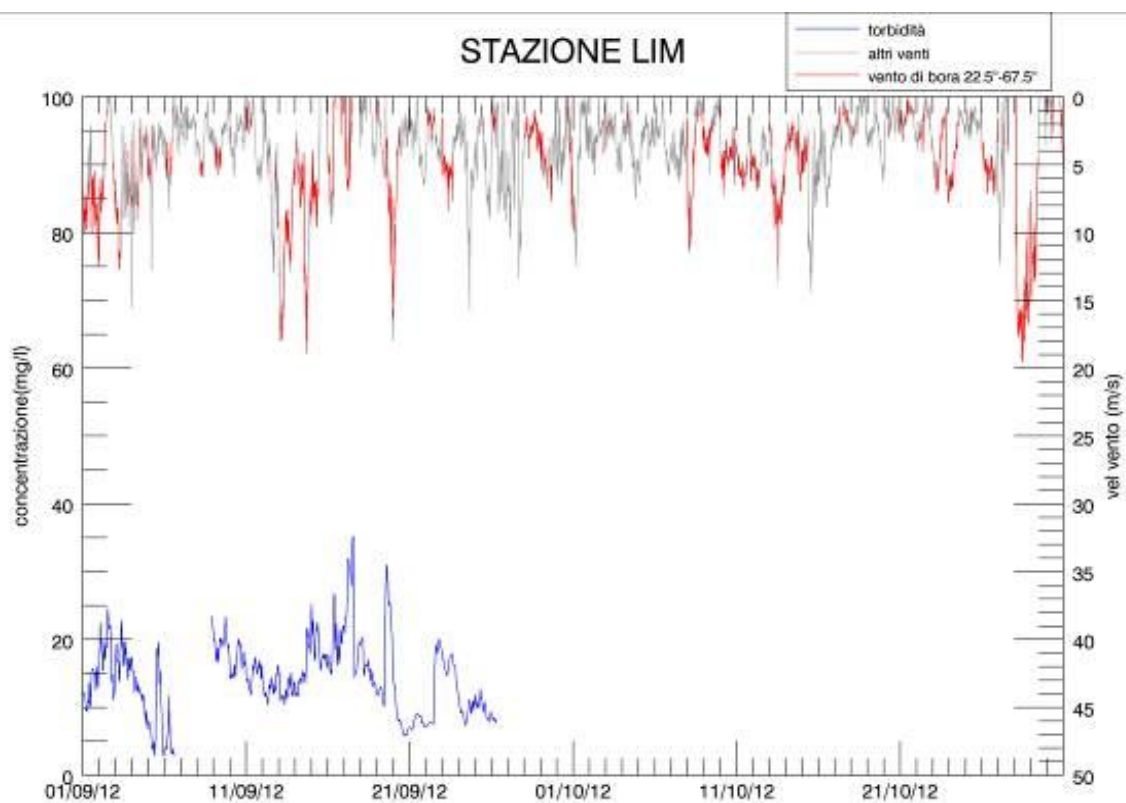
(b)

Figura 73. Serie temporale della concentrazione di SPM e del livello idrico (a) e della velocità del vento (b) alla stazione LIM nel periodo Luglio-Agosto 2012.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI



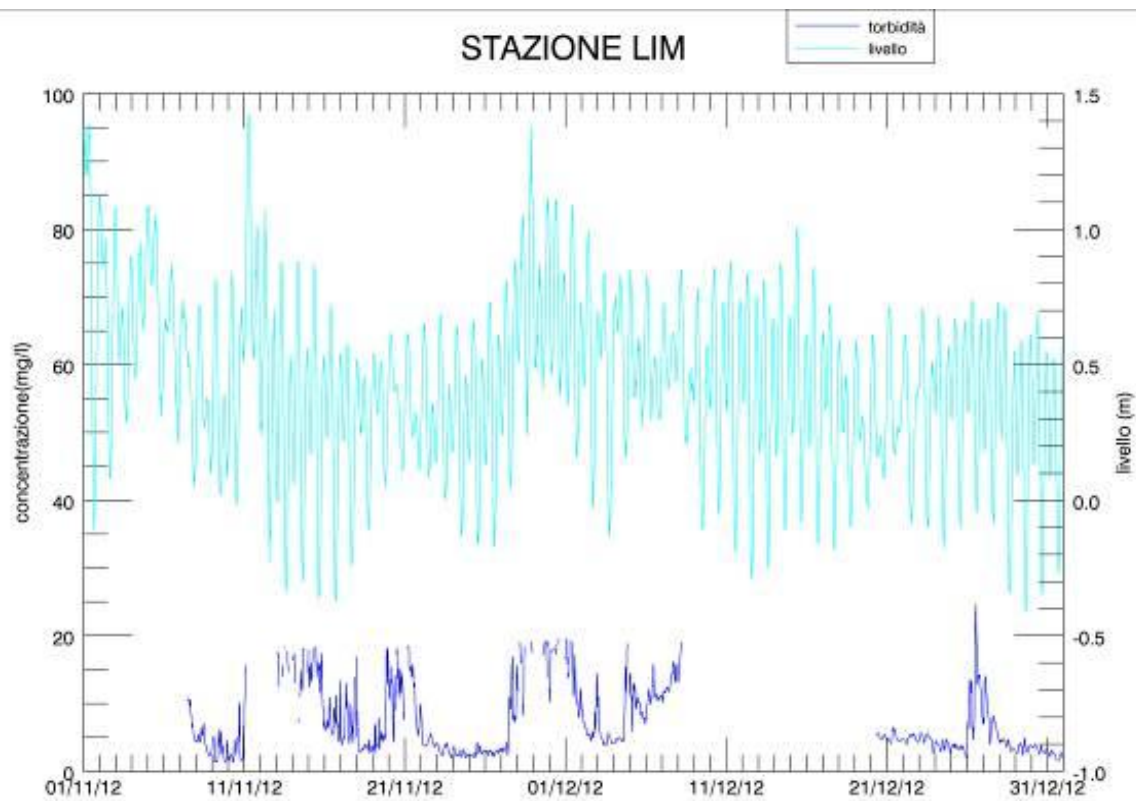
(a)



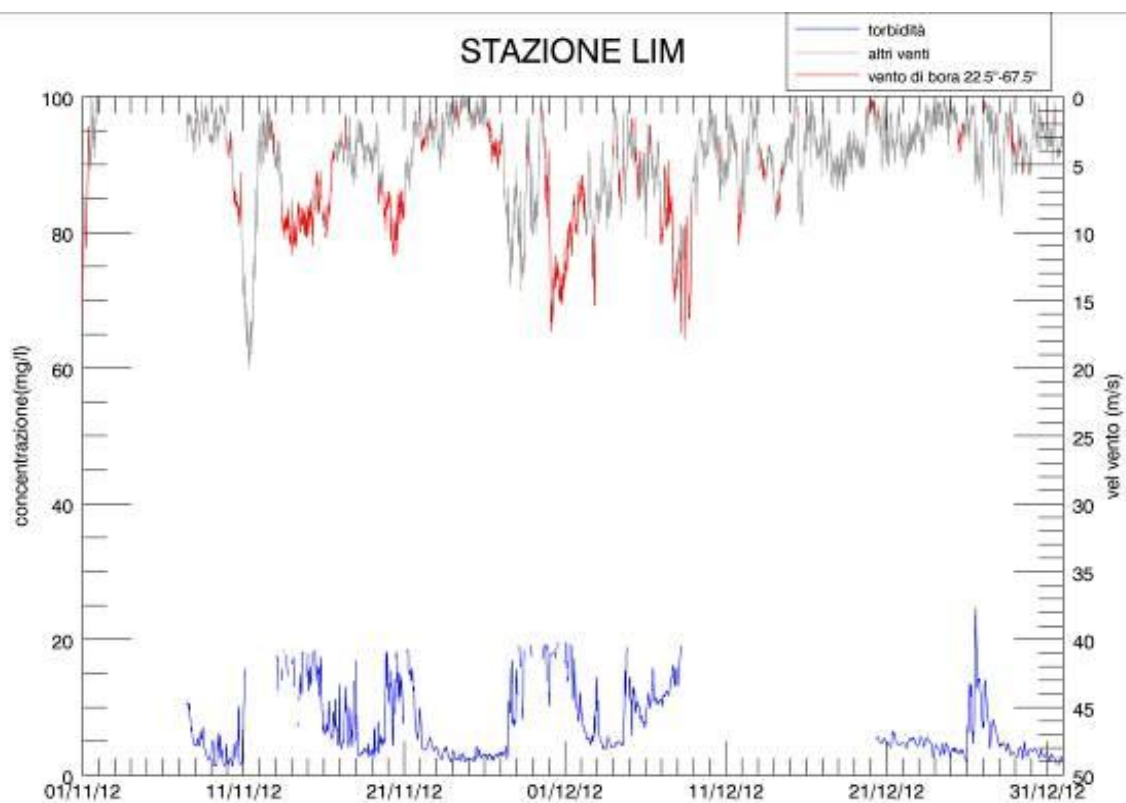
(b)

Figura 74. Serie temporale della concentrazione di SPM e del livello idrico (a) e della velocità del vento (b) alla stazione LIM nel periodo Settembre-Ottobre 2012

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI



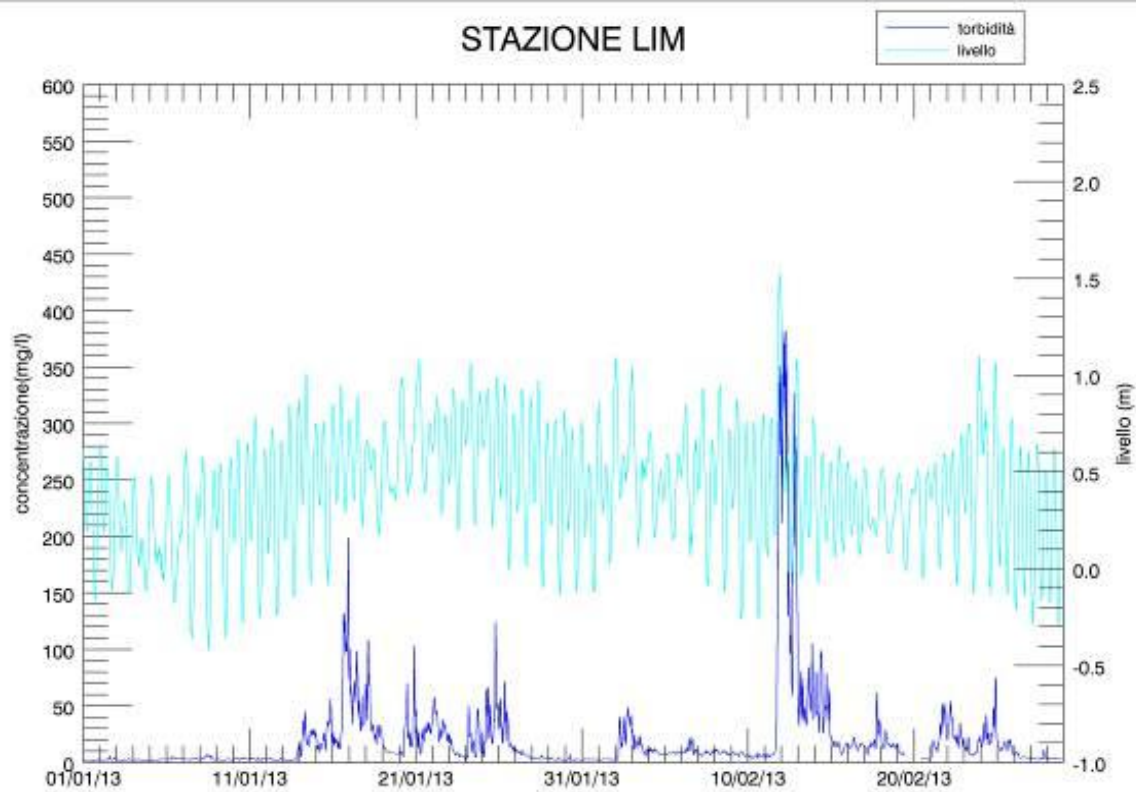
(a)



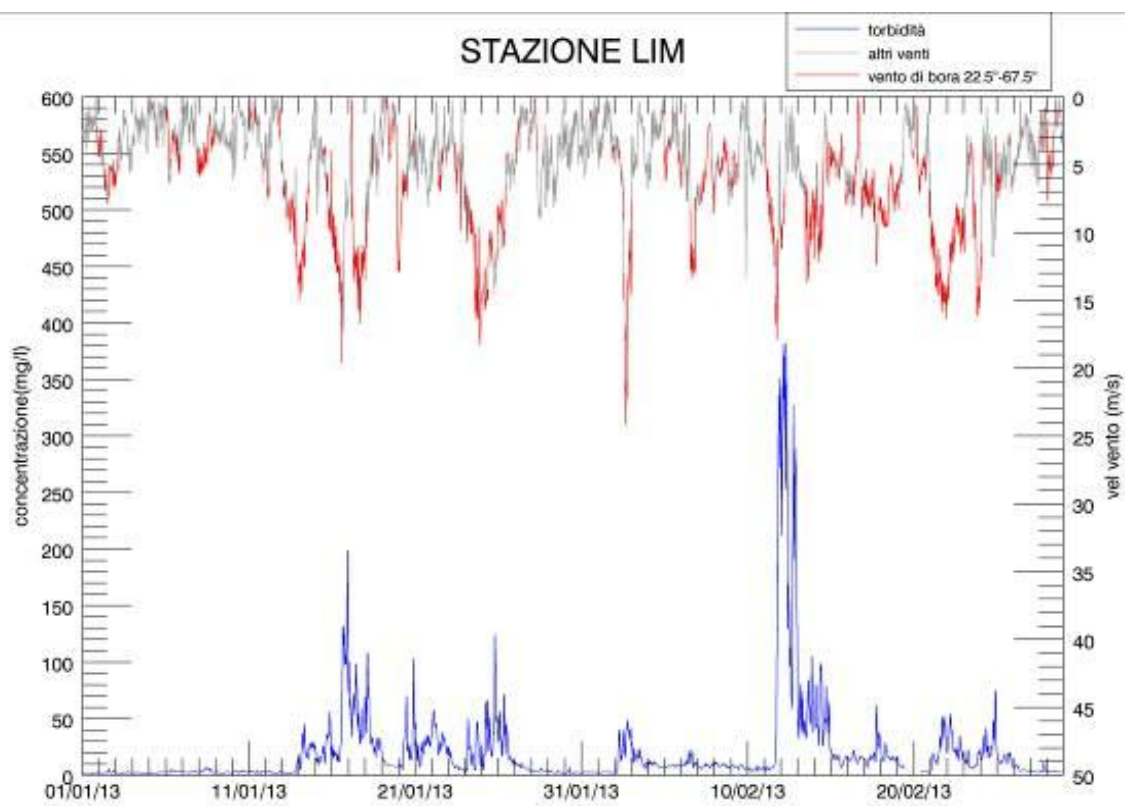
(b)

Figura 75. Serie temporale della concentrazione di SPM e del livello idrico (a) e della velocità del vento (b) alla stazione LIM nel periodo Novembre-Dicembre 2012.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI



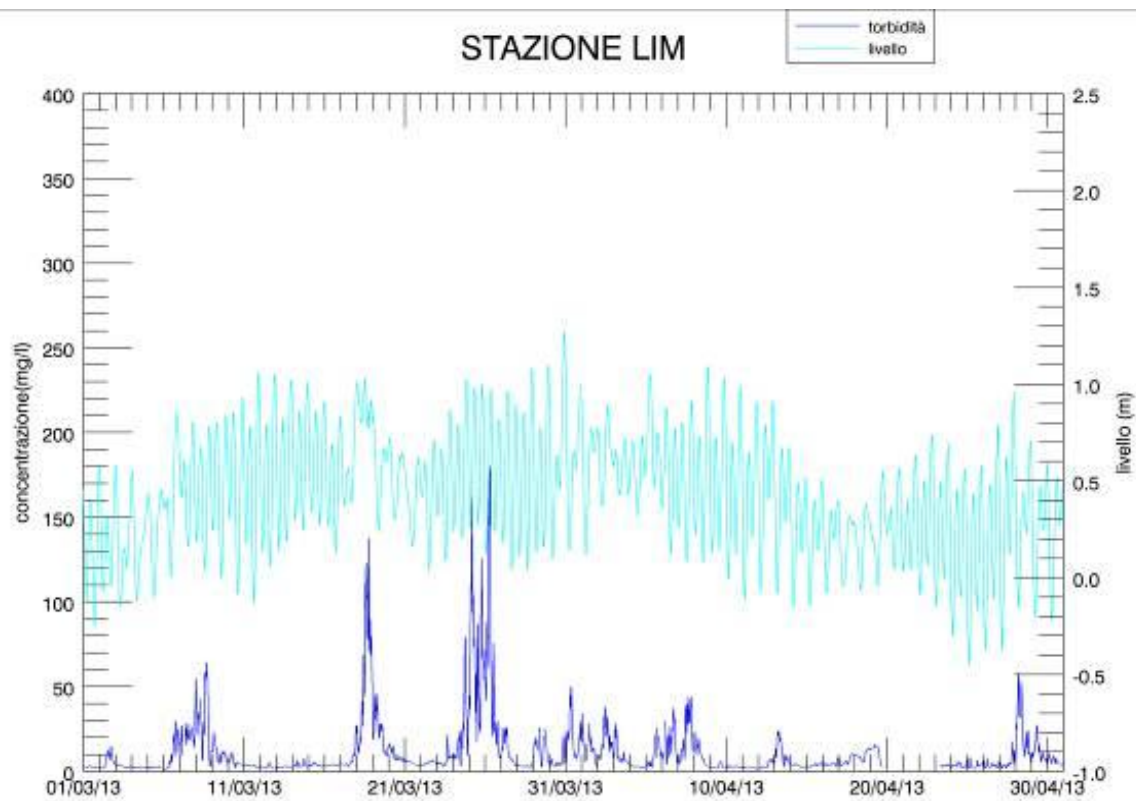
(a)



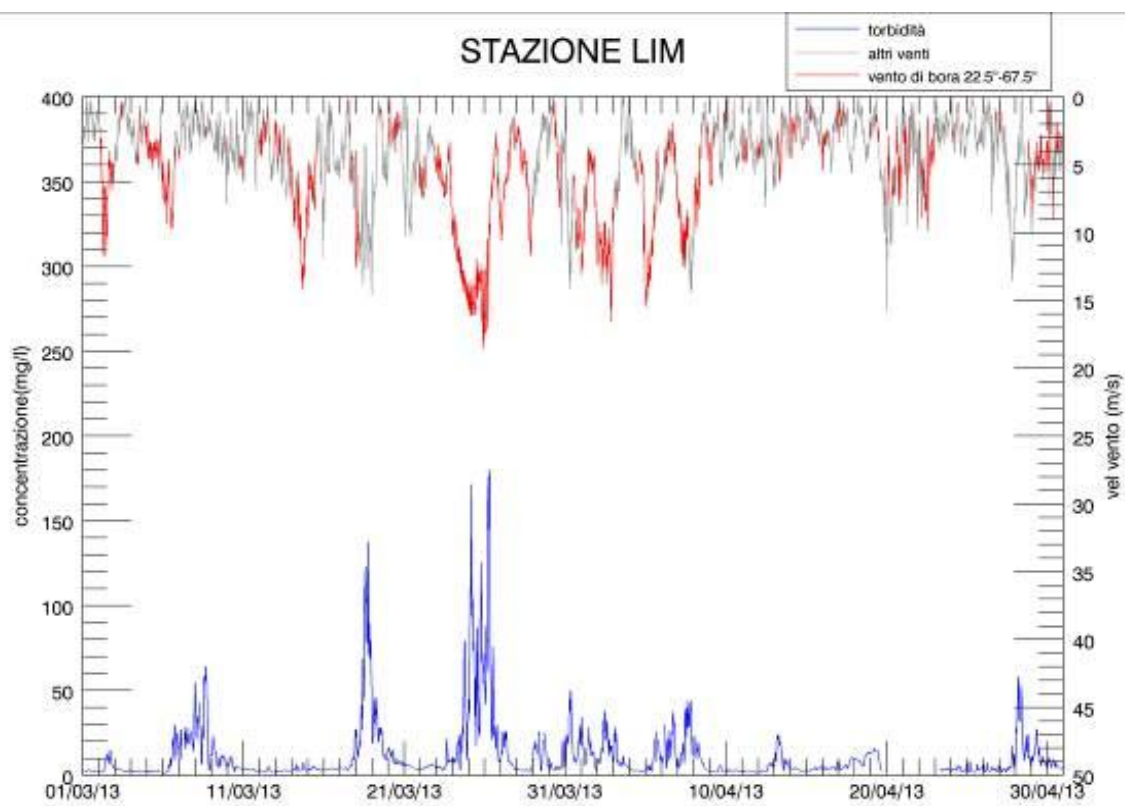
(b)

Figura 76. Serie temporale della concentrazione di SPM e del livello idrico (a) e della velocità del vento (b) alla stazione LIM nel periodo Gennaio-Febbraio 2013

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI



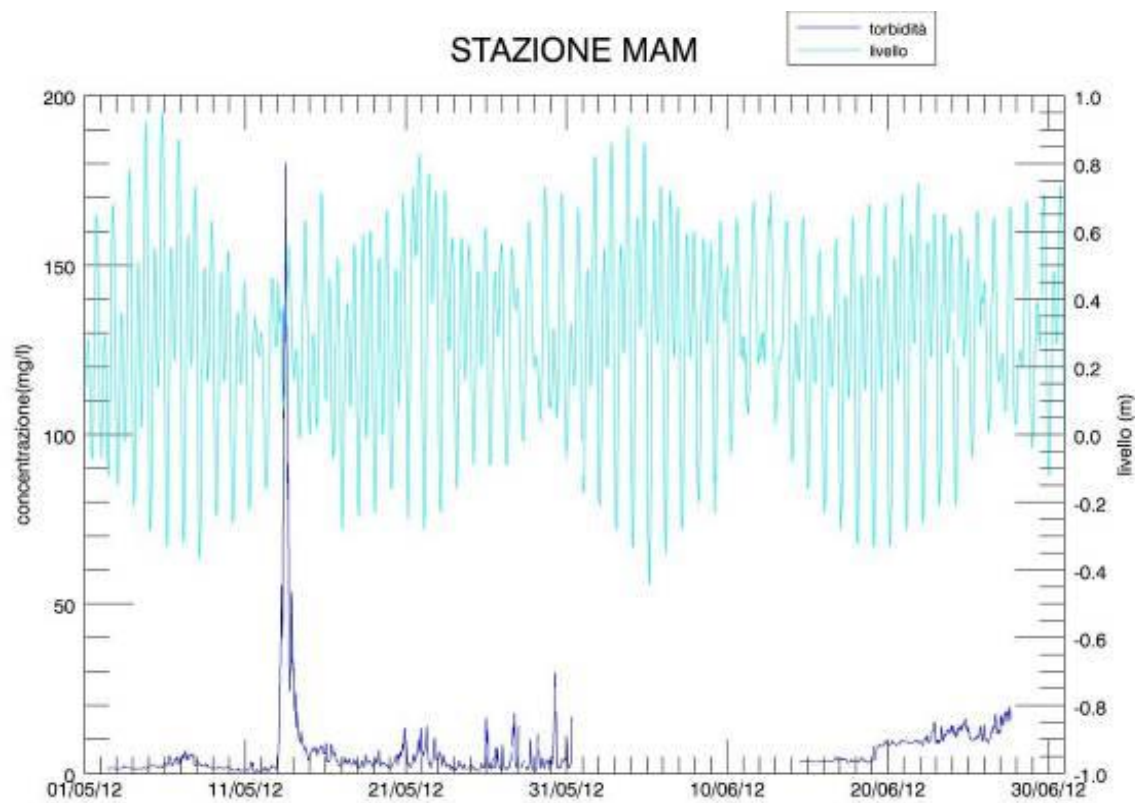
(a)



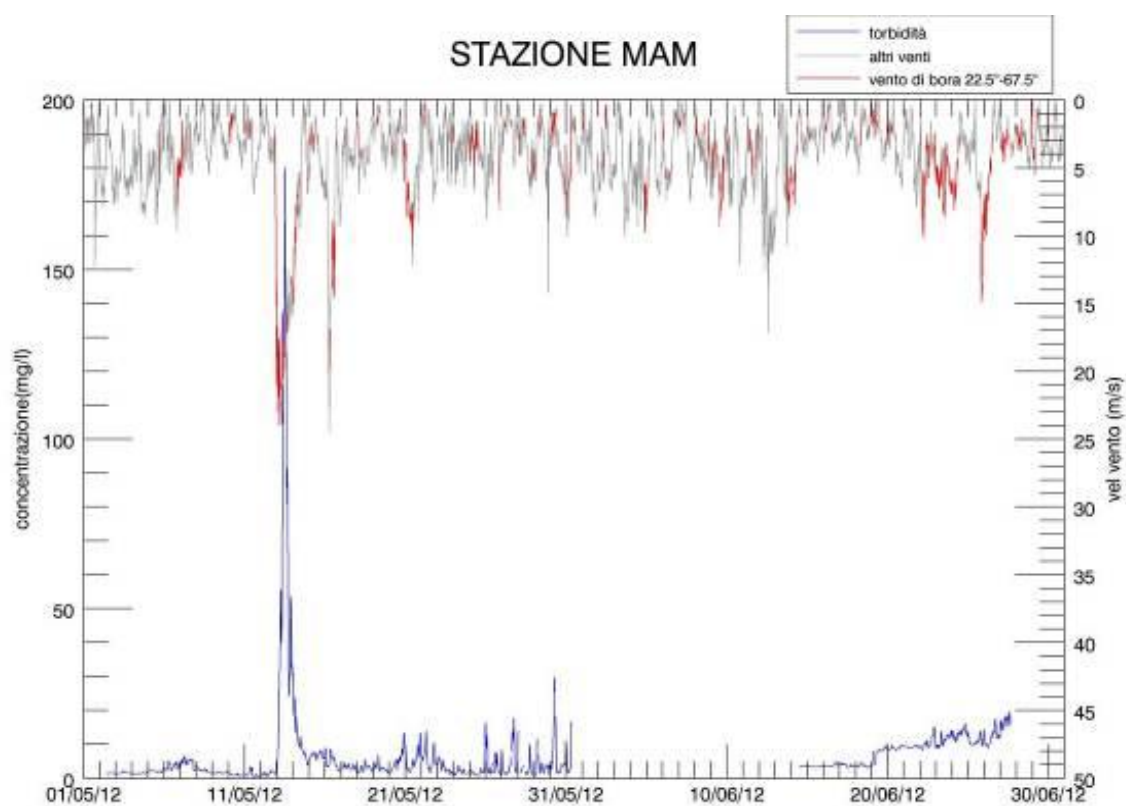
(b)

Figura 77. Serie temporale della concentrazione di SPM e del livello idrico (a) e della velocità del vento (b) alla stazione LIM nel periodo Marzo-Aprile 2013.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI



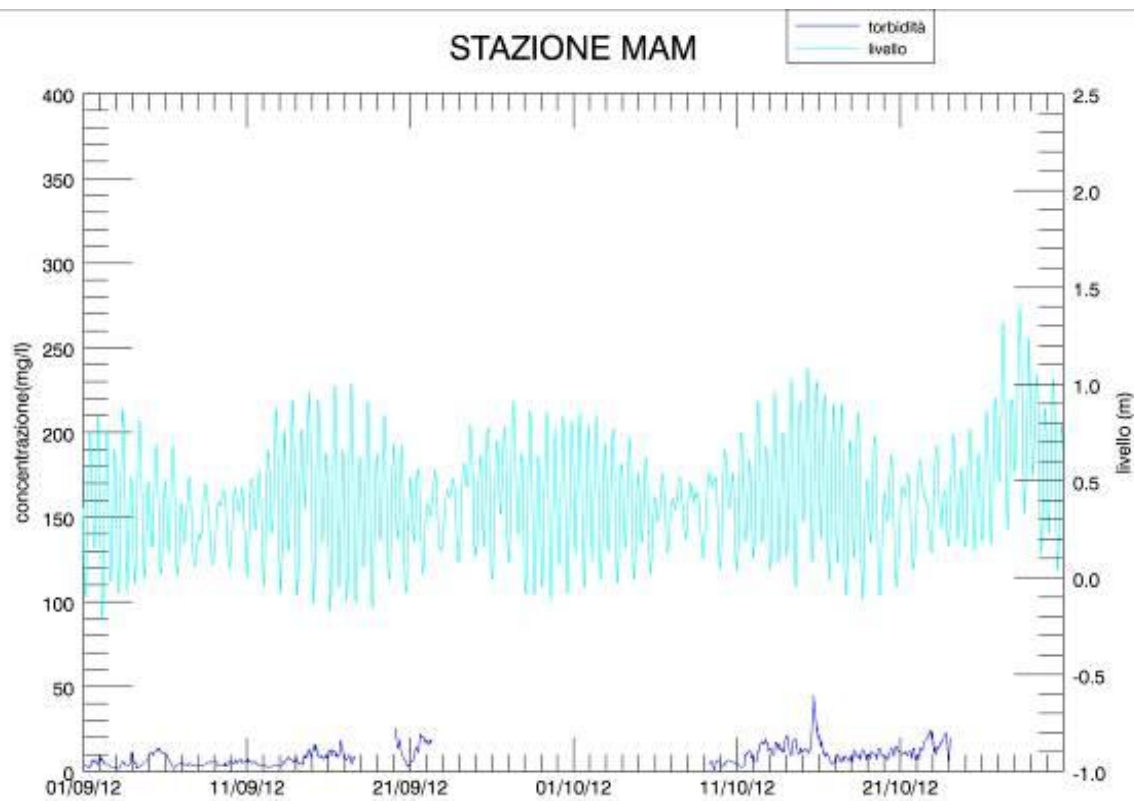
(a)



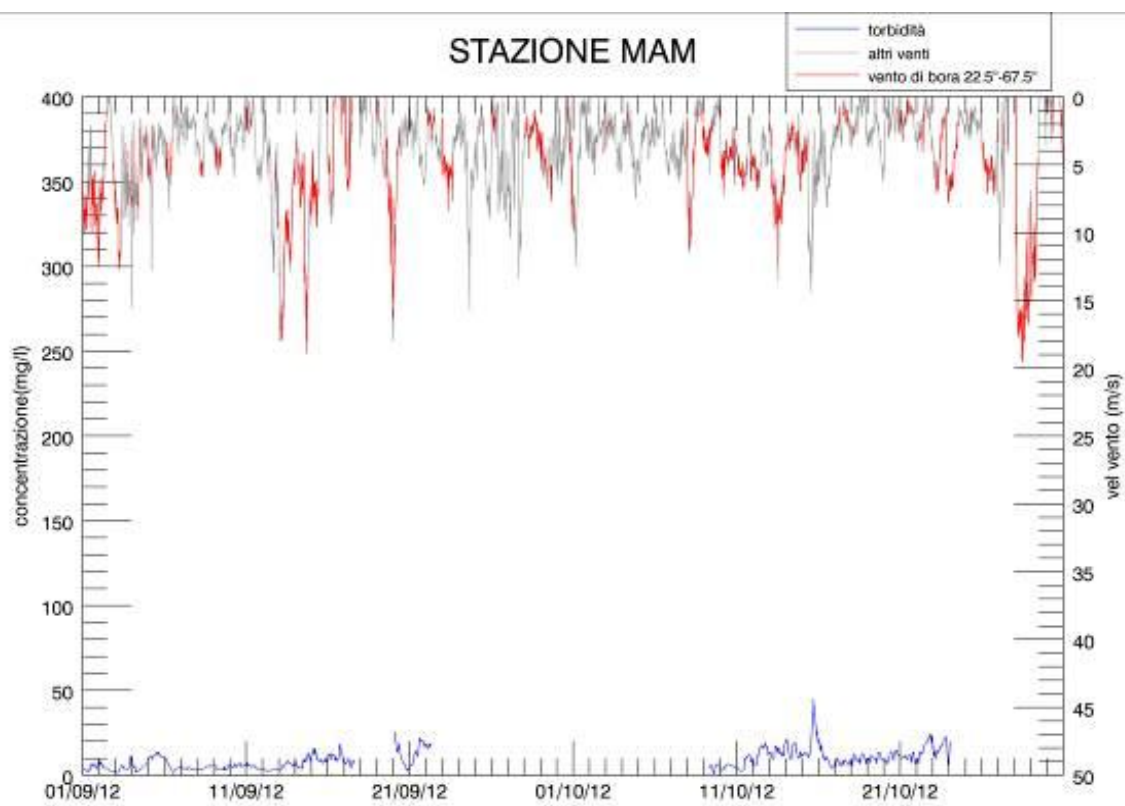
(b)

Figura 78. Serie temporale della concentrazione di SPM e del livello idrico (a) e della velocità del vento (b) alla stazione MAM nel periodo Maggio-Giugno 2012

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI



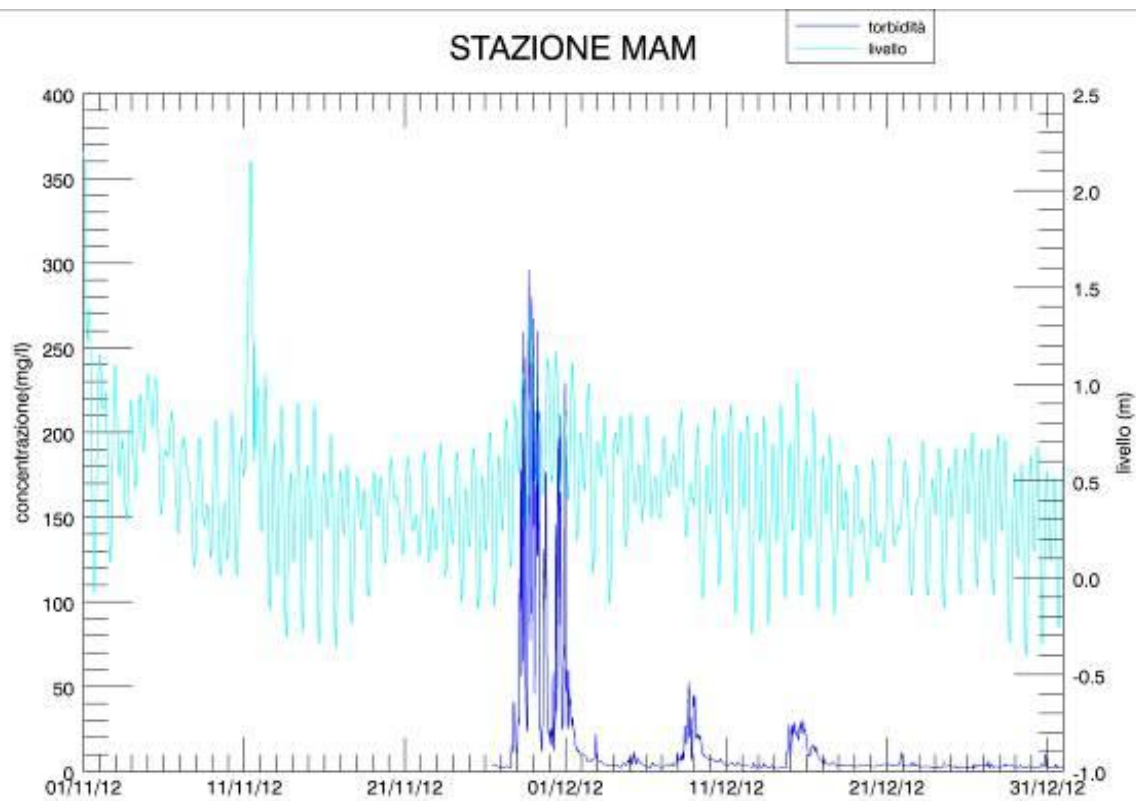
(a)



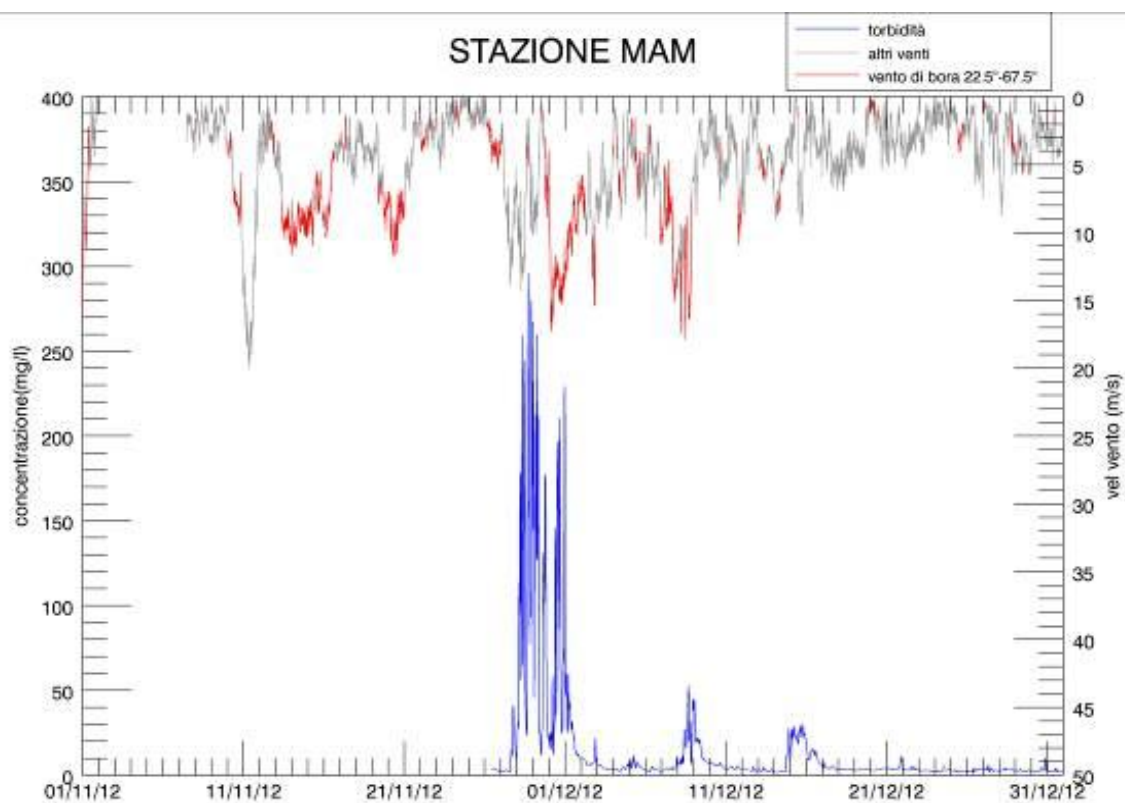
(b)

Figura 79. Serie temporale della concentrazione di SPM e del livello idrico (a) e della velocità del vento (b) alla stazione MAM nel periodo Settembre-Ottobre 2012

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI



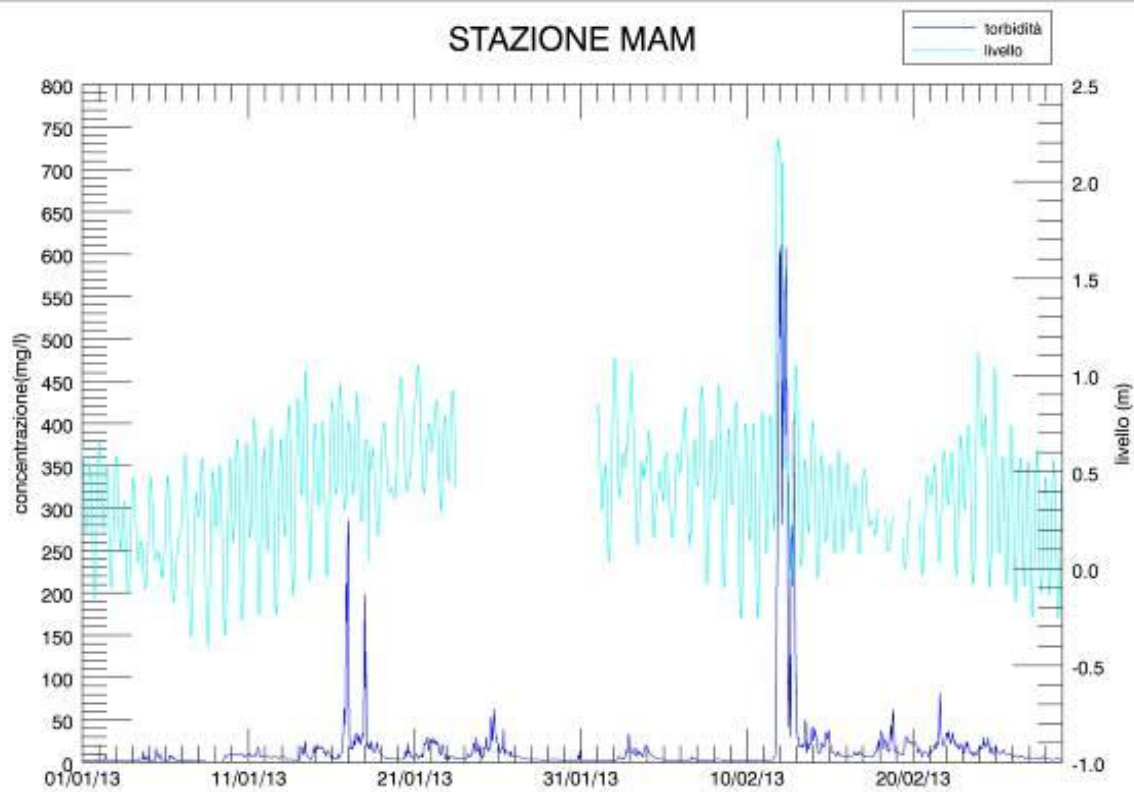
(a)



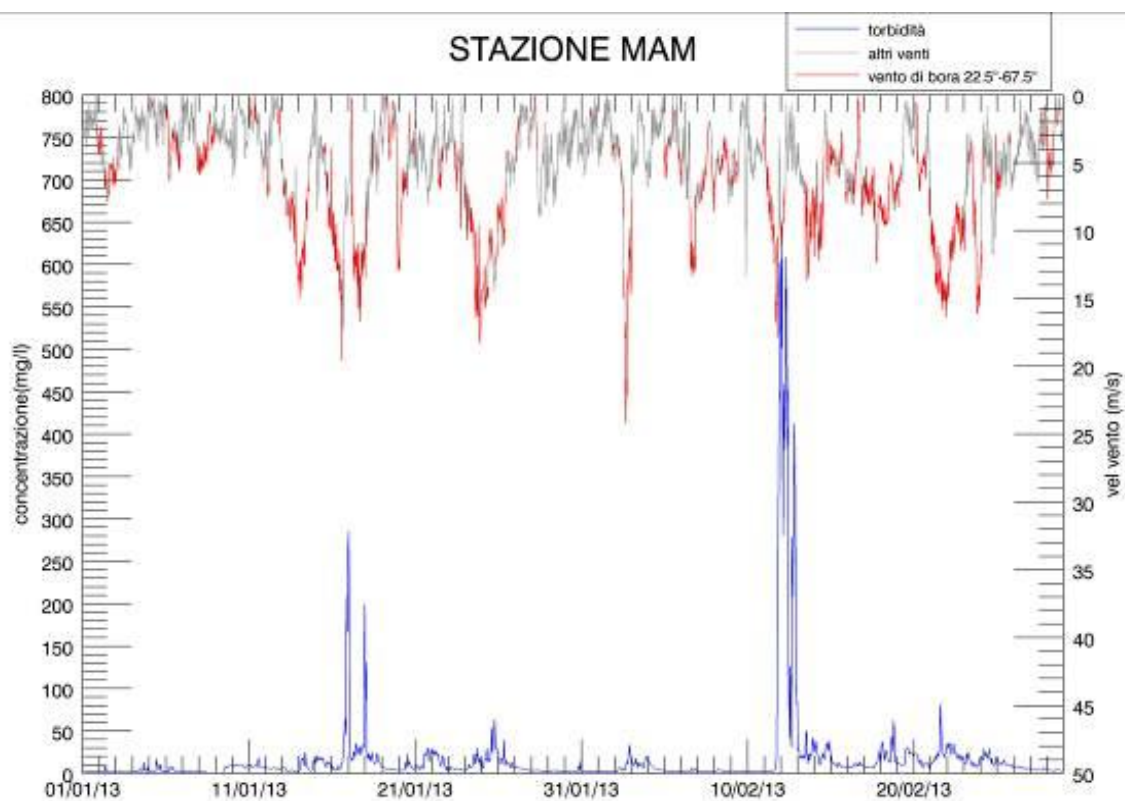
(b)

Figura 80. Serie temporale della concentrazione di SPM e del livello idrico (a) e della velocità del vento (b) alla stazione MAM nel periodo Novembre-Dicembre 2012.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI



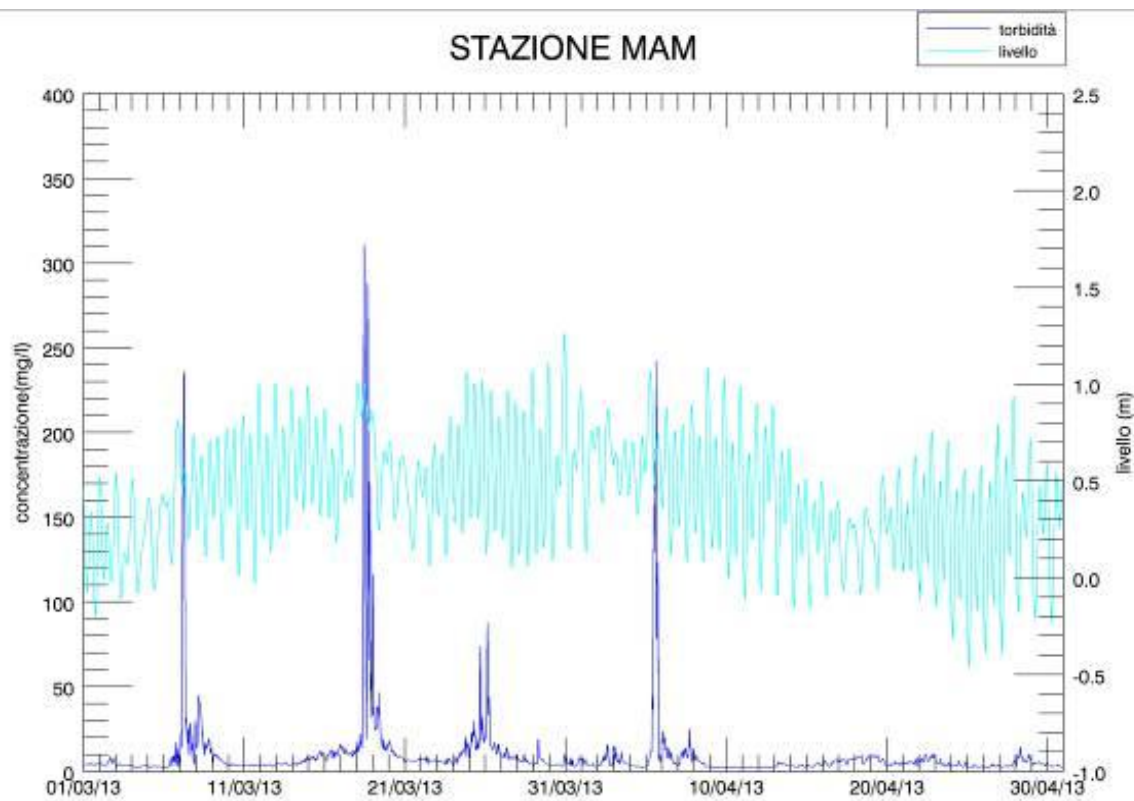
(a)



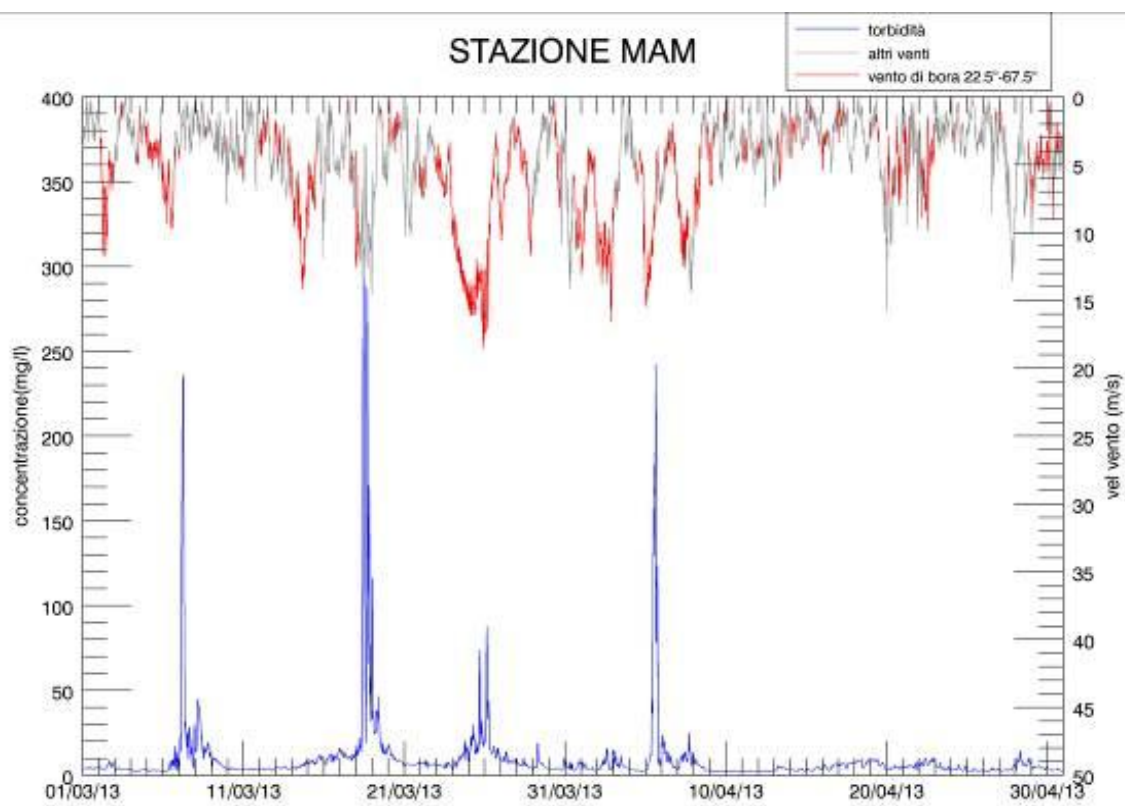
(b)

Figura 81. Serie temporale della concentrazione di SPM e del livello idrico (a) e della velocità del vento (b) alla stazione MAM nel periodo Gennaio-Febbraio 2013

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI



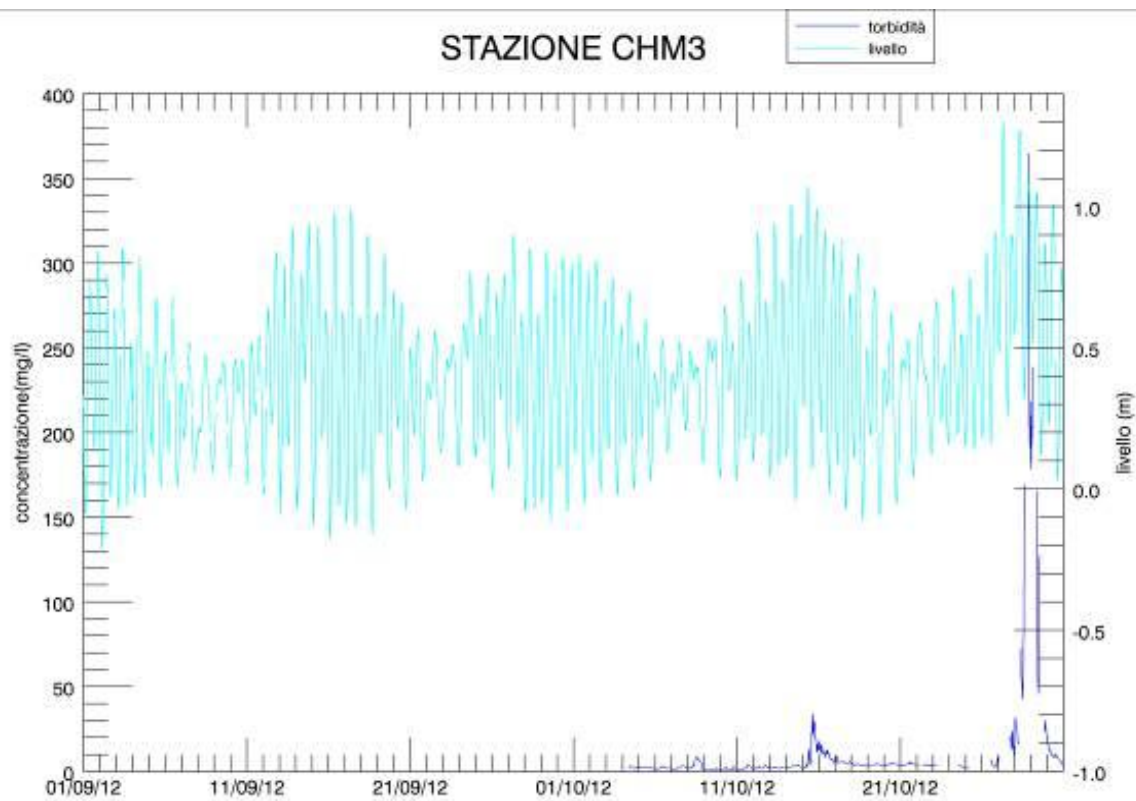
(a)



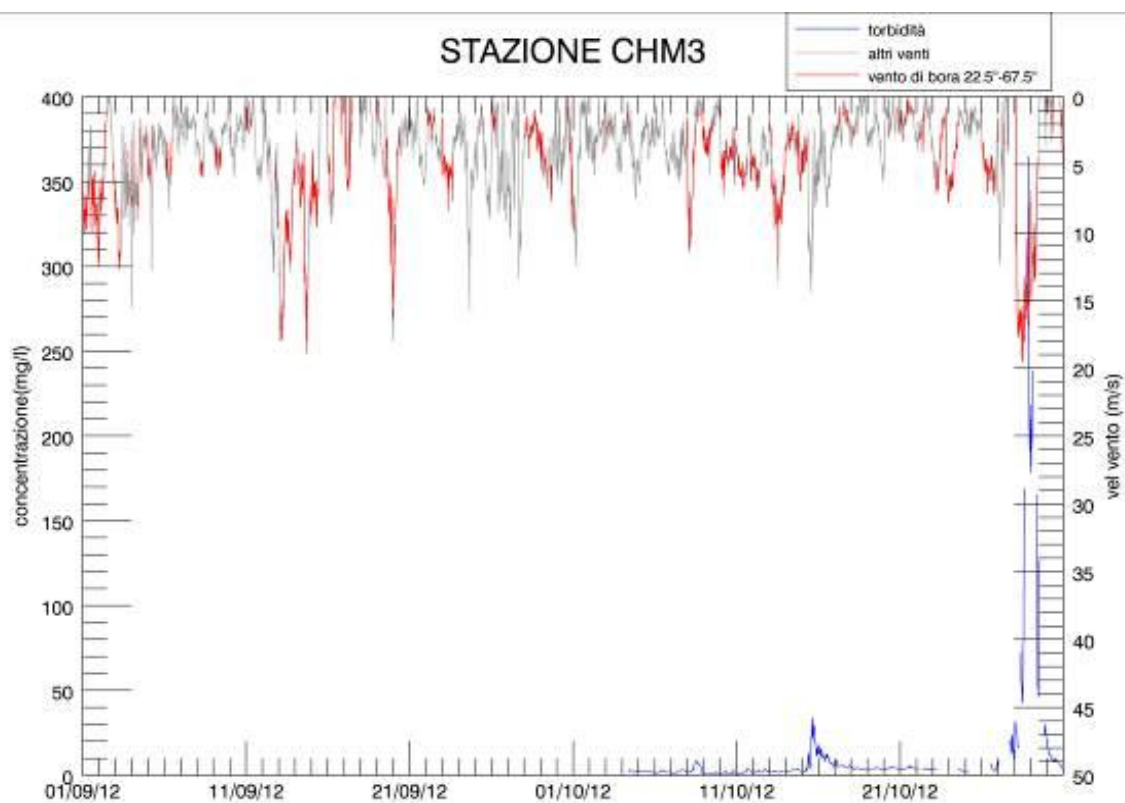
(b)

Figura 82. Serie temporale della concentrazione di SPM e del livello idrico (a) e della velocità del vento (b) alla stazione MAM nel periodo Marzo-Aprile 2013.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI



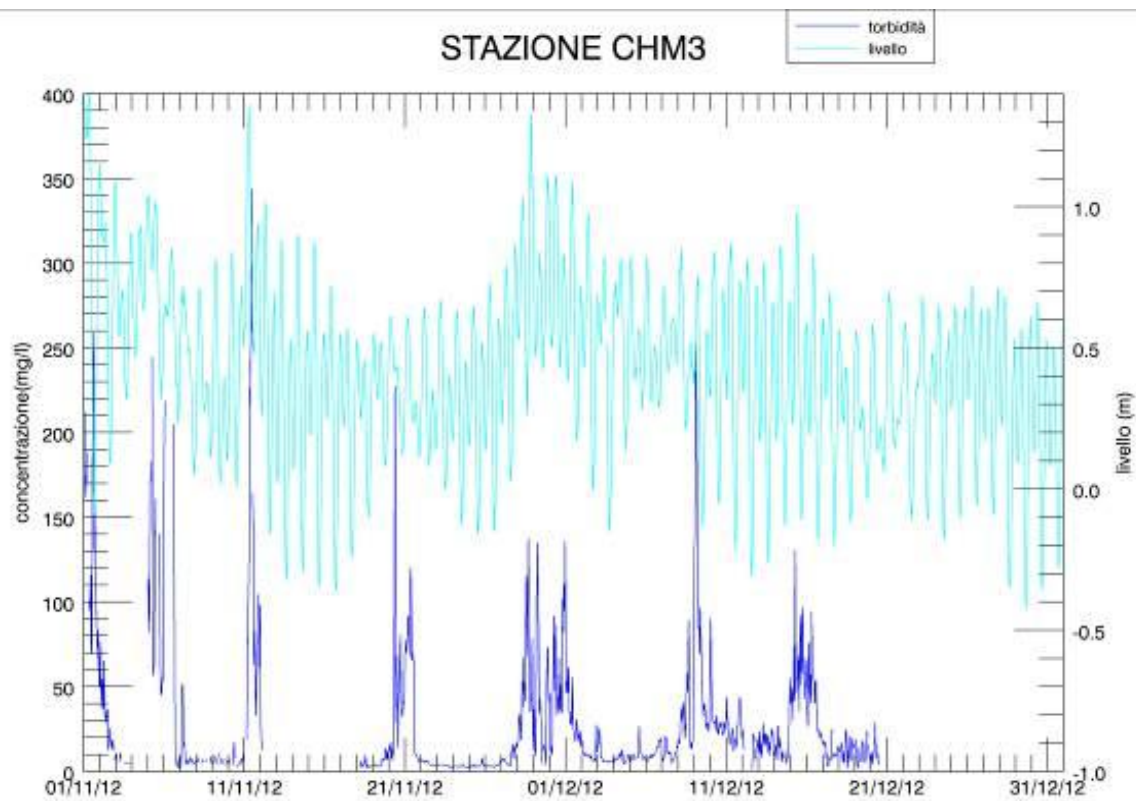
(a)



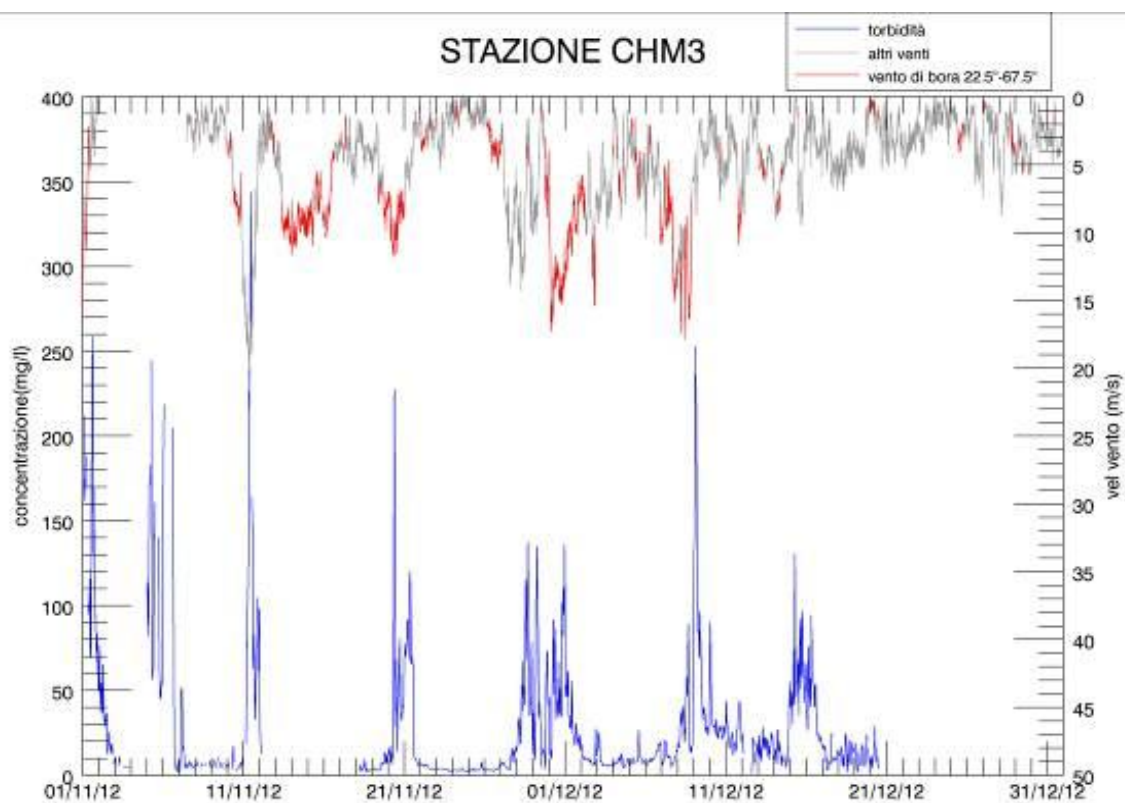
(b)

Figura 83. Serie temporale della concentrazione di SPM e del livello idrico (a) e della velocità del vento (b) alla stazione CHM3 nel periodo Settembre-Ottobre 2012

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI



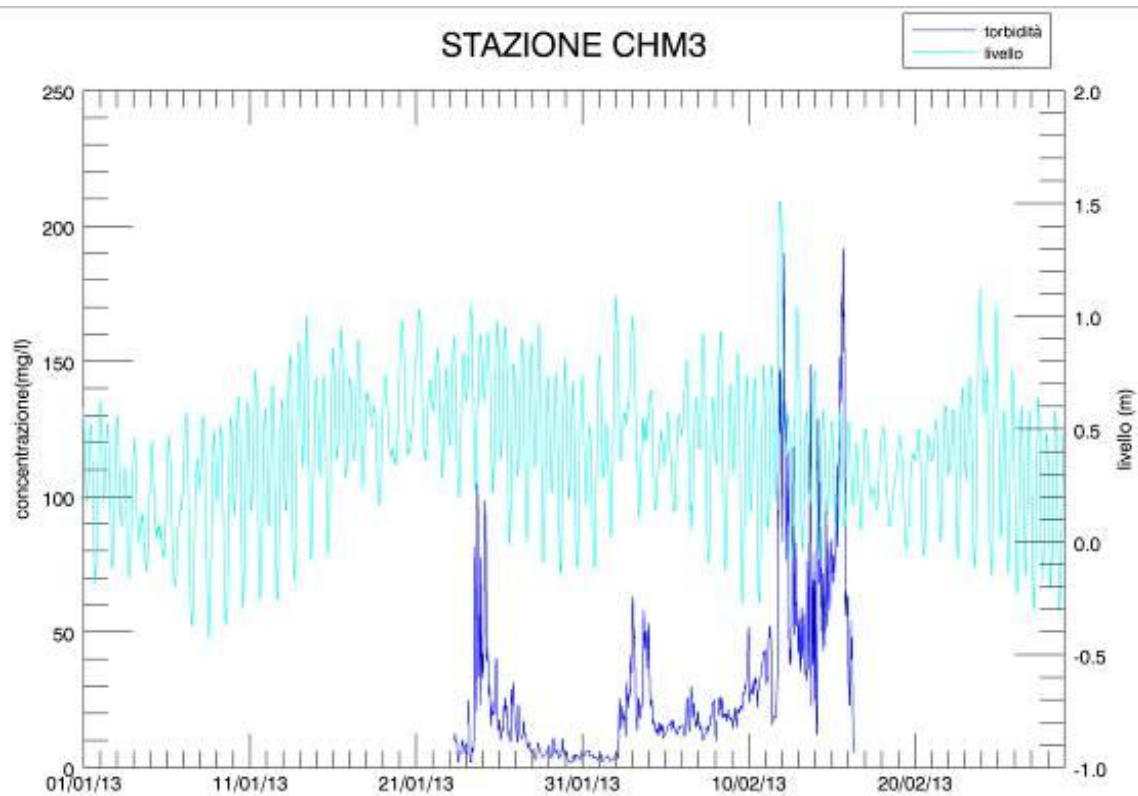
(a)



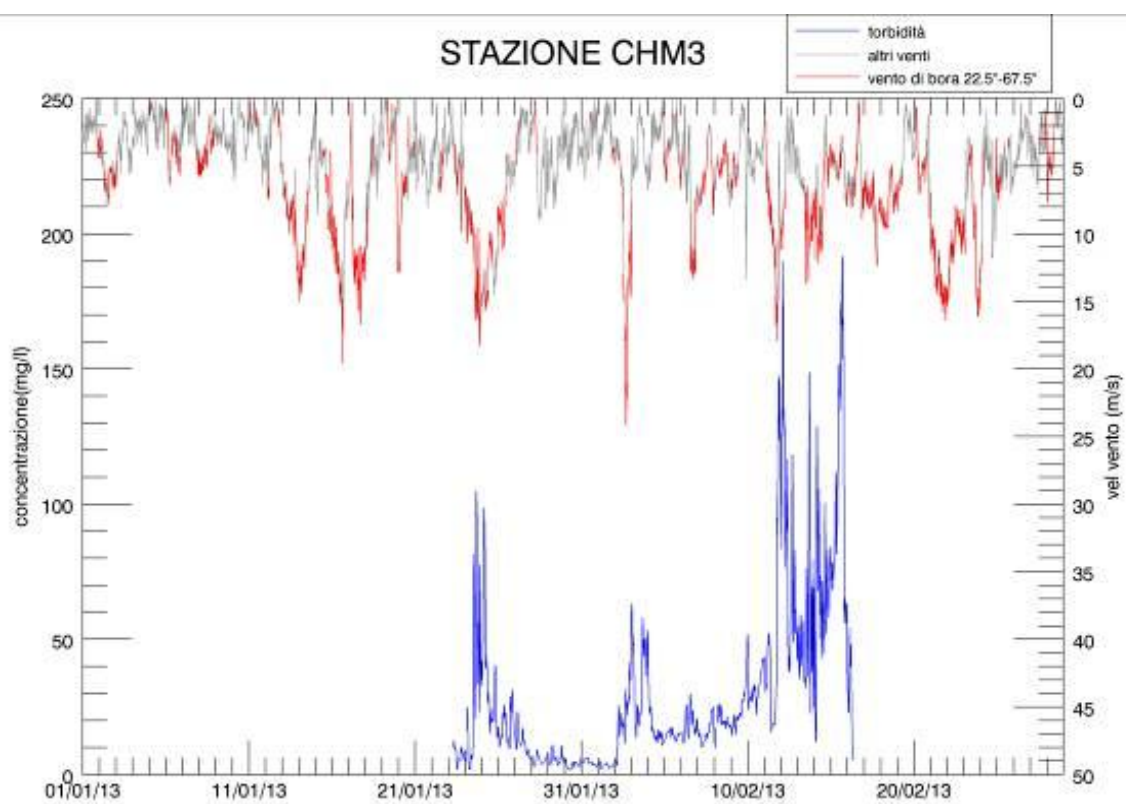
(b)

Figura 84. Serie temporale della concentrazione di SPM e del livello idrico (a) e della velocità del vento (b) alla stazione CHM3 nel periodo Novembre-Dicembre 2012.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

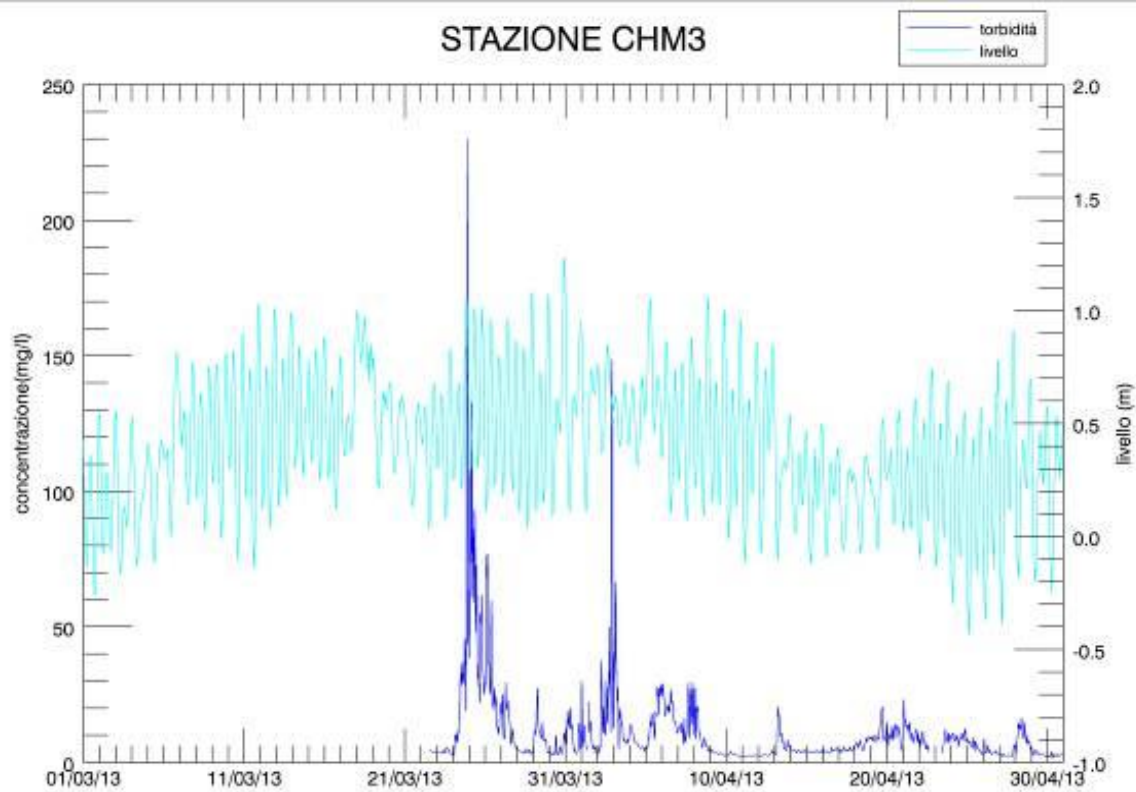


(a)

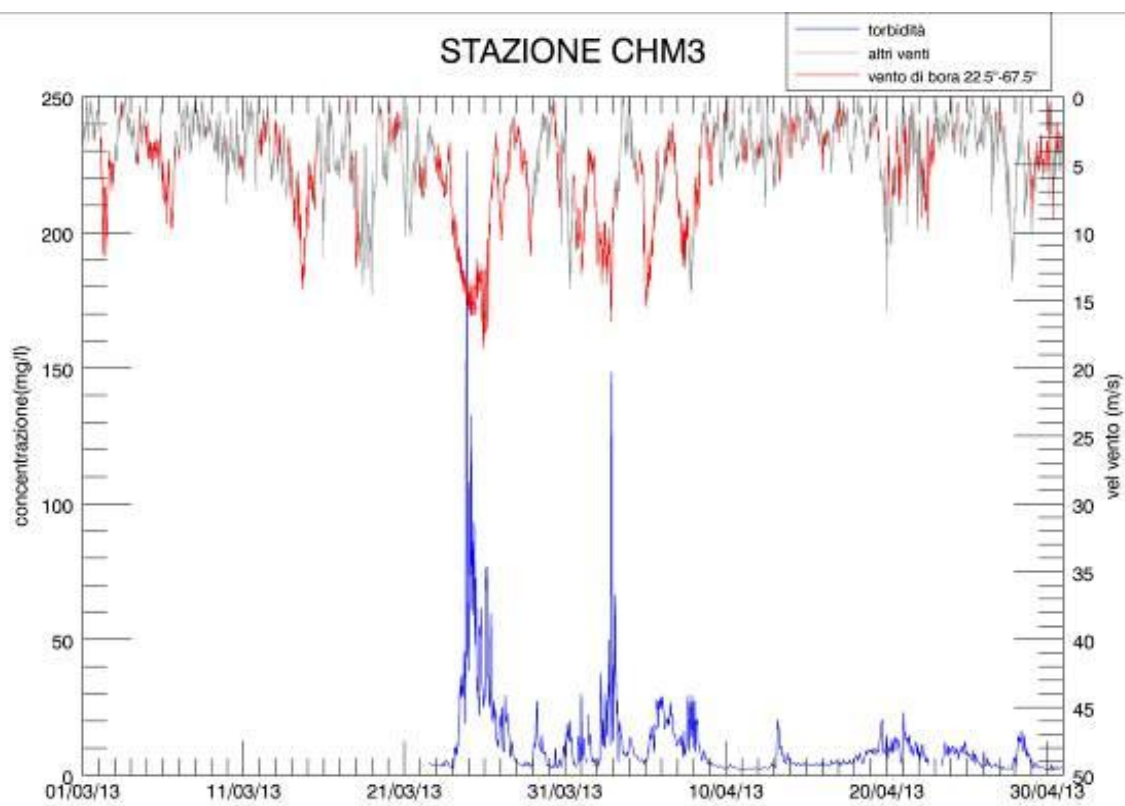


(b)

Figura 85. Serie temporale della concentrazione di SPM e del livello idrico (a) e della velocità del vento (b) alla stazione CHM3 nel periodo Gennaio-Febbraio 2013



(a)



(b)

Figura 86. Serie temporale della concentrazione di SPM e del livello idrico (a) e della velocità del vento (b) alla stazione CHM3 nel periodo Marzo-Aprile 2013.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Vista la mancanza di dati relativi alla velocità del vento misurata alla piattaforma oceanografica del CNR-ISMAR per alcuni giorni del mese di Novembre 2012, si riportano anche i dati della stazione presso la diga sud della bocca di porto di Lido facente parte della Rete Mareografica Nazionale (da Figura 87 a Figura 91).

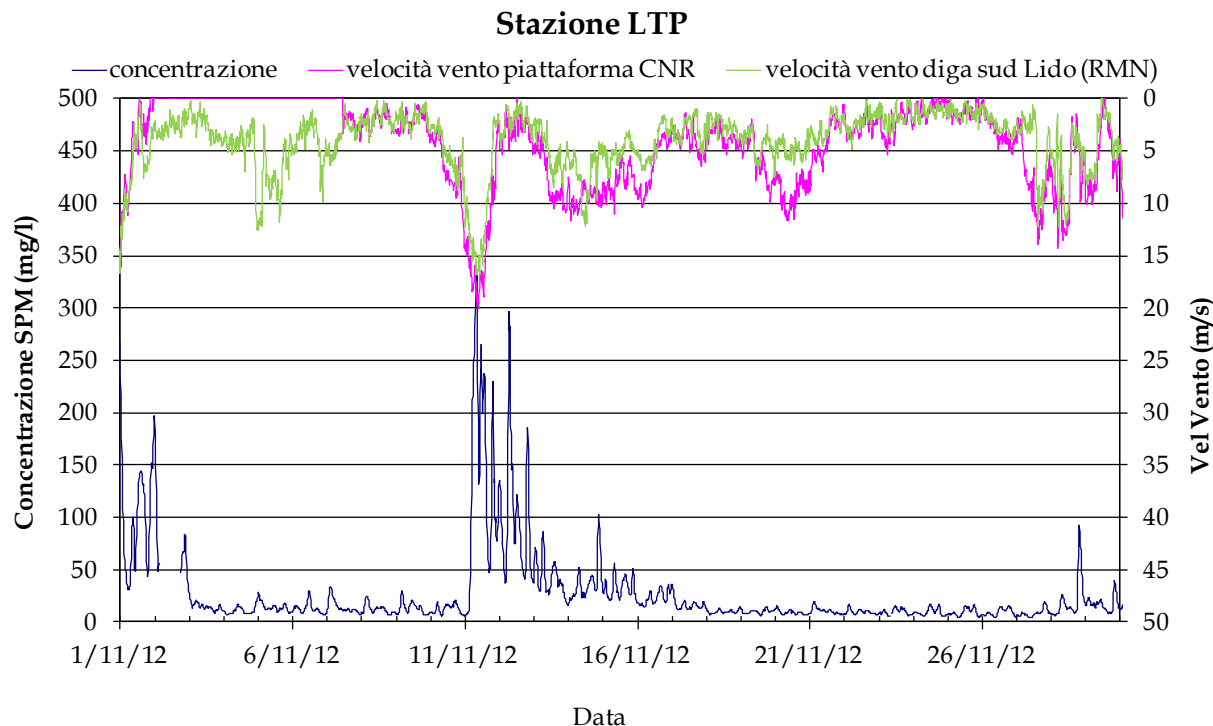


Figura 87. Serie temporale della concentrazione di SPM alla stazione LTP e della velocità del vento misurata alla piattaforma (CNR) (linea viola) e alla diga sud del Lido (RMN) (linea verde) nel mese di Novembre 2012.

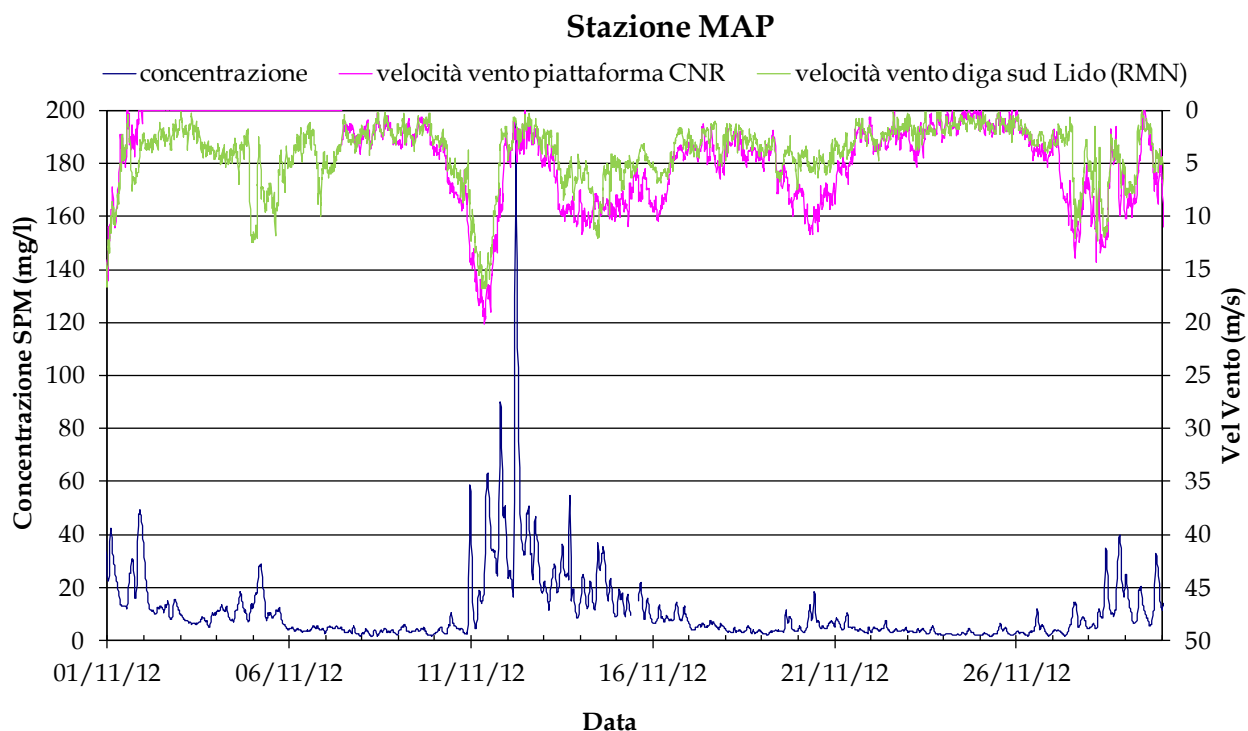


Figura 88. Serie temporale della concentrazione di SPM alla stazione MAP e della velocità del vento misurata alla piattaforma (CNR) (linea viola) e alla diga sud del Lido (RMN) (linea verde) nel mese di Novembre 2012.

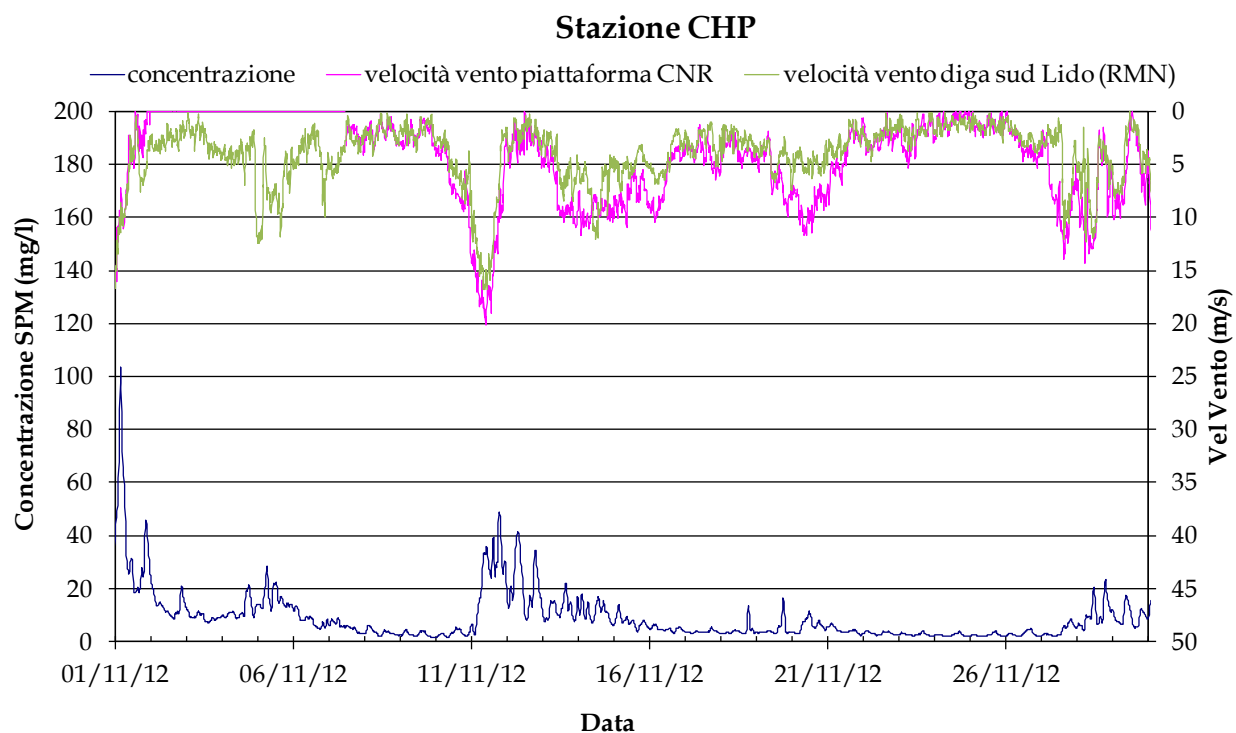


Figura 89. Serie temporale della concentrazione di SPM alla stazione CHP e della velocità del vento misurata alla piattaforma (CNR) (linea viola) e alla diga sud del Lido (RMN) (linea verde) nel mese di Novembre 2012.

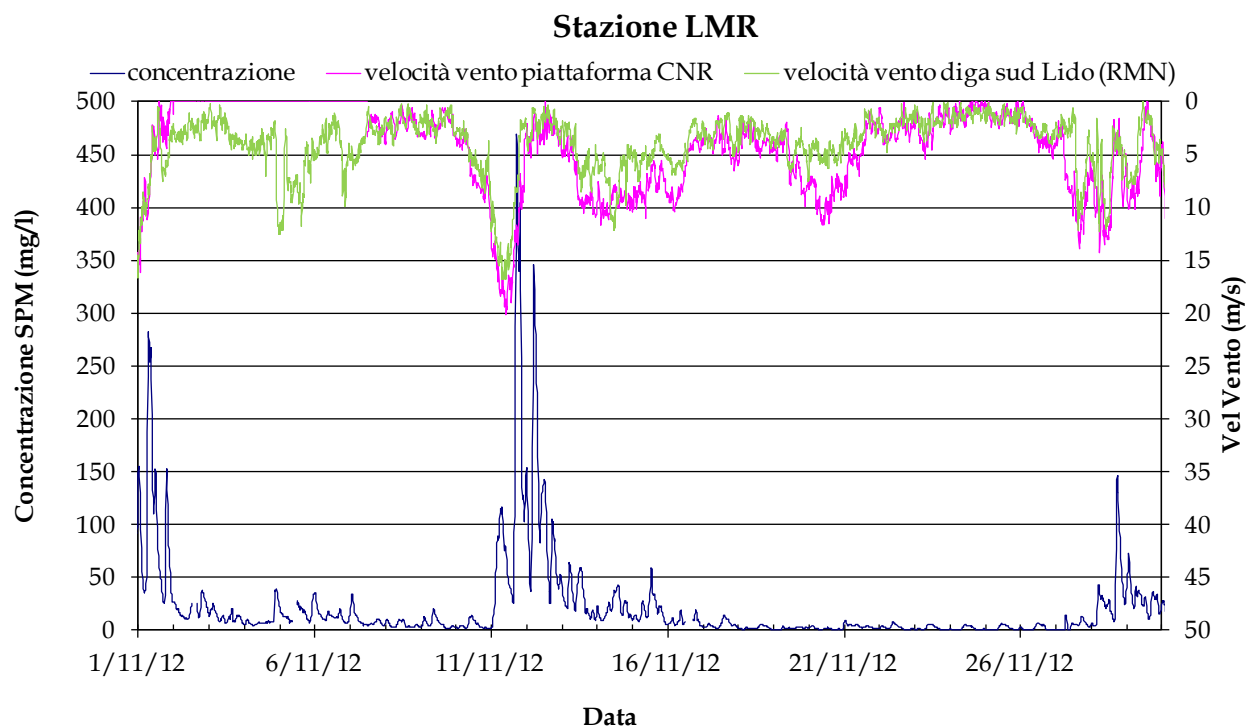


Figura 90. Serie temporale della concentrazione di SPM alla stazione LMR e della velocità del vento misurata alla piattaforma (CNR) (linea viola) e alla diga sud del Lido (RMN) (linea verde) nel mese di Novembre 2012.

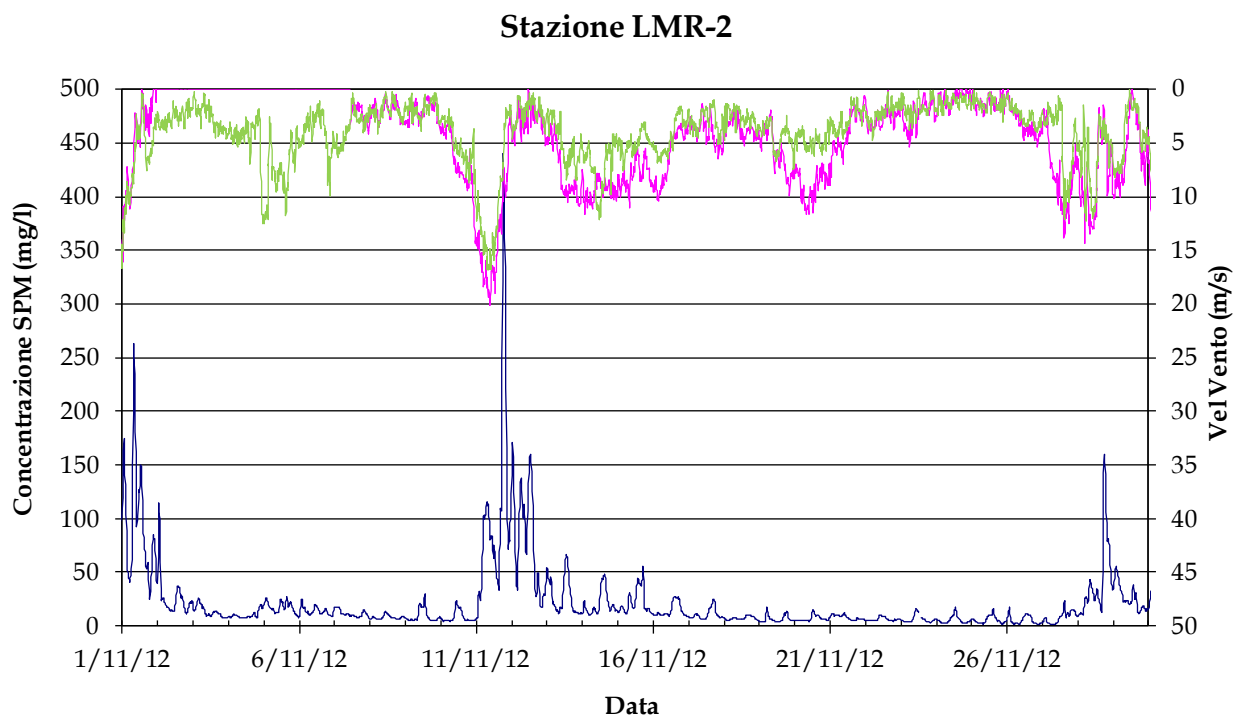


Figura 91. Serie temporale della concentrazione di SPM alla stazione LMR-2 e della velocità del vento misurata alla piattaforma (CNR) (linea viola) e alla diga sud del Lido (RMN) (linea verde) nel mese di Novembre 2012.

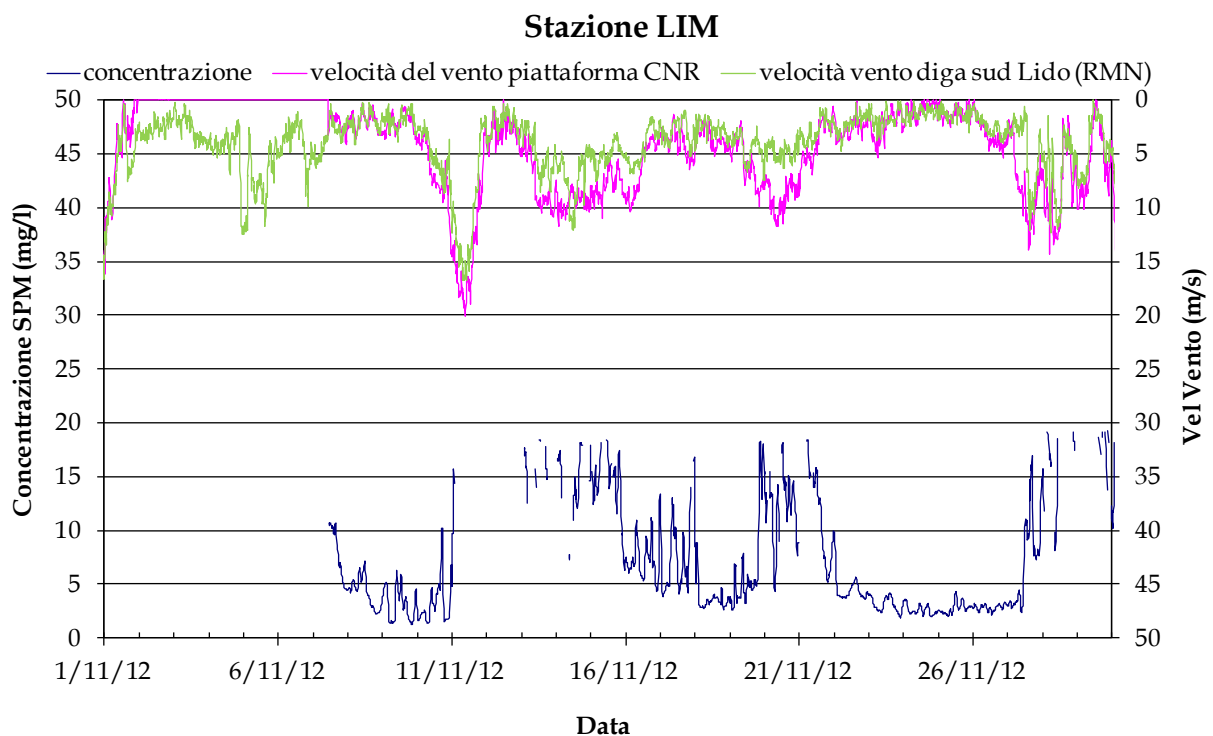


Figura 92. Serie temporale della concentrazione di SPM alla stazione LIM e della velocità del vento misurata alla piattaforma (CNR) (linea viola) e alla diga sud del Lido (RMN) (linea verde) nel mese di Novembre 2012.

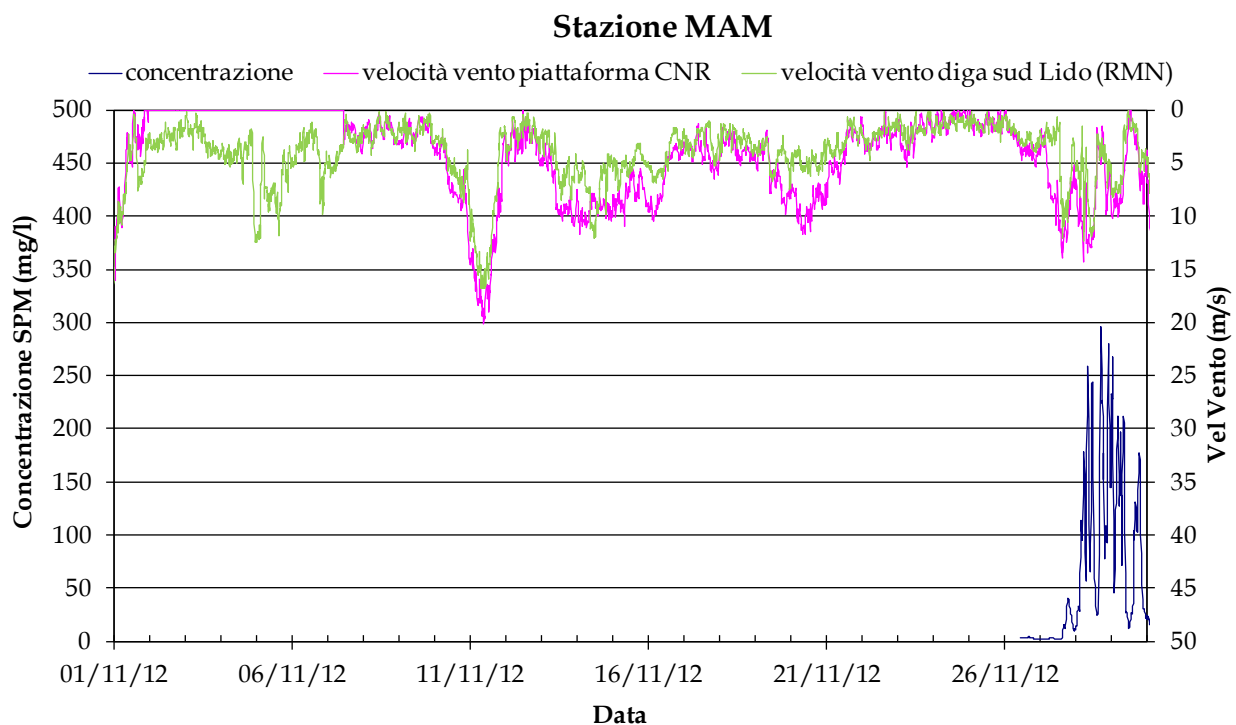


Figura 93. Serie temporale della concentrazione di SPM alla stazione MAM e della velocità del vento misurata alla piattaforma (CNR) (linea viola) e alla diga sud del Lido (RMN) (linea verde) nel mese di Novembre 2012.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

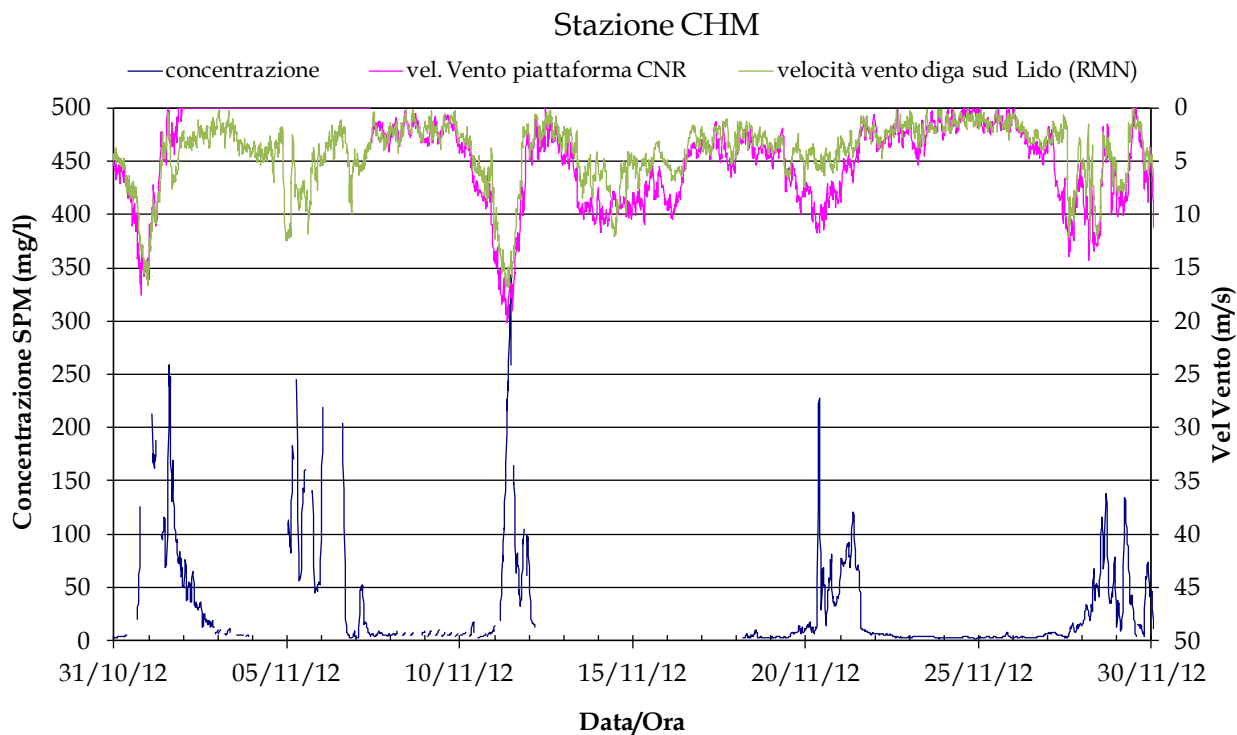


Figura 94. Serie temporale della concentrazione di SPM alla stazione CHM3 e della velocità del vento misurata alla piattaforma (CNR) (linea viola) e alla diga sud del Lido (RMN) (linea verde) nel mese di Novembre 2012.

Sulle serie temporali convertite in mg/l è stata svolta un'elaborazione statistica i cui risultati sono riportati nella Tabella 11.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Tabella 11. Parametri statistici rappresentativi delle serie temporali acquisite nelle stazioni di misura della torbidità nel periodo Maggio 2011-Aprile 2012. N_{tot} è il numero totale di dati validati sui quali è stata fatta l'elaborazione. Le concentrazioni sono in mg/l.

	<i>Stazioni in laguna</i>			<i>Stazioni in bocca</i>		<i>Stazioni a mare</i>		
PARAMETRI	LTP	MAP	CHP	LMR	LMR-2	LIM	MAM	CHM3
Ntot	32812	31576	33447	33567	32524	27024	27210	11867
Media	16.7	7.3	7.8	10.9	12.8	11.3	10.3	19.2
Dev. Std.	24.7	7.3	9.0	21.9	16.6	20.9	30.1	30.7
Max.	743.1	195.0	274.7	687.2	440.3	381.9	620.2	364.7
Min.	2.3	0.5	1.52	0.8	1.1	0.8	0.2	0.39
25° percentile	8.4	3.4	3.8	2.8	6.0	3.3	2.8	3.7
50° percentile	11.9	5.1	5.4	5.9	8.7	5.4	4.4	7.9
75° percentile	17.1	8.2	8.4	11.8	13.5	12.2	9.4	19.7
95° percentile	36.5	19.9	20.4	31.3	33.3	35.8	24.0	77.3
Media interquartile	12.8	5.8	6.1	7.3	9.7	7.8	6.1	11.7

Poiché che la sonda CHM3 è stata reintrodotta nelle rete a Ottobre 2012 e la percentuale di funzionamento è quindi più bassa delle altre, non si ritiene significativo il confronto con le altre stazioni.

Valori medi, massimi e minimi di torbidità

Per quanto riguarda le medie semplici, si hanno valori più bassi e tra loro simili nelle due stazioni all'interno delle bocche di porto (MAP 7.3 mg/l, CHP 7.8 mg/l) mentre il massimo si ha per LTP (16.7 mg/l). Le restanti stazioni assumono valori intermedi: MAM (10.3 mg/l), LMR (10.9 mg/l), LIM (11.3 mg/l), LMR-2 (12.8 mg/l).

La deviazione standard assume valori superiori alla media per tutte le stazioni, eccetto per MAP che è pari alla media stessa. Essendo il rapporto deviazione standard/media maggiore dell'unità e pari all'unità per MAP, questo implica una notevole dispersione dei dati.

È utile utilizzare pertanto come indicatore la media interquartile (media tra il 25° e il 75° percentile) che rappresenta il valore medio non influenzato dagli outlier cioè dagli eventi estremi. Analizzando tale parametro si nota che si hanno valori più bassi per le stazioni MAP (5.8 mg/l), MAM e CHP (6.1 mg/l) ed il massimo si ha per LTP (12.8 mg/l). Le restanti stazioni assumono valori intermedi LMR (7.3 mg/l), LIM (7.8 mg/l), LMR-2 (9.7 mg/l).

Per quanto riguarda i valori di torbidità massimi, i più elevati sono stati raggiunti nelle stazioni LTP (743.1 mg/l) durante l'evento meteo del giorno 25 Gennaio 2013, LMR (687.2 mg/l) durante l'evento meteo del giorno 11 Febbraio 2013 e MAM (620.2 mg/l) durante l'evento del giorno 12 Febbraio 2013. Valori elevati si hanno anche per le stazioni LMR-2 (440.3 mg/l) in seguito all'evento meteo del 11 Novembre 2012, LIM (381.9 mg/l) in seguito all'evento del giorno 12

Febbraio 2013, CHP (247.7 mg/l) durante l'evento meteo del 28 Ottobre 2012, MAP (195.0 mg/l) in seguito all'evento del 11 Novembre 2012.

I periodi di mare calmo e debole corrente di marea possono essere caratterizzati da acque eccezionalmente limpide; infatti i valori minimi di torbidità scendono fino a 0.2 mg/l all'esterno della bocca di porto di Malamocco.

Percentili

Per quanto riguarda i valori del 25° percentile, che rappresentano con una buona approssimazione le condizioni ordinarie in assenza di perturbazioni (trascurabile moto ondoso e velocità della corrente di marea inferiore a qualche cm/s), le stazioni presentano valori bassi abbastanza simili tra loro variabili tra 2.8 mg/l (MAM) e 3.8 mg/l. (CHP). Si differenziano LMR-2 con 6.0 mg/l e LTP con 8.4 mg/l.

Per il 50° percentile, che rappresenta le condizioni più probabili, si ha un valore più basso per la stazione MAM (4.4 mg/l) mentre per le altre stazioni si hanno valori leggermente più elevati e simili tra loro (5.1 mg/l per MAP, 5.4 mg/l per CHP e LIM, 5.9 mg/l per LMR). È leggermente più elevato per LMR-2 (8.7 mg/l) e LTP (11.9 mg/l).

Anche per 75° percentile si ha un valore massimo in LTP (17.1 mg/l), dei valori intermedi per LMR-2 (13.5 mg/l), LIM (12.2 mg/l) e LMR (11.8 mg/l) e dei valori simili tra loro per MAM (9.4 mg/l), CHP (8.4 mg/l). e MAP (8.2 mg/l). Tale parametro si può considerare come indice dei valori di torbidità relativamente elevati, dovuti sia al carico organico (particolarmente cospicuo nei mesi estivi, specialmente nelle stazioni più interne), sia ad eventi meteomarinari di moderata intensità.

Al contrario, la distribuzione del 95° percentile è rappresentativa dei valori estremi legati al verificarsi di eventi meteomarinari intensi, che possono provocare un apprezzabile innalzamento della concentrazione del materiale solido sospeso in laguna, ma soprattutto il risollevarsi di sedimenti lungo costa con aumenti del carico rilevabili anche nei giorni successivi all'evento. Valori più bassi si hanno per le stazioni in bocca di Malamocco (19.9 mg/l per MAP e 24.0 per MAM) e Chioggia (20.4 mg/l). Valori più elevati ma tra loro simili si hanno per le stazioni in bocca di Lido: LMR (31.3 mg/l), LMR-2 (33.3 mg/l), LIM (35.8 mg/l) LTP (36.5 mg/l).

Si nota come i valori dei percentili (25°, 50°, 75°) per la stazione LTP siano sempre superiori alle altre. Questo significa che i valori di torbidità naturale di questa stazione durante quest'anno di monitoraggio sono risultati particolarmente elevati, probabilmente a causa della sua posizione: si trova infatti lungo un canale interno alla laguna dove vi è molto passaggio di imbarcazioni e pertanto è più esposta a fenomeni di moto ondoso e anche ad apporti dai bassi fondali. Questo è confermato anche dalla media (semplice e interquartile) superiore alle altre stazioni.

Si nota inoltre come tutte le stazioni abbiano i valori massimi molto elevati a causa degli eventi meteo particolarmente intensi che hanno interessato i mesi di Ottobre e Novembre 2012, Gennaio e Febbraio 2013.

7.4 Analisi degli eventi meteo e dei picchi di torbidità

Nella Tabella 12 si riportano, per l'anno considerato, gli eventi meteo (orari, velocità del vento, direzione media del vento) durante i quali la velocità del vento, misurata alla piattaforma oceanografica del CNR-ISMAR e alla stazione posta presso la diga sud della bocca di Lido (per il mese di Novembre 2012) ha superato i 10 m/s, nonché il valore massimo della concentrazione di solidi sospesi in tutte le stazioni durante ciascun evento.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Nei precedenti Studi (Definizione dei valori soglia della torbidità all'interno delle bocche di porto, Studio B.6.72 B/1, Settembre 2005; Linee guida misure speditive, Studio B.6.72 B/1, Dicembre 2006; Rapporto Finale, Studio B.6.72 B/1, Dicembre 2006) si è stabilito, per le attività di cantiere, il valore di soglia della concentrazione del materiale solido sospeso pari a 30 mg/l, confermato anche dalle recenti elaborazioni riportate nel Rapporto Finale, Studio B.6.72 B/6, Luglio 2011.

Tale valore di soglia, come è ovvio, può venire superato anche per eventi naturali, segnatamente (ma non esclusivamente) in corrispondenza a forte vento. Questi ultimi eventi (definiti da una velocità superiore a 10 m/s) sono elencati nella Tabella 12, nella quale vengono anche evidenziati in rosso i valori di concentrazione che superano il valore soglia di 30 mg/l.

CORILA

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Tabella 12. Eventi meteo significativi (velocità del vento superiori a 10 m/s) registrati nel periodo Maggio 2012-Aprile 2013. Si evidenziano in rosso i superamenti della soglia di 30 mg/l. Le celle restano vuote in corrispondenza di dati cancellati durante la procedura di filtrazione e correzione del fouling

Giorno	Orario	Velocità del vento (m/s)	Direzione media (°) e tipo di vento	Concentrazione massima (mg/l)								
				Stazioni in laguna			Stazioni in bocca di porto		Stazioni a mare			
				LTP	MAP	CHP	LMR	LMR-2	LIM	MAM	CHM3	
1 Maggio	16:45-17:15	10.5-12.3	220° libeccio				4.56	7.73	3.02			
12-14 Maggio	23:15-4:45	9.4-24.0	65° bora	63.93	56.7	84.48	194.31	69.3	79.88	180.20		
16 Maggio	4:00-10:00	11.0-24.5	10° tramontana	35.81	17.2	62.68	18.23	14.2	17.13	8.54		
16 Maggio	10:15-14:30	24.0-64.0	42° bora	21.85	17.1	58.19	28.72	45.7	6.16	6.51		
21 Maggio	11:00-11:30	10.8-12.2	86° levante		5.8	5.79	2.31	9.1	1.90	4.92		
29 Maggio	20:45-21.00	12-14.2	338° tramontana	18.25	12.7	5.66	11.37	10.1	2.24	4.09		
3 Giugno	16:00	10.1	156° scirocco	13.23	8.31	4.20	4.21	4.8				
10 Giugno	19:30-20:30	10.2-12.2	248° ponente	19.44	8.31	6.56	11.23					
12 Giugno	6:30	11.5	173° mezzogiorno	21.57	7.00	6.31	2.13					
12 Giugno	8:15	10.8	148° scirocco	22.15	6.09	9.02	2.78					
12 Giugno	9:00	10	163° mezzogiorno	20.76	6.39	6.78	2.76					
12 Giugno	9:30-10:00	10.6-12.6	213° libeccio	17.48	8.75	6.93	3.13					
12 Giugno	13:15-22:45	8.1-17.1	226° libeccio	20.48	20.50		14.69					
13 Giugno	17:30-17:45	10-10.7	339° tramontana	11.06	9.38		1.94		2.12			
22 Giugno	5:30	10.2	28° bora	17.94	7.82	13.57	9.50		4.11			
25 Giugno	19:30-23:15	8.4-14.9	59° bora		11.51	4.91	6.50		9.94	13.92		
26 Giugno	3:00	10	58° bora		7.55	3.77	3.81		7.28	13.12		
6 Luglio	14:30-14:45	11.1-12.6	59° bora	6.54	6.39	5.68	3.05	8.2	4.14	11.30		
6 Luglio	15:00-15:15	10.2-10.5	78° levante	7.45	7.17	6.64	2.75	8.6	4.23	11.05		
11 Luglio	18:45	10.1	174° mezzogiorno	4.79	7.88	7.51	1.47	26.3	6.07	2.96		
11 Luglio	21:30	11.4	280° ponente	6.82	8.34	5.99	3.17	26.5	6.35	2.85		
13 Luglio	5:00	10	116° scirocco	7.38	4.81	12.43	1.60	84.7	6.38	2.57		
13 Luglio	6:00-6:45	10.2-11.2	119° scirocco	8.24	4.72	10.15	1.56	101.2	8.95	2.45		
14 Luglio	17:00-18:30	10.1-11.7	161° mezzogiorno	12.46	4.04	8.17	1.47	32.4	17.99	0.22		
14 Luglio	19:30	10.7	164° mezzogiorno	10.68	3.90	7.15	1.21	31.6	10.02	0.17		
15 Luglio	11:30-13:30	10.1-17.3	45° bora	7.94	6.24	7.63	4.71	13.8	18.94			
15 Luglio	14:45	10.4	52° bora	9.90	5.33	6.91	2.76	6.2	10.62			
15-16 Luglio	20:15-1:30	9.9-15	34° bora	11.47	4.11	9.46	12.67	18.6	20.83			

CORILA

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Giorno	Orario	Velocità del vento (m/s)	Direzione media (°) e tipo di vento	Concentrazione massima (mg/l)							
				Stazioni in laguna			Stazioni in bocca di porto		Stazioni a mare		
				LTP	MAP	CHP	LMR	LMR-2	LIM	MAM	CHM3
16 Luglio	2:15-3:30	8.2-12.1	49° bora	13.02	3.55	8.11	11.56	7.1	21.36		
16 Luglio	4:30	10.4	5° tramontana	12.61	2.88	8.46	9.25	18.1	23.03		
21 Luglio	11:00-12:30	11.8-13.7	8° tramontana	41.44	2.54	5.56	3.27	30.9	4.90	3.40	
21-23 Luglio	12:45:13:45	9.1-20.6	56° bora	128.46	9.77	22.94	124.26	47.9	46.93	27.67	
23 Luglio	16:30-23:00	9.6-14.0	55° bora	31.83	4.91	8.15	69.54	47.0	46.40	22.48	
30 -31 Luglio	22:15-1:30	9.2-14.6	37° bora	32.96	5.99	6.21	12.16		35.21	11.32	
31 Luglio	2:45-3:00	10.2	37° bora	30.80	5.45	9.45	10.26			9.74	
31 Luglio	5:30-6:15	9.8-10.4	34° bora	32.52	5.82	7.28	6.19		40.27	10.61	
6 Agosto	17:15	10.1	145° scirocco	11.85	4.99	4.57	3.25	8.73	10.26	3.80	
6 Agosto	17:45-18:30	9.2-10.5	160° scirocco	12.19	5.45	4.90	3.39	10.29	9.41	3.53	
6 Agosto	20:00-20:15	10.6-10.7	213° libeccio	9.13	6.44	5.32	2.02	7.84	10.36	5.59	
9 Agosto	18:00	11.0	36° bora	10.13	5.57	4.65	1.90	5.90	4.95	2.90	
9 Agosto	19:00-19:15	10.4-11.2	40° bora	11.57	6.08	4.70	4.42	6.31	5.16	3.01	
11 Agosto	19:45-20:15	11.1-11.8	93° levante	11.07	5.45	5.06	2.09		3.10	1.31	
26 Agosto	9:00-9:15	10.5-10.6	191° mezzogiorno	4.96	9.30	8.99	1.92	6.1	4.19	4.09	
26 Agosto	15:45-16:30	11.7-13.4	132° scirocco	4.02	13.41	9.18	1.39	6.2	3.73	1.89	
26-27 Agosto	16:45-00:30	12	53° bora	8.54	16.56	13.00	12.52	18.3	11.77	8.99	
31 Agosto	15:15-17:45	9.3-13.6	153° scirocco	14.15	5.93	5.73	8.30	16.5	9.21	3.57	
31 Agosto	21:30	10.1	45° bora	11.93	3.84	4.05	7.60	17.9	9.96	1.52	
1 Settembre	2:45	10.1	43° bora	17.49	6.70	5.89	24.53		11.75	3.38	
1 Settembre	13:30	10.1	59° bora	13.32	4.80	2.10	6.34	9.43	15.37	6.55	
1-2 Settembre	22:00-00:15	9.7-12.5	46° bora	25.32	6.97	9.23	7.88	14.77	15.38	9.32	
3 Settembre	4:30-7:45	10.1-12.7	56° bora	24.72	8.91	21.31	6.53	13.90	18.98	4.37	
3 Settembre	8:00-8:30	10.6-11.3	72° levante	26.87	2.61	6.79	6.42	10.45	2.45	5.02	
4 Settembre	00:30-00:45	14.0-15.6	88° levante	8.13	2.27	3.90	4.31	6.79	17.33	11.13	
4 Settembre	2:30	10.1	5° tramontana	9.81	3.85	6.65	13.84	14.22	15.39	5.16	
5 Settembre	5:00-5:15	12.6	185° mezzogiorno		3.37	3.77	2.18	15.45	5.64	11.53	
12 Settembre	13:45-15:45	10.0-11.7	146° scirocco	8.38	4.66	4.12	10.45	26.72	13.08	3.20	
12 Settembre	16:00-17:00	10.1-13.0	178° mezzogiorno	9.19	4.31	3.92	6.36	25.68	13.52	3.51	
12 Settembre	17:15-17:45	10.2-12.8	324° maestrale	9.11	4.23	3.88	5.64	26.04	13.31	3.69	

CORILA

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Giorno	Orario	Velocità del vento (m/s)	Direzione media (°) e tipo di vento	Concentrazione massima (mg/l)							
				Stazioni in laguna			Stazioni in bocca di porto		Stazioni a mare		
				LTP	MAP	CHP	LMR	LMR-2	LIM	MAM	CHM3
13 Settembre	00:00-1:45	11.2-14.9	10° tramontana	15.36	4.55	4.95	15.58	21.91	15.29	2.85	
13 Settembre	2:00-9:30	10.4-18.0	35° bora	26.79	7.01	7.30	12.03	27.78	12.09	6.49	
13 Settembre	11:45-18:30	8.3-12.9	60° bora	28.59	12.54	7.23	22.58	33.37	15.11	8.50	
14 Settembre	13:45-18:45	11.5-18.9	64° bora	28.53	6.65	22.79	26.5	32.29	21.77	11.81	
14 Settembre	19:00-20:15	10.1-12.8	74° levante	40.39	6.72	11.48	31.6	37.53	21.36	13.01	
19 Settembre	20:45-21:15	10.0-12.4	43° bora	108.14	3.10	6.45	6.2	6.86	22.84		
19-20 Settembre	22:45-3:15	9.4-18.0	56°-73° bora-levante	82.79	5.65	16.89	10.3	192.73	18.38		
24 Settembre	13:45-16:15	9.7-14.1	136° bora	25.19	7.58	5.49	4.2	20.91	11.16		
24 Settembre	16:30	15.7	280° ponente	10.58	6.17	4.81	3.9	14.35	10.88		
27 Settembre	4:00-4:15	10.1-10.4	177° mezzogiorno	11.72	3.97	3.61	12.2	11.03			
27 Settembre	16:45-19:00	9.9-13.4	206° libeccio	13.56	3.57	4.93	15.1	15.93			
1 Ottobre	3:15-4:30	10.5-12.5	193° mezzogiorno	14.90	4.51	6.55	8.6	6.82			
8 Ottobre	2:15-2:30	10.5-11.4	58° bora	6.26		2.73	1.3	10.18			2.00
8 Ottobre	3:30-5:30	10.0-11.1	66°-80° bora-levante	6.59		12.43	2.4	10.54			2.25
13 Ottobre	13:00-13:15	10.3-12.3	41° bora	12.95	3.99	3.58	7.6	11.97		15.96	1.94
13 Ottobre	13:30	13.6	356° tramontana	13.77	4.06	3.95	7.5	11.85		16.12	1.80
15 Ottobre	9:30-15:30	8.8-14.4	148°-189° scirocco- mezzogiorno	20.54	17.84	6.62	147.1	20.11		31.78	33.65
27 Ottobre	2:00-3:30	10.2-12.3	178° mezzogiorno	6.16	5.75	7.11	1.39	8.08			
28-29 Ottobre	3:00-7:30	6.9-19.5	56° bora	312.94	60.39	274.73	252.71	249.12			364.69
31 Ottobre	12:30-15:30	9.0-11.6	35° bora	25.69	22.86	80.18	16.62	18.52			
31 Ottobre	16:00-19:00	10.8-17.9	77° levante	66.00	26.78	76.89	20.86	28.99			125.57
31 Ottobre - 1 Novembre	19:15-00:45	10.9-16.1	51° bora	312.71	49.21	49.47	133.37	163.79			
1 Novembre	1:00-2:00	10.3-12.3	14° tramontana	155.63	41.98	67.62	155.64	174.70			
1 Novembre	4:15-5:45	10.0-11.1	34° bora	40.13	28.99	71.67	42.77	49.07			188.00
4-5 Novembre*	22:15-2:30	10.1-12.5	164° mezzogiorno	27.82	17.88	14.21	39.14	26.45			
5 Novembre *	14:30-15:15	10.2-11.8	245° libeccio	13.53	11.09	17.14	31.26	27.53			
10 - 11 Novembre	21:45-14:45	10.3-20.1	140° scirocco	334.50	63.43	39.26	116.9	116.27			343.51

CORILA

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Giorno	Orario	Velocità del vento (m/s)	Direzione media (°) e tipo di vento	Concentrazione massima (mg/l)							
				Stazioni in laguna			Stazioni in bocca di porto		Stazioni a mare		
				LTP	MAP	CHP	LMR	LMR-2	LIM	MAM	CHM3
11 Novembre	15:00-18:00	10.0-13.5	163° mezzogiorno	112.63	34.77	48.45	423.3	390.97			82.59
11 Novembre	19:30	10.1	183° mezzogiorno	229.84	90.10	39.10	349.8	334.40			82.74
13 Novembre	13:45	10.5	48° bora	56.68	24.96	16.65	59.3	61.43			
13 Novembre	20:00-22:30	10.0-10.9	56° bora	33.21	16.45	13.81	19.3	12.36			
14 Novembre	1:00-7:30	9.2-11.7	46° bora	52.09	25.01	18.00	22.7	23.71			
14 Novembre	19:30-19:45	10.1-10.2	66° bora	49.37	22.19	10.91	27.4	17.56			
14 Novembre	21:00	10.3	66° bora	110.76	19.67	7.56	26.6	20.23			
14 Novembre	22:45	10.4	51° bora	47.10	9.22	5.82	12.9	14.45			
14 Novembre	23:30	10.1	49° bora	33.81	8.78	6.03	15.8	13.88	14.57		
15 Novembre	2:00	10.1	53° bora	38.53	18.43	11.35	12.9	17.66	13.27		
15 Novembre	7:45-8:00	10.6-11	38° bora	56.18	16.77	9.29	28.5	30.91			
16 Novembre	2:45-4:00	10.0-10.4	33° bora	17.75	12.52	6.30	11.4	12.42	6.64		
20 Novembre	4:00-4:45	9.3-10.7	51° bora	7.88	3.39	3.43	3.7	5.43	13.48		12.10
20 Novembre	6:30-14:00	8.80-11.7	51° bora	12.20	18.57	11.30	2.6	14.39	18.21		227.35
27 Novembre	10:30	10.8	159° mezzogiorno	4.98	3.97	2.32	0.95	3.62	3.79	2.43	4.40
27 Novembre	12:15-18:30	9.6-13.9	120°160° scirocco- mezzogiorno	17.12	14.69	7.72	13.37	23.56	16.94	40.81	16.12
28 Novembre	1:30-2:15	10.3-10.9	85° levante	7.22	5.51	6.20	6.80	12.14		32.52	29.14
28 Novembre	3:45-5:00	10.5- 14.36	163° mezzogiorno	8.12	5.69	7.04	18.57	26.46	18.90	172.96	29.58
28 Novembre	5:30-6:00	9.8-10.4	136° scirocco	14.90	10.30	9.88	43.12	27.33	16.36	175.02	33.40
28 Novembre	7:00-12:15	10.8-13.5	117° scirocco	26.04	34.90	20.49	32.79	43.36		259.10	67.37
29 Novembre	00:15-1:00	10.0-10.2	172° mezzogiorno	19.43	24.86	10.54	39.92	46.87		267.25	37.09
29 Novembre	4:30	10.1	185° mezzogiorno	16.26	8.47	7.11	33.08	37.18		191.58	71.05
30 Novembre - 1 Dicembre	1:30-11:15	9.2-17.3	47° bora	93.03	37.12	96.43	158.82	104.42		229.26	135.84
1 Dicembre	18:15	10.2	42° bora	24.84	21.87	35.75	43.06	38.84	10.43	11.39	24.59
2 Dicembre	7:30	10.1	11° tramontana	10.56	8.69	15.18	8.69	11.66	5.62	7.48	9.40
2 Dicembre	8:45	10.2	0° tramontana	13.16	10.96	11.43	7.78	11.68	5.32	5.91	9.17
2 Dicembre	16:15-17:15	11.1-13.4	27° bora	21.61	18.40	15.48	32.57	34.48	5.87	7.38	6.58

CORILA

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Giorno	Orario	Velocità del vento (m/s)	Direzione media (°) e tipo di vento	Concentrazione massima (mg/l)							
				Stazioni in laguna			Stazioni in bocca di porto		Stazioni a mare		
				LTP	MAP	CHP	LMR	LMR-2	LIM	MAM	CHM3
2 Dicembre	17:30-17:45	10.2-12.1	12° tramontana	21.55	17.59	20.88	23.21	31.82	4.93	7.41	5.97
2 Dicembre	18:00-21:00	10.5-11.4	50° bora	20.65	16.55	23.90	45.66	47.40	8.77	20.39	8.43
6 Dicembre	1:00	10.4	91° levante	5.80	3.30	4.81	1.56	3.69	8.79	3.34	5.90
6-7 Dicembre	22:30-1:15	9.8-10.9	52° bora	6.33	3.50	4.93	2.88	5.49	11.12	2.62	19.69
7 Dicembre	1:45-2:00	10.2-10.3	74° levante	4.70	2.86	4.84	3.16	5.86	11.03	2.85	6.33
7-8 Dicembre	16:00-00:15	10.1-15.1	31° bora	5.01	14.93	16.08	3.19	6.04	16.23	10.73	18.05
8 Dicembre	00:30-4:30	9.3-13.0	0° tramontana	6.48	9.66	12.84	5.09	6.72	19.10	9.34	37.31
8 Dicembre	5:00-6:00	11.5-17.4	33° tramontana	4.84	5.35	14.74	2.75	7.44		9.54	35.70
8 Dicembre	6:15-9:45	9.7-13.2	13° tramontana	7.50	8.11	19.38	9.63	10.98		24.22	40.52
8 Dicembre	10:00-11:00	11.6-17.9	32° bora	7.97	7.92	15.94	10.78	10.54		27.29	26.28
8 Dicembre	11:45-12:30	10.5-11.9	26° bora	8.33	9.09	22.53	11.69	10.73		17.71	43.48
8 Dicembre	13:45-20:30	10.2-16.4	58° bora	8.23	8.19	17.83	19.90	18.93		52.84	89.15
11 Dicembre	19:00-20:00	9.4-10.9	31° bora	14.34	9.67	7.63	4.70	8.35		4.58	43.32
13 Gennaio	17:00-17:45	10.2-10.9	45° bora	9.66	8.57	15.05	6.90	8.71	3.13	1.87	
13-14 Gennaio	20:00-9:45	10.0-15.0	43° bora	33.49	27.78	75.83	12.47	14.06	45.28	25.06	
15-16 Gennaio	23:45-14:45	8.6-19.6	43° bora	136.88	23.21	50.05	13.46	16.16	67.60	12.37	
16 Gennaio	15:00-17:45	10.7-17.4	109° levante	28.87	70.87	87.01	15.12	17.63	131.83	45.60	
17-18 Gennaio	6:30-00:15	10.3-16.7	45° bora	237.83	36.51	72.07	58.48	55.50	98.59	198.38	
18 Gennaio	00:30-00:45	10.6-10.8	14° tramontana	57.59	21.33	31.02	29.67	27.86	59.01	101.52	
18 Gennaio	2:00-2:15	10.2-11.1	35° bora	38.37	30.12	30.26	24.74	28.02	76.66	68.80	
19-20 Gennaio	22:30-2:15	10.1-12.9	31° bora	33.71	7.75	8.66	8.58	8.68	9.22	3.75	
24 Gennaio	2:00	10.1	70° levante	8.68	3.54	6.15	5.31	7.60	5.37	3.41	7.36
24 Gennaio	3:45-4:00	10.2-10.7	52° bora	8.45	3.88	5.65	5.15	6.59	37.42	6.47	24.68
24 Gennaio	7:45	10.1	43° bora	12.48	5.02	5.82	16.75	8.11	26.49	6.93	2.79
24 Gennaio	9:45	10.1	48° bora	9.86	6.61	8.17	12.62	10.08	11.07	7.76	6.12
24 Gennaio	12:15-22:45	9.6-18.3	52° bora	83.65	17.44	33.13	26.46	21.77	47.42	29.49	104.93
24-25 Gennaio	23:00-2:15	14.3-15.9	71° levante	19.70	27.04	35.75	21.80	17.88	26.82	15.37	56.03
25 Gennaio	2:30-15:45	9.9-15.7	61° bora	63.70	22.94	28.12	72.71	62.99	66.43	53.00	98.52
25 Gennaio	16:00-23:00	10.1-14.6	70° levante	743.12	36.43	20.03	89.11	77.03	124.39	62.72	40.38
26 Gennaio	6:30-9:00	9.8-11.2	51° bora	101.23	32.35	14.78	39.04	27.00	71.75	39.01	25.92

CORILA

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Giorno	Orario	Velocità del vento (m/s)	Direzione media (°) e tipo di vento	Concentrazione massima (mg/l)							
				Stazioni in laguna			Stazioni in bocca di porto		Stazioni a mare		
				LTP	MAP	CHP	LMR	LMR-2	LIM	MAM	CHM3
2-3 Febbraio	13:15-0:00	9.8-24.2	38° bora	62.62	21.02	51.38	48.23	33.06	48.53	33.58	46.62
6 Febbraio	13:45-20:30	10.9-13.4	42° bora	24.35	6.55	11.02	14.17	10.98	21.91	6.63	26.31
9 Febbraio	21:15-22:00	11.4-13.4	268° ponente	21.41	2.48	5.32	3.18	3.85	5.66	2.20	37.14
11 Febbraio	11:00-13:30	9.5-10.9	46° bora	13.16	13.48	33.63	5.10	5.36	8.22	3.14	19.00
11 Febbraio	14:00-16:15	10.9-13.3	79° levante	12.02	21.94	38.20	7.71	6.85	17.94	6.35	22.43
11 Febbraio	16:30-19:45	10.5-17.9	39° bora	126.29	36.67	21.03	408.27	180.23	196.69	257.00	107.89
11 Febbraio	20:00-20:30	11.7-15.00	145° scirocco	194.09	50.47	27.70	465.67	211.78	283.30	307.47	132.85
12 Febbraio	00:15-2:00	9.7-11.2	30° bora	137.70	47.83	35.15	217.56	147.55	288.48	620.22	128.57
13 Febbraio	11:45-12:00	13.7-12.3	59° bora	62.08	18.49	20.33	53.45	37.24	33.38	42.20	33.09
13 Febbraio	15:00-18:00	10.3-13.5	30° bora	41.35	21.71	37.62	31.12	22.43	84.09	23.00	148.66
13 Febbraio	19:30	10.5	33° bora	29.38	10.21	16.88	44.14	25.77	60.85	21.00	44.86
13 Febbraio	20:30-20:45	10.3-10.6	48° bora		13.28	20.63	41.36	31.59	105.23	27.23	60.63
14 Febbraio	1:00-1:15	10.3-11.9	47° bora	30.89	14.12	18.48	27.50	20.03	57.57	32.05	34.69
14 Febbraio	5:30-11:15	7.9-12.2	53° bora		16.73	26.54	26.79	22.01	99.33	20.62	105.51
17 Febbraio	17:00-19:00	10.1-12.4	65° bora	8.94	7.76	6.76	4.23	4.98	61.32	13.42	
17 Febbraio	19:15-19:30	11-11.1	77° levante	8.81	6.57	6.33	5.52	6.14	41.57	15.36	
21-22 Febbraio	00:15-11:00	9.2-16.4	50° bora	64.16	29.29	46.12	60.11	35.82	54.18	81.64	
22 Febbraio	17:15	10.2	51° bora	26.94	26.15	24.22	26.87	15.87	20.00	17.85	
22 Febbraio	19:30-21:15	10.2-11.5	48° bora	84.91	24.03	19.01	22.63	14.26	22.94	21.56	
22 Febbraio	22:45-23:30	9.9-10.8	43° bora	37.47	15.39	18.13	17.71	11.03	21.09	16.68	
23 Febbraio	1:00	10.1	6° tramontana	19.73	13.09	16.96	25.30	11.33	12.40	11.65	
23 Febbraio	1:30-1:45	10.3-11.5	34° grecale	16.59	12.39	15.31	22.78	11.09	12.01	11.56	
23 Febbraio	14:45-15:30	9.9-10.4	66° bora	18.17	9.18	11.43	20.89	8.78	8.25	8.68	
23-24 Febbraio	17:30-1:45	10.6-16.1	44° bora	80.50	20.17	47.72	21.76	12.13	23.25	18.83	
24 Febbraio	17:30-18:15	11.4-11.8	66° bora	76.50	18.32	14.11	29.36	16.11	43.54	12.50	
24 Febbraio	21:45	10.5	142° scirocco	395.87	24.53	9.23	22.24	14.60	75.02	11.59	
2 Marzo	7:00-7:30	10.6-11.6	64° bora	10.80	6.00	6.08	5.27	6.46	2.54	3.00	
2 Marzo	10:15-11:15	10.5-11.8	63° bora	9.50	7.63	5.38	5.54	12.86	9.66	4.67	
2 Marzo	12:30	10.3	60° bora	9.85	6.11	7.71	4.03	4.41	11.40	5.39	

CORILA

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Giorno	Orario	Velocità del vento (m/s)	Direzione media (°) e tipo di vento	Concentrazione massima (mg/l)							
				Stazioni in laguna			Stazioni in bocca di porto		Stazioni a mare		
				LTP	MAP	CHP	LMR	LMR-2	LIM	MAM	CHM3
14 Marzo	11:45	10.6	33° bora	7.36	6.28	11.53	6.24	4.54	2.44	4.40	
14 Marzo	13:00	10.3	50° bora	7.24	11.88	13.88	4.55	4.91	10.3	4.47	
14 Marzo	14:00-21:00	10.2-14.2	44° bora	28.29	25.37	26.37	15.84	11.82	7.63	7.24	
15 Marzo	21:45	11.9	102° levante	12.32	5.52	8.74	4.98	5.25	3.24	10.94	
15 Marzo	22:30	10.5	67° bora	11.48	4.99	9.24	3.84	5.12	3.42	10.63	
17-18 Marzo	23:45-2:30	10.0-12.6	42° bora	11.97	12.89	25.97	13.09	9.45	27.78	17.59	
18 Marzo	3:30-8:00	9.3-12.2	126° Scirocco	12.85	25.99	30.40	7.65	14.94	41.52	22.23	
18 Marzo	10:00-12:15	10.7-13.9	152° Scirocco	31.56	9.61	12.97	163.57	98.96	68.89	310.91	
18 Marzo	16:00-17:45	10.2-12.7	239° Libeccio	20.96	9.84	14.97	25.96	18.91	137.62	288.10	
18 Marzo	19:45-00:30	9.4-14.6	225° Libeccio	21.27	9.40	15.96	89.46	12.51	89.99	165.08	
21 Marzo	1:45	10.3	316° Maestrale	8.56	2.96	4.21	10.36	8.33	6.58	5.52	
21 Marzo	9:00	10.3	255° Ponente		3.53	4.23	9.26	8.89	5.27	6.32	
24 Marzo	00:15-00:30	10.2-10.3	48° Bora	16.69	7.13	14.23		17.07	10.47	3.61	3.19
24 Marzo	2:45-3:15	10.4-11.3	46° Bora	9.81	7.25	14.59	27.97	9.39	8.02	7.02	10.39
24-26 Marzo	5:45-7:30	9.3-18.6	51° Bora	287.50	57.78	63.48	204.40	94.93	180.06	87.71	229.88
27 Marzo	00:15-1:45	9.6-10.6	50° Bora	33.54	9.75	16.41	33.70	18.95	14.27	9.16	24.96
28 Marzo	18:45-21:00	10.1-11.7	34° Bora	31.69	7.18	7.45	13.17	9.07	2.68	5.10	4.48
30 Marzo	18:30	10.9	131° Scirocco	9.62	2.28	3.86	6.43	5.48	4.65	2.82	3.17
31 Marzo	5:15-10:00	9.2-14.2	321° Tramontana	21.60	7.92	6.54	18.87	14.39	49.86	7.98	20.11
31 Marzo	16:15-17:15	10-11.4	69° Levante	8.42	15.82	5.64	10.75	7.43	9.45	3.86	3.32
31 Marzo	17:45-23:00	8.2-11.2	47° Bora	17.49	5.35	5.99	20.02	11.17	29.61	8.09	14.67
1 Aprile	00:00-4:15	9.9-13.1	48° Bora	14.72	4.89	10.96	21.00	13.21	34.20	7.74	29.93
1-2 Aprile	23:30-22:45	9.2-16.6	52° Bora	24.24	8.15	17.12	25.54	12.95	38.13	15.57	148.51
4-5 Aprile	21:15-11:30	9.3-15.5	42° Bora	15.84	17.70	20.79	23.41	15.26	8.14	129.10	17.97
7-8 Aprile	5:15-1:00	8.4-14.5	66° Bora	74.65	16.14	15.50	31.55	20.54	44.06	25.05	29.43
19-20 Aprile	23:15-1-30	10.2-15.8	75° Levante	22.01	18.89		6.84	13.53		3.33	14.87
20 Aprile	5:45-7:45	8.3-11	82° Levante	17.74	14.69		5.97	17.31		4.39	13.19
27 Aprile	17:00-22:15	9.1-13.6	147° Scirocco	16.45	7.25	3.83	23.54	8.40	17.49	6.03	6.53
29 Aprile	0:15-0:45	9.7-10.1	75° Levante	11.03	7.71	4.01	12.35	6.07	8.33	5.51	5.15

Dalla Tabella 12 si nota che i prolungati e intensi eventi meteo di bora (12-14 Maggio 2012, 28 Ottobre 2012-1 Novembre 2012, 10 - 11 Novembre 2012, 30 Novembre 2012 - 1 Dicembre 2012, 17-18 Gennaio 2013, 12 Febbraio 2013, 24-26 Marzo 2013) hanno causato una notevole risospensione di sedimenti ed il superamento del valore di soglia in tutte le stazioni della rete. Non è possibile commentare le stazioni LIM e MAM poiché non sono disponibili i dati per l'evento dei giorni 28-29-30-31 Ottobre e 1 -10-11 Novembre.

L'evento del 16 Maggio 2012, inizialmente con vento di tramontana, ha avuto effetto solo nelle stazioni LTP e CHP e in seguito, con il cambio di direzione e il passaggio a bora, ha causato una diminuzione di concentrazione di solidi sospesi a LTP e un aumento a LMR-2.

L'evento di scirocco e mezzogiorno del 13-14 Luglio 2012 ha avuto effetto solo alla stazione LMR-2 mentre l'evento intenso e prolungato dei giorni 21-23 Luglio 2012 ha avuto effetto in tutte le stazioni della bocca di Lido.

L'evento del giorno 31 Luglio 2012, invece, ha creato risospensione solo nelle stazioni di LIM e LTP (i dati di LMR-2 sono stati tolti dalla serie temporale dei dati validati a causa della formazione di fouling).

Gli episodi non continuativi di vento verificatisi nei giorni 13, 14, 15 Novembre 2012 hanno creato risospensione solo nella stazione LTP.

L'evento di scirocco e mezzogiorno dei giorni 28 e 29 Novembre 2012 ha influito solo sulle misure delle stazioni in bocca di porto e in mare (ad eccezione di un leggero superamento nella stazione MAP).

Si ha il superamento del valore di soglia anche nella maggior parte delle stazioni nei giorni 16, 24, 25 Gennaio 2013 non solo con vento di bora ma anche con vento di levante.

L'evento meteo molto intenso avvenuto dal pomeriggio alla notte del giorno 11 Febbraio 2013 in cui si sono susseguiti prima bora, poi scirocco e poi ancora bora, ha causato una notevole risospensione di sedimenti in tutte le stazioni eccetto CHP.

Per quanto riguarda gli altri eventi di minore intensità, dall'analisi della tabella si vede che le varie stazioni rispondono in maniera diversa, mettendo in evidenza così la variabilità spaziale della torbidità e dei meccanismi che la determinano.

In condizioni generali, i superamenti del valore di soglia pari a 30 mg/l ("Definizione dei valori soglia della torbidità all'interno delle bocche di porto", Studio B.6.72 B/1, settembre 2005; "Linee guida misure speditive", Studio B.6.72 B/1, dicembre 2006; "Rapporto Finale", Studio B.6.72 B/1, dicembre 2006) sono legati a numerose e differenti cause, valide solamente per alcune stazioni e per particolari tipologie e durate di eventi:

- eventi di risospensione riconducibili al vento locale, soprattutto bora, tanto in mare quanto specialmente all'interno della laguna;
- aumento della risospensione e del trasporto litoraneo, e quindi del carico, rilevabile anche nei giorni successivi all'evento scatenante di vento sostenuto, o addirittura in assenza di vento (moto ondoso creato a distanza);
- eventi di breve o brevissima durata (nell'arco di 1 ora circa) rilevati nelle stazioni all'interno delle bocche di porto ed in laguna possono essere dovuti al passaggio di imbarcazioni di grandi dimensioni (porta-container o navi cisterna nella bocca di Malamocco) che sono caratterizzate da un pescaggio elevato (superiore ai 9 m.);
- attività di dragaggio dei canali alle bocche di porto.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Poiché l'obiettivo del monitoraggio è sia quello di acquisire i valori di torbidità di fondo ai fini della tutela degli ecosistemi di pregio sia quello di verificare la dispersione della torbidità generata dalle draghe, è stata comunque effettuata per ogni stazione un'analisi dei superamenti della soglia di 30 mg/l rilevati nel periodo Maggio 2011-Aprile 2012.

Nella Tabella 13 si riporta, per ogni stazione, il numero totale di superamenti della soglia di 30 mg/l rilevati nel periodo Maggio 2012- Aprile 2013, mentre nella Tabella 14 si individuano quelli che avvengono o meno in presenza di vento.

Dalla Tabella 13 appare evidente che nel periodo Maggio 2012-Aprile 2013 la percentuale dei superamenti della soglia di concentrazione pari a 30 mg/l rispetto al numero totale dei dati validati per ogni stazione è molto bassa e va da 1.77% (MAP) a 6.65 % (LIM). Si ha invece una percentuale di superamento più elevata per la stazione CHM3 (16.49 %); come indicato nel paragrafo 7.3, però, non è significativo confrontare i risultati ottenuti in questa stazione vista la scarsa percentuale di funzionamento.

Dalla Tabella 14 si nota che, i superamenti sono principalmente dovuti alla risospensione determinata da vento-moto ondoso con percentuali che vanno da 69.92% (LIM) a 100%(CHP).

Da un'analisi dettagliata dei superamenti del valore soglia riportata nei singoli Rapporti di Valutazione [Magistrato alle Acque di Venezia - CORILA, 2012b; 2013; 2013b] non risultano comunque superamenti dovuti alle attività di scavo indicate nel paragrafo 7.5.

CORILA

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Tabella 13. Numero totale di superamenti della soglia di 30 mg/l e percentuale rispetto al numero totale dei dati validati nel periodo Maggio 2012-Aprile 2013.

	<i>Stazioni in laguna</i>						<i>Stazioni in bocca di porto</i>				<i>Stazioni a mare</i>					
STAZIONI	LTP		MAP		CHP		LMR		LMR-2		LIM		MAM		CHM3	
Dati totali	32812		31576		33447		33567		32524		27024		27207		11867	
Condizioni eccezionali con C>30 mg/l	2181	6.65%	560	1.77%	773	2.31%	1778	5.30%	1885	5.80%	1795	6.64%	928	3.41%	1957	16.49%

Tabella 14. Numero totale di superamenti della soglia di 30 mg/l, numero dei superamenti dovuti e non dovuti al vento e relative percentuali rispetto al totale dei superamenti nel periodo Maggio 2012-Aprile 2013.

	<i>Stazioni in laguna</i>						<i>Stazioni in bocca di porto</i>				<i>Stazioni a mare</i>					
STAZIONI	LTP		MAP		CHP		LMR		LMR-2		LIM		MAM		CHM3	
Eventi eccezionali con C>30 mg/l	2181		560		773		1778		1885		1795		928		1957	
Superamenti CERTAMENTE dovuti a risospensione da vento (v >10 m/s)	1970	90.33%	536	95.71%	773	100.00%	1532	86.16%	1362	72.25%	1255	69.92%	819	88.25%	1489	76.09%
Superamenti la cui causa NON È CERTAMENTE legata alla risospensione da vento (v<10 m/s)	211	9.67%	24	4.29%	0	0.00%	246	13.84%	521	27.64%	540	30.08%	109	11.75%	468	23.91%

7.5 Attività di scavo nel periodo considerato

Per il periodo corrispondente all'intervallo Maggio2012-Aprile 2013 sono state rese disponibili dalla Direzione Lavori, per ogni opera di dragaggio, alcune informazioni che vengono riportate nella Tabella 15 (periodo dell'attività, effettivi giorni di scavo e volumi scavati) relative alle seguenti attività:

Bocca di Malamocco

OP/355-2A: aggettamento dragaggio in c.a. - porta lato mare,
OP/413-7: conca 7° str.- dragaggio e protezione fondali lato mare,
OP/355-2B: aggettamento e dragaggio e opere in c.a.,
OP/413-7: conca 7° str.- dragaggio e protezione fondali lato mare,
OP/413-3: salpamento pennello respingenti.

Bocca di Lido

OP/429-4: trasporto ed installazione dei cassoni della barriera,
OP/360-4: porto rifugio 2° fase- allagamento e apertura del bacino.

Tabella 15. Localizzazione attività di dragaggio, denominazione dell'opera, inizio e fine del periodo di scavo, numero effettivo di giornate, e metri cubi di materiale.

	Opera	Periodo	gg scavo	mc
Bocca di Malamocco	OP/355-2A	Dal 28/05/2012 al 31/08/2012	51	80250
		Dal 03/09/2012 al 05/10/2012	23	20250
	OP/413-7	Dal 06/09/2012 al 20/12/2012	72	178400
	OP/355-2B	Dal 14/02/2013 al 10/04/2013	18	42900
	OP/413-7	28/03/2013	1	3000
	OP/413-3	Dal 18/01/2013 al 02/4/2013	29	71900
Bocca di Lido	OP/429-4	Dal 9/05/2012 al 21/5/2012	6	6000
	OP/360-4	Dal 2/05/2012 al 1/08/2012	9	7206

7.6 Parametri statistici rappresentativi delle serie temporali acquisite negli anni di monitoraggio

Nella Tabella 16 si riportano le stazioni di misura attive ad ogni anno di monitoraggio e i relativi periodi di riferimento.

Tabella 16. Periodi di monitoraggio: con la X si indica la presenza della stazione per ogni singolo anno.

	B/1 1-4-05 31-05-06	B/2 1-6-06 30-04-07	B/3 1-5-07 30-04-08	B/4 1-5-08 30-04-09	B/5 1-5-09 30-04-10	B/6 1-5-10 30-04-11	B/7 1-5-11 30-04-12	B/8 1-5-12 30-04-13
Stazioni in laguna								
LSN	X							
LSA		X	X	X				
LTP	X	X	X	X			X	X
MAP	X	X	X	X	X	X	X	X
CHP	X	X	X	X	X	X	X	X
Stazioni in bocca di porto								
LMR	X	X	X	X			X	X
LMR-2		X	X	X			X	X
Stazioni a mare								
LIM	X	X	X	X			X	X
MAM	X		X	X	X	X	X	X
CHM1- CHM2	X							
CHM3								X

Per ciascuna stazione l'analisi è stata svolta per la serie relativa al periodo complessivo delle misure di torbidità degli Studi B/1-B/8, ma anche considerando le serie temporali relative ai singoli anni di misura B/1, B/2, B/3, B/4, B/5, B/6, B/7, B/8. Nell'analisi non si considerano le stazioni LSN, LSA, e le stazioni a mare CHM1, CHM2 e CHM3 perché sono state presenti solo per pochi anni.

I risultati sono presentati in forma tabellare (Tabella 17-Tabella 23).

Tabella 17. Parametri statistici rappresentativi delle serie temporali acquisite nella stazione di misura della torbidità LTP in tutto il periodo di monitoraggio (B/1-B/8), e nei singoli anni. Ntot è il numero totale di dati validati sui quali è stata fatta l'elaborazione.

LTP	B/1-B/8	B/1	B/2	B/3	B/4	B/5	B/6	B/7	B/8
Ntot	169549	24722	29586	31748	27435	NaN	NaN	23246	32812
Media	16.8	17.9	13.4	13.8	21.1	NaN	NaN	18.7	16.7
Dev. Standard	20.7	14.9	8.7	13.2	24.5	NaN	NaN	30.3	24.7
Max.	743.1	186.1	193.1	301.7	502.6	NaN	NaN	661.8	743.1
Min.	0.6	2.3	1.6	2.4	1.1	NaN	NaN	0.6	2.3
10°percentile	6.6	7.6	6.4	6.2	8.7	NaN	NaN	5.5	6.4
25°percentile	8.9	10.2	8.5	8.0	11.3	NaN	NaN	8.1	8.4
50°percentile	12.5	14.2	11.7	11.1	15.2	NaN	NaN	12.0	11.9
75°percentile	17.8	20.1	15.8	15.5	22.0	NaN	NaN	18.3	17.1
90°percentile	26.3	29.4	21.6	21.2	34.1	NaN	NaN	28.0	25.1
95°percentile	37.2	41.6	27.0	28.2	51.4	NaN	NaN	50.9	36.5
Media interquartile	13.4	15.2	12.2	11.8	16.7	NaN	NaN	13.2	12.8

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Tabella 18. Parametri statistici rappresentativi delle serie temporali acquisite nella stazione di misura della torbidità MAP in tutto il periodo di monitoraggio (B/1-B/8), e nei singoli anni. Le concentrazioni sono in mg/l. NUMDATI è il numero totale di dati validati sui quali è stata fatta l'elaborazione.

MAP	B/1-B/8	B/1	B/2	B/3	B/4	B/5	B/6	B/7	B/8
Ntot	244294	24968	31092	33311	25920	33366	32609	31452	31576
Media	9.7	9.0	6.7	11.9	16.2	10.6	9.3	7.2	7.3
Dev. Standard	11.1	6.7	5.4	12.1	17.4	13.5	7.6	11.1	7.3
Max.	299.9	91.1	107.3	158.9	230.7	299.9	141.6	153.4	195.1
Min.	0.3	2.0	1.1	0.3	0.7	1.3	1.8	0.3	0.5
10°percentile	3.4	4.5	3.3	3.7	6.7	4.7	4.2	2.0	2.4
25°percentile	4.8	5.5	4.2	6.2	8.8	5.7	5.5	3.2	3.4
50°percentile	7.0	7.0	5.5	9.3	12.1	7.5	7.5	4.8	5.1
75°percentile	10.7	9.8	7.5	13.2	17.3	10.7	10.7	6.9	8.3
90°percentile	16.8	15.3	10.3	20.3	25.8	17.2	14.6	10.6	14.5
95°percentile	23.6	21.3	13.8	28.7	38.2	24.9	18.8	17.7	19.9
Media interquartile	7.8	7.7	5.8	9.7	13.0	8.2	8.1	5.1	5.8

Tabella 19. Parametri statistici rappresentativi delle serie temporali acquisite nella stazione di misura della torbidità CHP in tutto il periodo di monitoraggio (B/1-B/8) e nei singoli anni. Le concentrazioni sono in mg/l. NTOT è il numero totale di dati validati sui quali è stata fatta l'elaborazione.

CHP	B/1-B/8	B/1	B/2	B/3	B/4	B/5	B/6	B/7	B/8
Ntot	243848	22510	25395	32524	33120	32205	30975	33672	33447
Media	8.9	10.9	6.6	6.9	10.7	10.3	9.5	8.8	7.8
Dev. Standard	12.1	11.6	10.4	8.9	17.0	13.1	12.4	11.1	9.0
Max.	309.0	194.2	221.2	169.8	309.0	215.6	206.9	130.4	274.7
Min.	0.3	0.5	1.0	0.3	0.3	1.5	1.1	1.1	1.5
10°percentile	3.0	4.0	2.4	2.8	3.0	3.5	3.3	2.9	2.8
25°percentile	4.1	5.2	3.3	3.5	4.2	4.9	4.4	4.1	3.8
50°percentile	5.8	7.1	4.6	4.7	6.1	7.0	6.3	5.8	5.4
75°percentile	8.9	11.1	6.4	6.8	10.1	10.8	9.7	8.3	8.4
90°percentile	16.0	21.0	9.7	11.3	20.2	18.5	16.1	16.2	14.2
95°percentile	24.8	33.2	15.5	16.5	32.4	26.0	25.0	27.5	20.4
Media interquartile	6.5	8.1	4.8	5.2	7.2	7.9	7.0	6.2	6.1

Tabella 20. Parametri statistici rappresentativi delle serie temporali acquisite nella stazione di misura della torbidità LMR in tutto il periodo di monitoraggio (B/1-B/8), e nei singoli anni. Le concentrazioni sono in mg/l. NUMDATI è il numero totale di dati validati sui quali è stata fatta l'elaborazione.

LMR	B/1-B/8	B/1	B/2	B/3	B/4	B/5	B/6	B/7	B/8
Ntot	189232	35429	27700	32505	33339	NaN	NaN	26692	33567
Media	9.3	8.5	6.9	7.5	9.5	NaN	NaN	12.4	10.9
Dev. Standard	18.5	15.5	6.7	9.7	10.6	NaN	NaN	34.4	21.9
Max.	687.2	159.3	142.2	153.1	155.0	NaN	NaN	462.0	687.2
Min.	0.7	2.1	1.6	1.0	1.6	NaN	NaN	0.7	0.8
10°percentile	2.7	3.1	3.1	2.5	3.4	NaN	NaN	2.1	1.3
25°percentile	3.7	3.7	3.9	3.4	4.4	NaN	NaN	3.5	2.8
50°percentile	5.3	5.1	5.3	4.7	6.5	NaN	NaN	5.1	5.9
75°percentile	8.6	7.5	7.5	7.3	10.2	NaN	NaN	8.0	11.8
90°percentile	15.6	12.7	11.5	13.1	17.2	NaN	NaN	14.4	21.4
95°percentile	25.3	22.5	15.8	25.4	26.2	NaN	NaN	35.4	31.3
Media interquartile	6.2	5.6	5.7	5.4	7.3	NaN	NaN	5.7	7.3

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Tabella 21. Parametri statistici rappresentativi delle serie temporali acquisite nella stazione di misura della torbidità LMR-2 in tutto il periodo di monitoraggio (B/1-B/8), e nei singoli anni. Le concentrazioni sono in mg/l. NTOT è il numero totale di dati sui quali è stata fatta l'elaborazione.

LMR-2	B/1-B/8	B/1	B/2	B/3	B/4	B/5	B/6	B/7	B/8
Ntot	136590	NaN	27218	27788	25963	NaN	NaN	23097	32524
Media	10.3	NaN	9.0	8.1	9.4	NaN	NaN	12.1	12.8
Dev. Standard	14.8	NaN	7.5	10.1	12.4	NaN	NaN	22.7	16.6
Max.	440.3	NaN	137.3	157.5	233.1	NaN	NaN	284.2	440.3
Min.	0.5	NaN	1.6	0.6	1.3	NaN	NaN	0.5	1.1
10°percentile	3.2	NaN	3.8	2.3	3.0	NaN	NaN	2.5	4.5
25°percentile	4.6	NaN	4.9	3.6	4.4	NaN	NaN	4.0	6.0
50°percentile	7.0	NaN	7.0	5.6	6.6	NaN	NaN	6.9	8.7
75°percentile	10.9	NaN	10.5	8.9	10.0	NaN	NaN	11.0	13.5
90°percentile	17.7	NaN	16.4	14.6	15.7	NaN	NaN	18.8	21.9
95°percentile	26.0	NaN	21.6	20.9	24.9	NaN	NaN	37.8	33.3
Media interquartile	7.8	NaN	7.7	6.3	7.2	NaN	NaN	7.5	9.7

Tabella 22. Parametri statistici rappresentativi delle serie temporali acquisite nella stazione di misura della torbidità LIM in tutto il periodo di monitoraggio (B/1-B/8), e nei singoli anni. Le concentrazioni sono in mg/l. NTOT è il numero totale di dati sui quali è stata fatta l'elaborazione.

LIM	B/1-B/8	B/1	B/2	B/3	B/4	B/5	B/6	B/7	B/8
Ntot	153557	27434	25257	32034	16047	NaN	NaN	25761	27024
Media	15.4	14.2	23.0	14.0	15.5	NaN	NaN	15.2	11.3
Dev. Standard	31.8	20.3	55.1	26.4	21.3	NaN	NaN	30.5	20.9
Max.	451.2	113.1	451.2	395.8	290.5	NaN	NaN	293.0	381.9
Min.	0.2	0.7	0.2	0.6	0.9	NaN	NaN	0.4	0.8
10°percentile	2.5	2.1	2.5	2.8	4.1	NaN	NaN	2.3	2.3
25°percentile	3.7	3.4	3.6	4.2	5.8	NaN	NaN	3.4	3.3
50°percentile	6.3	6.9	5.6	6.6	9.9	NaN	NaN	5.1	5.4
75°percentile	13.2	13.9	10.8	12.6	16.7	NaN	NaN	12.1	12.2
90°percentile	30.9	35.3	52.4	28.1	27.8	NaN	NaN	33.8	22.4
95°percentile	57.3	59.0	134.2	47.8	44.8	NaN	NaN	70.1	35.9
Media interquartile	8.4	8.6	7.2	8.4	11.3	NaN	NaN	7.8	7.8

Tabella 23. Parametri statistici rappresentativi delle serie temporali acquisite nella stazione di misura della torbidità MAM in tutto il periodo di monitoraggio (B/1-B/8), e nei singoli anni. Le concentrazioni sono in mg/l. NTOT è il numero totale di dati sui quali è stata fatta l'elaborazione.

MAM	B/1-B/8	B/1	B/2	B/3	B/4	B/5	B/6	B/7	B/8
Ntot	165712	29119	NaN	24400	26189	20701	13127	24966	27210
Media	13.8	14.6	NaN	6.9	12.3	13.9	3.5	30.6	10.3
Dev. Standard	37.5	24.4	NaN	10.4	18.0	20.3	3.0	80.4	30.1
Max.	746.0	140.4	NaN	133.5	239.5	381.6	25.2	746.0	620.2
Min.	0.1	0.1	NaN	0.6	1.1	1.3	0.2	0.3	0.2
10°percentile	1.8	1.9	NaN	1.6	3.4	3.7	0.7	1.3	2.0
25°percentile	2.9	3.3	NaN	2.3	4.8	5.3	1.4	2.3	2.8
50°percentile	5.2	5.8	NaN	3.6	7.1	8.8	2.5	3.9	4.4
75°percentile	10.2	12.6	NaN	7.1	11.4	16.4	4.8	8.9	9.4
90°percentile	22.5	37.4	NaN	13.8	23.1	24.9	7.3	124.9	16.7
95°percentile	42.9	61.2	NaN	22.8	40.2	35.4	9.0	208.7	24.0
Media interquartile	6.6	8.0	NaN	4.7	8.1	10.9	3.1	5.6	6.1

Le Tabella 17-Tabella 23 mettono in evidenza la variabilità temporale interannuale dei parametri statistici della concentrazione rilevata nelle varie stazioni di misura. Tale variabilità è notevole per tutti i parametri, ma non è evidente alcuna loro sistematica tendenza ad una crescita o decrescita in funzione del tempo. Si riporta infatti, come esempio, in Figura 95 l'andamento della media interquartile per ogni stazione e per i singoli anni di monitoraggio.

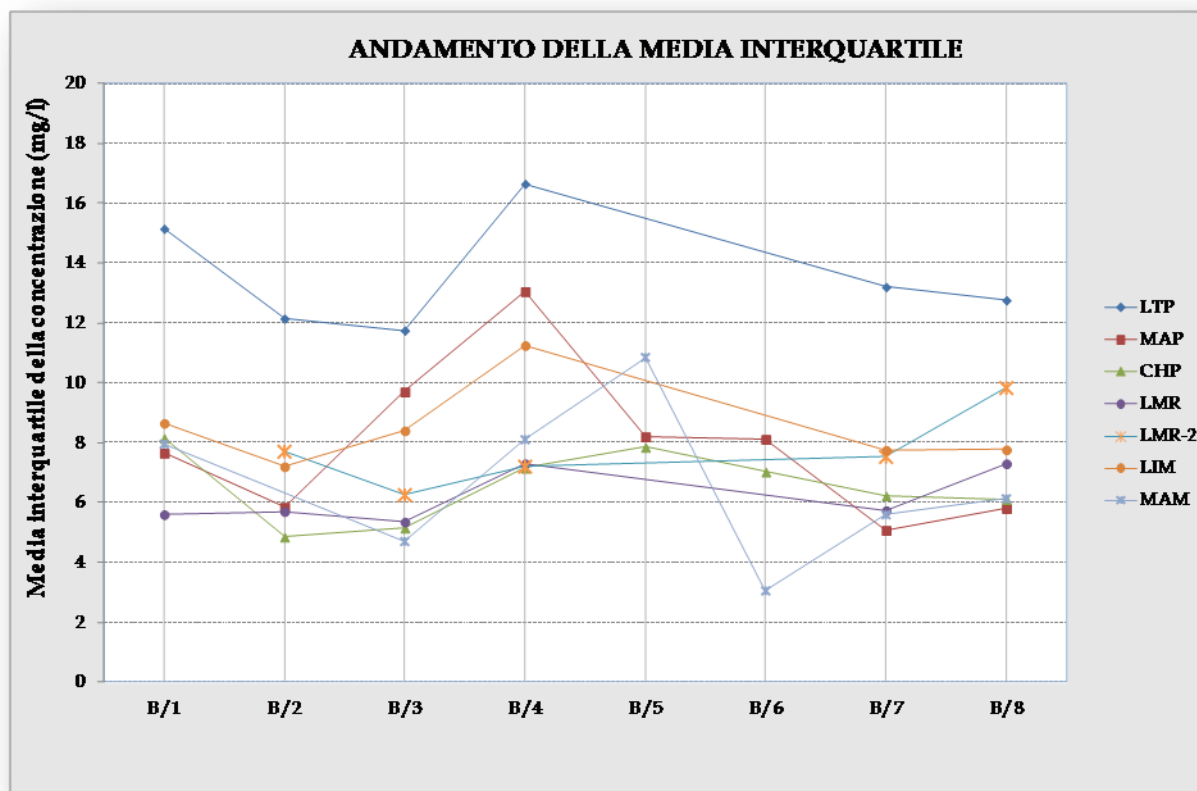


Figura 95. Andamento della media interquartile della concentrazione misurata nelle stazioni fisse durante i singoli anni di monitoraggio.

Si nota comunque per ogni anno di monitoraggio, quanto già descritto nei Rapporti di Valutazione e nei Rapporti Finali: i valori dei percentili (25°, 50°, 75°) e la media interquartile per la stazione LTP sono sempre superiori ai valori delle altre stazioni. Questo significa che i valori di torbidità naturale di questa stazione in generale sono più elevati, probabilmente anche a causa della sua posizione che risente di fenomeni di disturbo, come il passaggio di imbarcazioni che causano moto ondoso e risospensione di sedimenti dai bassi fondali.

Nella Tabella 24 per ogni stazione si riassumono (riportando le prime colonne delle Tabella 17-Tabella 23) i risultati dell'analisi statistica effettuata su tutti i dati relativi a tutti gli anni di monitoraggio (B/1-B/8) con lo scopo di mettere in evidenza la variabilità spaziale delle misure.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Tabella 24. Parametri statistici rappresentativi delle serie temporali acquisite nelle stazioni di misura della torbidità in tutto il periodo di monitoraggio. Le concentrazioni sono in mg/l. NTOT è il numero totale di dati validati sui quali è stata fatta l'elaborazione.

	STAZIONI LAGUNARI			STAZIONI IN BOCCA DI PORTO		STAZIONI A MARE	
	LTP	MAP	CHP	LMR	LMR-2	LIM	MAM
Ntot	169549	244294	243848	189232	136590	153557	165712
Media	16.8	9.7	8.9	9.3	10.3	15.4	13.8
Dev. Standard	20.7	11.1	12.1	18.5	14.8	31.8	37.5
Max.	743.1	299.9	309.0	687.2	440.3	451.2	746.0
Min.	0.6	0.3	0.3	0.7	0.5	0.2	0.1
10°percentile	6.6	3.4	3.0	2.7	3.2	2.5	1.8
25°percentile	8.9	4.8	4.1	3.7	4.6	3.7	2.9
50°percentile	12.5	7.0	5.8	5.3	7.0	6.3	5.2
75°percentile	17.8	10.7	8.9	8.6	10.9	13.2	10.2
90°percentile	26.3	16.8	16.0	15.6	17.7	30.9	22.5
95°percentile	37.2	23.6	24.8	25.3	26.0	57.3	42.9
Media interquartile	13.4	7.8	6.5	6.2	7.8	8.4	6.6

Nella Figura 96 si riporta l'andamento dei percentili: anche in questo caso si conferma il comportamento già descritto per la stazione LTP e si nota come le stazioni a mare abbiano il 95° percentile molto più elevato a conferma del fatto che risentono maggiormente degli eventi estremi.

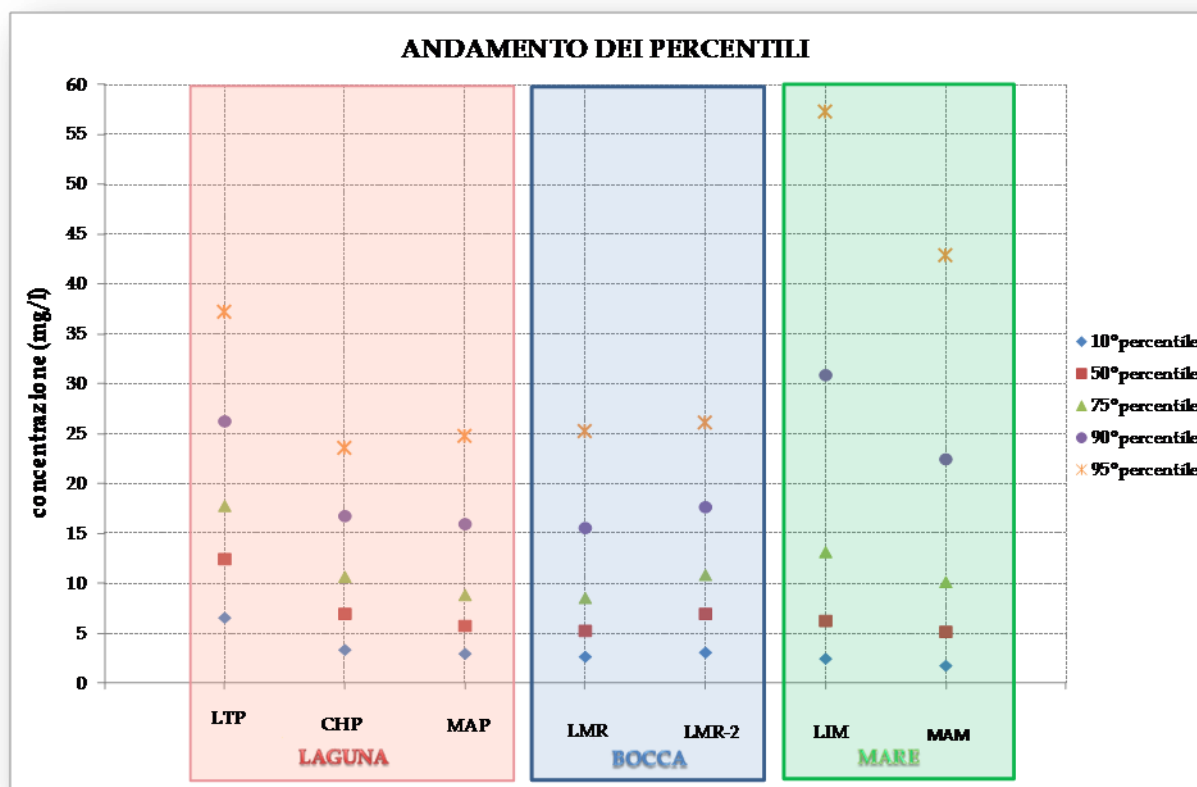


Figura 96. Andamento dei percentili della concentrazione misurata nelle stazioni fisse durante gli anni di monitoraggio nel periodo B/1-B/8.

Sia dalle Tabella 17-Tabella 23 sia dalla Tabella 24 si osserva che la deviazione standard assume nella maggior parte dei casi valori superiori alla media: questo indica che si ha una notevole dispersione dei dati attorno al valore medio cioè una variabilità temporale dovuta per esempio alle diverse condizioni naturali (eventi meteo). In Figura 97 è rappresentata per ogni stazione la dispersione dei dati espressa mediante il parametro media più o meno la deviazione standard: si nota che la dispersione maggiore dei dati si ha per le stazioni a mare LIM e MAM.

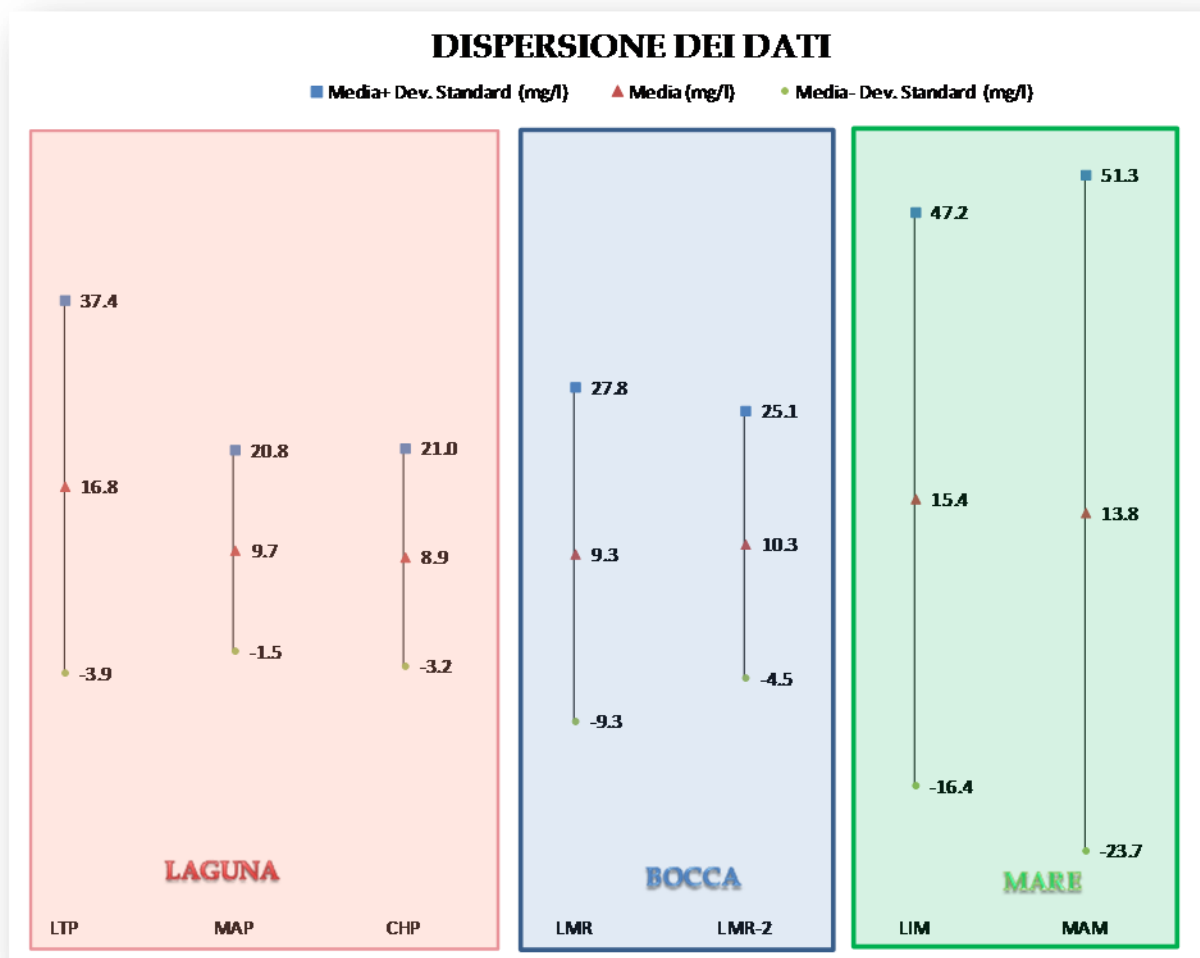


Figura 97. Andamento dei percentili della concentrazione misurata nelle stazioni fisse durante gli anni di monitoraggio nel periodo B/1-B/8.

7.7 Struttura dell'archivio dei dati

L'archivio dei dati, allegato al presente Rapporto, raggruppa le serie temporali di ciascuna delle otto stazioni. Le serie temporali sono organizzate in file, ciascuno dei quali contiene le acquisizioni di una singola stazione ed è identificato con la sigla della stazione stessa secondo lo schema della Tabella 5.1.

Ogni cartella, in formato Microsoft Excel comprende una serie di fogli che contengono:

- foglio di lavoro contenente tutti i dati in successione temporale (foglio identificato con la sigla della stazione p.e. "CHP - tutti").

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

- un grafico di regressione della torbidità (FTU) in funzione della concentrazione di SPM (mg/l) nei campioni prelevati per la calibrazione del sensore ottico e la corrispondente equazione della retta di regressione (foglio identificato con la dicitura Calibrazione);
- un foglio di lavoro contenente l'intero insieme di dati utilizzati per la calibrazioni e la costruzione del grafico di regressione della torbidità (FTU) in funzione della concentrazione di SPM (mg/l) (foglio identificato con la dicitura Dati-Calibrazione).

8. ANALISI INTEGRATA PLURIANNUALE

8.1 Analisi dei rilievi di velocità e portata nelle bocche di porto

8.1.1 Introduzione

Nei paragrafi che seguono si è tentato, attraverso un'analisi integrata dei dati, di effettuare alcune considerazioni in merito alle numerose acquisizioni correntometriche che, tra gli anni 2007 – 2013, sono state eseguite lungo le sezioni ADCP presso le bocche di porto di Lido, Malamocco e Chioggia.

Nello specifico si sono studiate, mediante analisi grafica, le relazioni esistenti tra le variabili idrodinamiche quali la portata liquida, la velocità media e le variazioni mareografiche (stazioni di riferimento in Figura 35 **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**) che caratterizzano le sezioni di interesse (Figura 4, Figura 5 e Figura 6). Nonostante le complesse relazioni esistenti tra le variabili oggetto di studio si è riusciti ad ottenere alcune importanti informazioni e a formulare alcune ipotesi sull'evoluzione morfologica delle bocche di porto.

Sono state applicate alle misure alcune correzioni; per la definizione della sezione idraulica si è tenuto conto dell'effetto Bernoulli, dovuto all'abbassamento/innalzamento della quota del pelo libero dell'acqua rispetto alla quota dell'energia in mare. Pertanto, chiamando y la quota mareografica registrata nelle rispettive stazioni di riferimento a mare (Figura 35), si può assumere che il livello idrico dentro a ciascuna bocca di porto, e dunque nella rispettiva sezione di interesse, sia pari a $y - \delta F$, in condizioni di flusso (crescente di marea) e pari a $y + \delta R$ in condizioni di riflusso (calante di marea). Poiché questi dislivelli δF (Eq.(1) e Eq.(2)) e δR , seppur piccoli, dipendono dalla velocità della corrente (v), devono essere tenuti in considerazione.

$$\delta F = \frac{v^2}{2g} \left(1 + \frac{fL}{4h} \right) \quad (1)$$

$$\delta R = \frac{v^2}{2g} \left(\frac{fL}{4h} \right) \quad (2)$$

dove:

$f=0.025$,

$g=9.81 \text{ m/s}^2$,

h =tirante idrico medio,

L =distanza in m della sezione dal mare.

8.1.2 Analisi Integrata. Dati correntometrici di Lido. Studio B.6.72 B/3 (Maggio 2007/ Aprile 2008) – Studio B.6.72 B/8 (Maggio 2012/ Aprile 2013)

In Figura 98 si riporta la relazione che esiste tra la portata liquida e la velocità media ottenute lungo la sezione 80 – 82 presso Lido dalle misure mediante ADCP montato su di un supporto solidale al fianco dell'imbarcazione di misura. Si osserva che le portate maggiori, poco superiori a $8000 \text{ m}^3/\text{s}$, corrispondono a velocità medie lungo la sezione prossime e di poco superiori ad 1.0 m/s . È evidente che esiste una relazione lineare significativa tra la portata misurata e la velocità media.

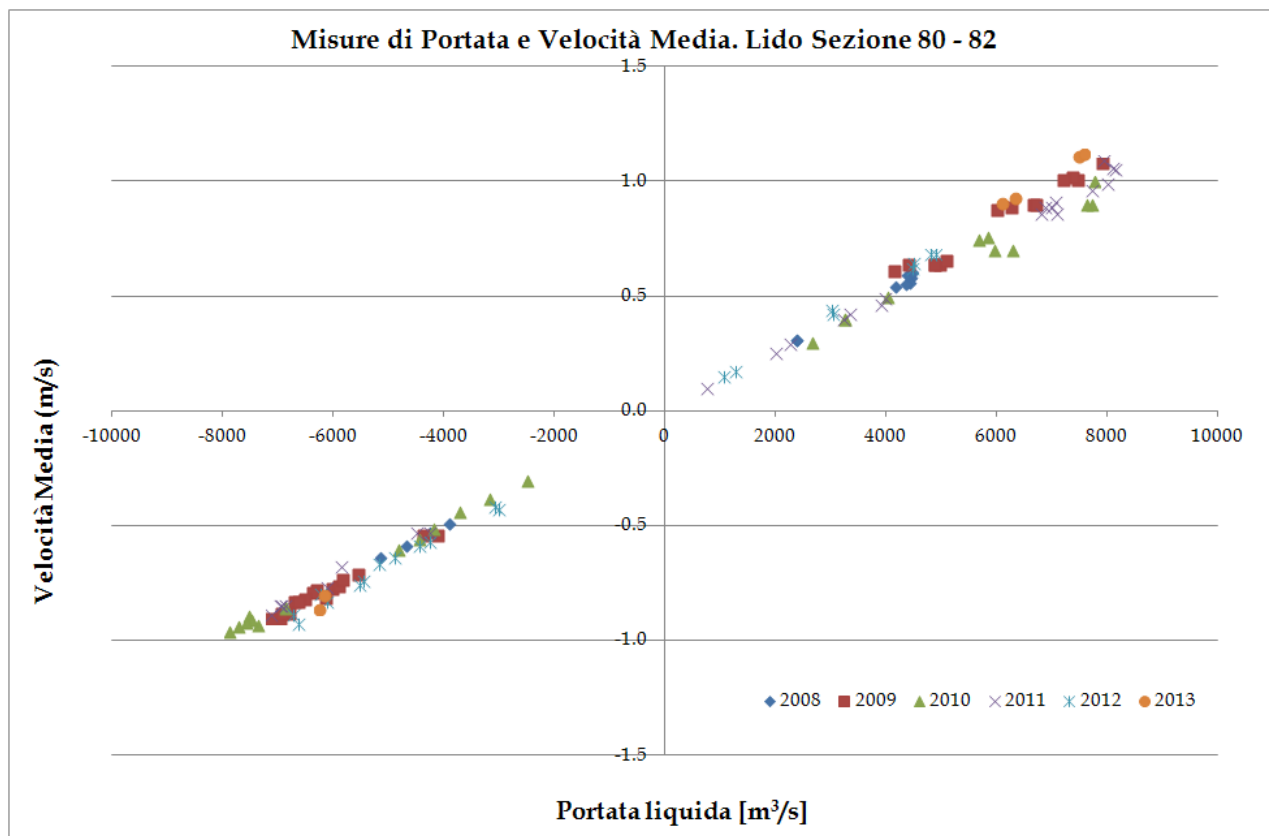


Figura 98. Portata liquida e velocità media. Misure ADCP lungo la sezione di interesse 80 – 82 a Lido.

Un importante contributo all'analisi dei dati correntometrici si ottiene considerando la sezione idraulica che deriva direttamente dal rapporto tra la portata liquida misurata e la velocità media lungo la sezione. La sezione idraulica ha le dimensioni di un'area $[m^2]$ la quale può variare sia per le escursioni del pelo libero, sia per le modifiche del fondo. Nel grafico di Figura 99 si riporta in ascissa la sezione idraulica ed in ordinata il livello y di marea. Le due serie di punti corrispondono alle coppie di valori non corretti per le perdite di carico (y misurato al mareografo) e quelli corretti relativi al livello presso la sezione di misura ($y - \Delta F$ in marea entrante e $y + \Delta R$ in marea uscente). Si osserva che nella distribuzione dei dati vi è una moderata variabilità; infatti, a parità di livello mareale, in mare o corretto, si ha un ampio intervallo in cui sono definiti i valori di "sezione idraulica". Eliminato l'effetto dovuto alle perdite di carico si può ragionevolmente supporre che la variabilità del valore della sezione idraulica sia dovuta essenzialmente a due cause. La prima relativa agli errori strumentali, la seconda dovuta alle variazioni morfologiche, che durante gli anni di monitoraggio si sono avute lungo il canale della bocca di porto.

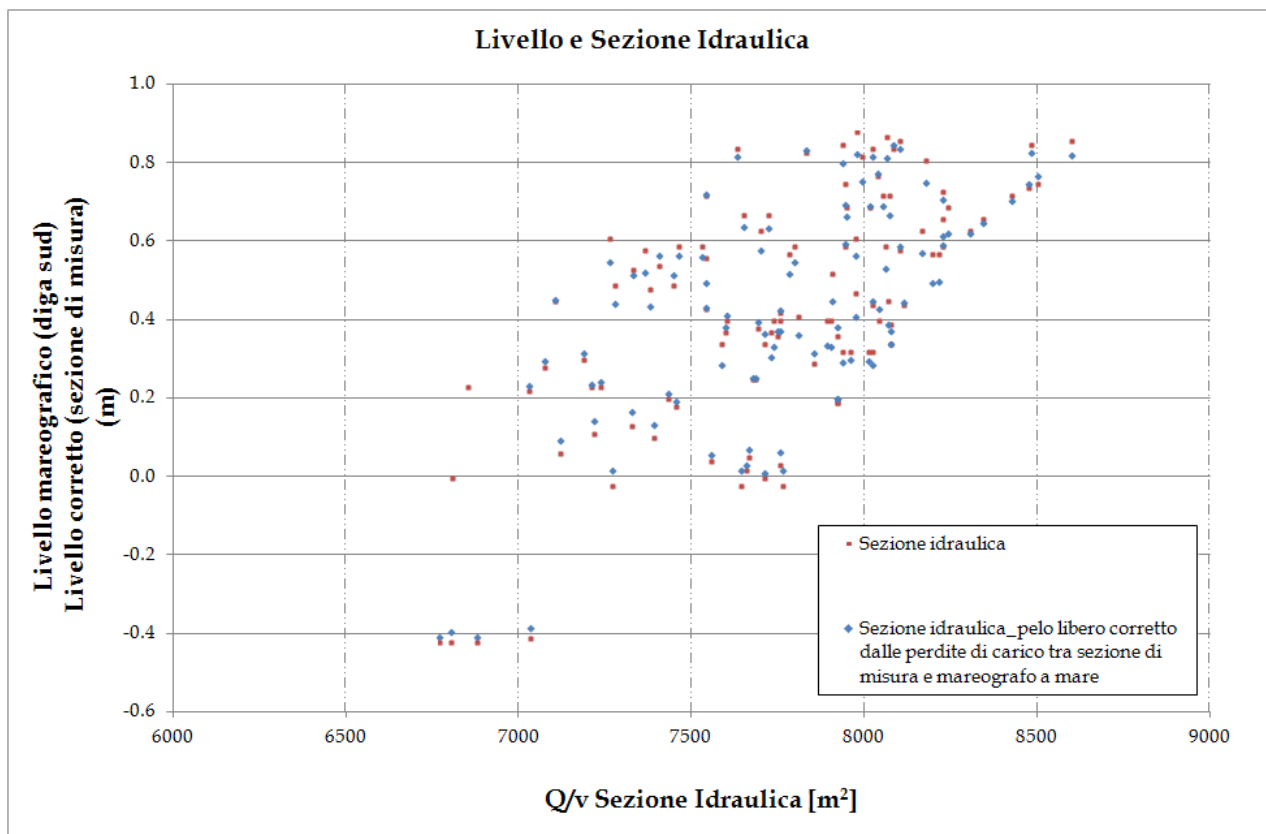


Figura 99. Sezione idraulica (misurata alla sezione di misura), livello mareografico (misurato al mareografo della diga sud di Lido) e livello mareografico corretto dagli effetti per le perdite di carico.

Proseguendo in dettaglio, e provando a scindere i dati relativi alle misurazioni effettuate prima della costruzione della lunata a mare (2008-2010) da quelli post lunata (2011-2013) si possono fare ulteriori considerazioni. Nel grafico di Figura 100 si può osservare che tra le coppie di valori $Q/v - y$, suddivise nei due gruppi, esistono due trend molto differenti tra loro. Per quanto riguarda i dati del periodo 2008 - 2010 la retta di interpolazione ha un andamento tale per cui a valori di $y=0$ si ha una sezione idraulica pari a 7203 m² compatibile con il valore della sezione topografica. Per quanto riguarda i valori del periodo 2011 - 2013, si nota che la retta di regressione assume un andamento molto meno pendente tale per cui a valori di $y=0$ si ha una sezione idraulica pari a 6253 m². È ragionevole supporre che nei due periodi di osservazione il rapporto Q/v (sezione idraulica) sia diminuito.

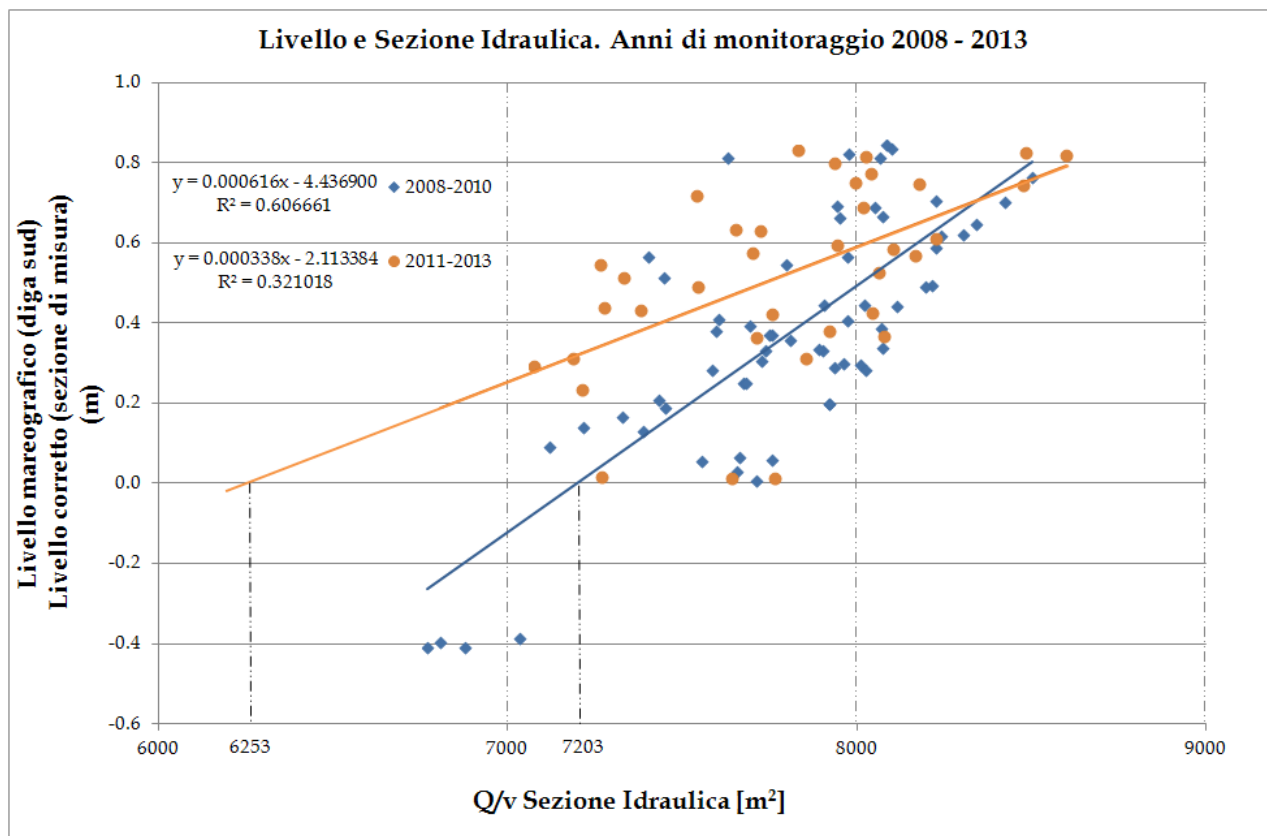


Figura 100. Sezione idraulica e livello idrico corretto dagli effetti per le perdite di carico. Anni 2008-2010 e 2011 - 2013.

Il grafico di Figura 101, in cui sono riportati i valori del tirante idraulico (ovvero della distanza tra fondo e pelo libero dell'acqua) al variare del tempo, ci fornisce un ulteriore elemento per l'interpretazione dei dati. Le indagini, come nel grafico precedente, sono suddivise in due periodi distinti. Il primo precedente la costruzione della diga foranea ed uno successivo al suo completamento. Le variazioni del tirante istantaneo (calcolato per ogni transetto in funzione della sezione idraulica e del livello di marea e corretto secondo l'effetto Bernoulli) che si osservano sono espressione degli errori strumentali o di approssimazione; tuttavia è interessante notare che l'andamento del tirante medio annuo, espressione di variazioni a lungo termine nella sezione idraulica e quindi di variazioni morfologiche, venga a modificarsi successivamente al completamento della struttura a mare. La diminuzione del tirante medio annuo risulta compatibile con fenomeni di riequilibrio morfologico che possono essere intervenuti a seguito della costruzione della diga a mare. È infatti noto in letteratura che, l'aumento delle resistenze idrauliche, possibile conseguenza della costruzione di un ostacolo al flusso e riflusso di marea come la diga foranea, porti ad una riduzione delle portate di marea a cui fa riscontro una corrispondente tendenza all'interrimento dei canali. Il fenomeno, *zand-honger* (letteratura olandese) o letteralmente "fame di sabbia", si può spiegare con un'iniziale riduzione della velocità (ad iniziale parità di sezione), quindi ad una riduzione del sollevamento da parte delle correnti di marea, e in definitiva della concentrazione presente nel canale. A tale riduzione di concentrazione, il canale "affamato" tenta di rimediare attirando sabbia dai bassifondi e/o dal mare, in modo da ridurre la sezione, far crescere la velocità delle correnti e il relativo sollevamento, riportandosi così verso il primitivo equilibrio. Non si può tuttavia escludere che la segnalata riduzione di sezione negli ultimi tre anni sia dovuta ad altre cause, ad esempio una maggiore concentrazione di solidi sospesi in mare o nei bassifondi legata a condizioni meteo marine più intense.

È chiaro comunque che l'analisi integrata proposta, che descrive una possibile modificazione morfologica della sezione di interesse 80 - 82, necessita di essere validata da misure dirette della reale sezione topografica possibilmente ripetuta nel tempo.

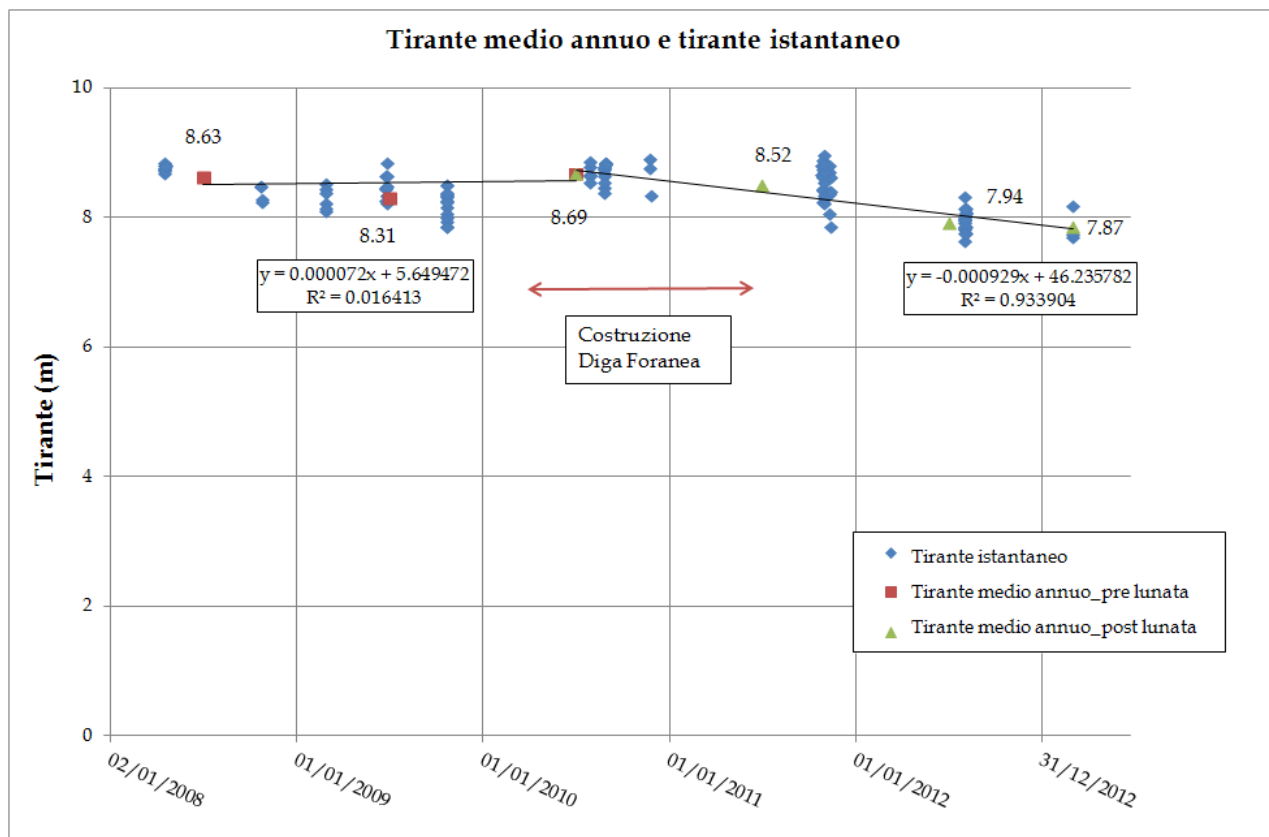


Figura 101. Variazione temporale del tirante istantaneo e medio annuo.

8.1.3 Dati correntometrici di Malamocco. Studio B.6.72 B/3 (Maggio 2007/ Aprile 2008) – Studio B.6.72 B/8 (Maggio 2012/ Aprile 2013)

Lo studio integrato dei dati correntometrici ottenuti lungo la sezione DN - DS di Malamocco è avvenuto con la stessa modalità seguita per la sezione 80 - 82 di Lido. Nel grafico di Figura 102 sono quindi riportate le coppie di valori di portata liquida e velocità media. A valori massimi di portata pari a 8000 m³/s hanno corrisposto valori massimi di velocità media pari a 1.25 m/s. Anche in questo caso la relazione tra le due variabili segue un andamento lineare.

Nel grafico di Figura 103 si riportano le coppie di valori di sezione idraulica contro livello mareografico misurato alla diga nord di Malamocco e lo stesso livello corretto per le perdite di carico; è possibile osservare che esiste una forte dispersione dei dati. A livello idrico costante si trovano valori molto diversi di sezione idraulica, con le sezioni idrauliche maggiori non sempre corrispondenti ai valori più elevati del livello di marea.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

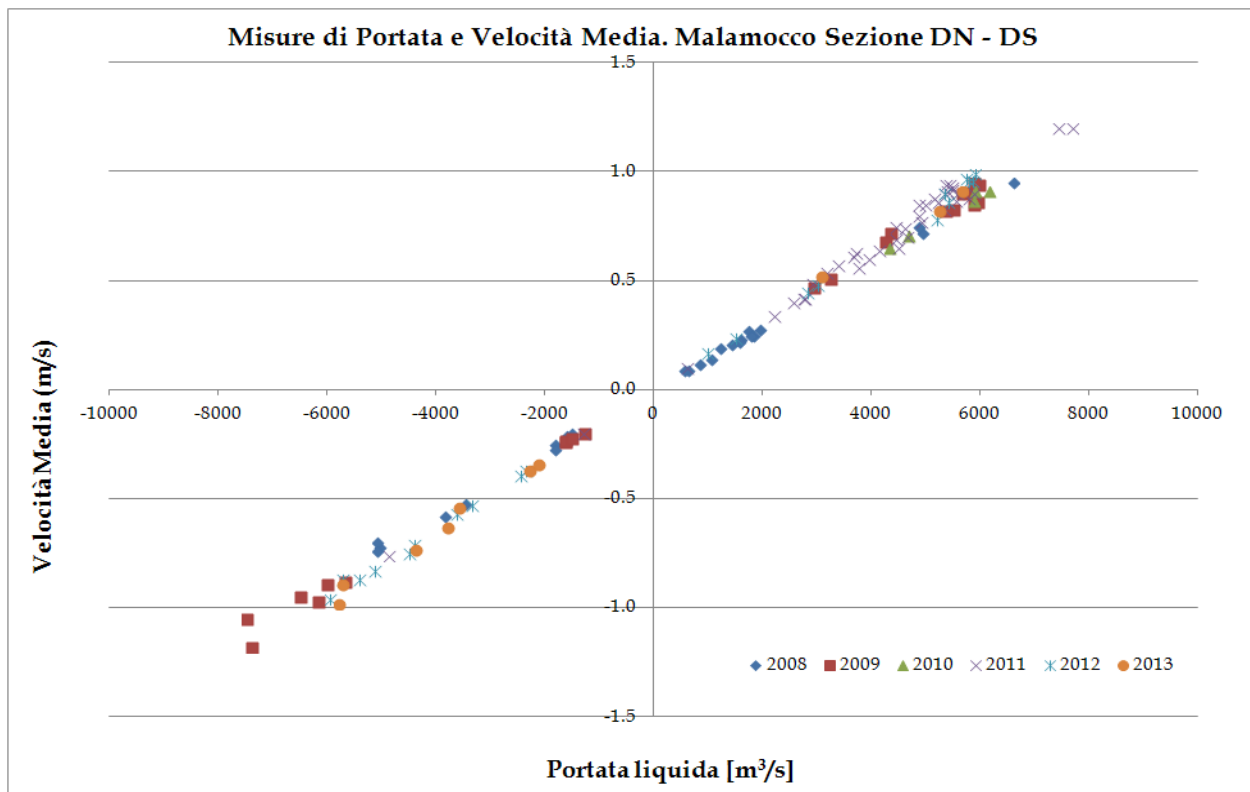


Figura 102. Portata liquida e velocità media. Misure ADCP lungo la sezione di interesse DN - DS a Malamocco.

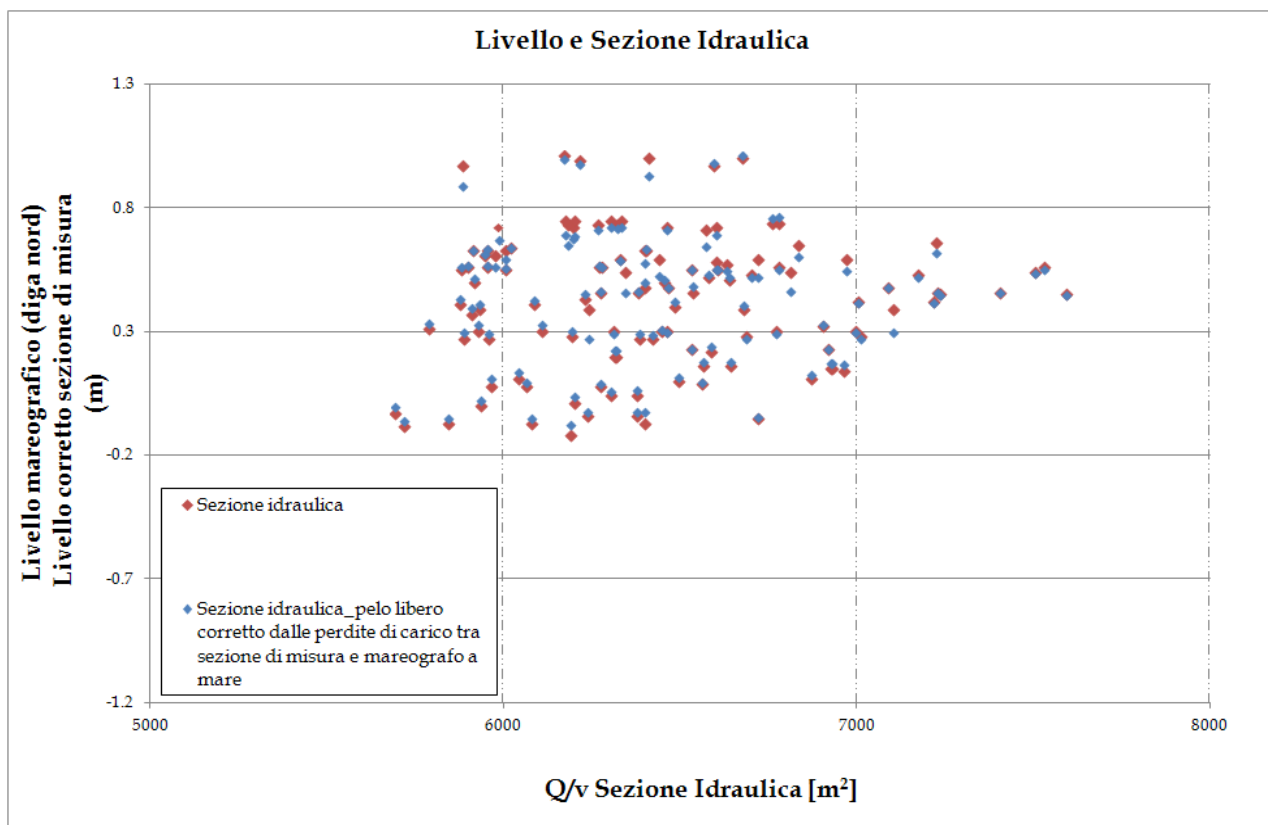


Figura 103. Sezione idraulica (misurata alla sezione di misura), livello mareografico (misurato al mareografo della diga nord di Malamocco) e livello mareografico corretto dagli effetti per le perdite di carico.

Nel grafico di Figura 104 si riportano le variazioni del tirante istantaneo e del tirante medio annuo. Nel caso specifico si osserva che nel corso degli anni il tirante medio annuo, espressione di variazioni a lungo termine, e quindi di variazioni morfologiche, ha progressivamente diminuito il suo valore. Si passa da un tirante medio annuo pari a 15.80 m del 2008 ad un tirante medio annuo pari a 13.66 m del 2013. La diminuzione evidenziata dall'analisi integrata dei dati correntometrici è stata costante e graduale, tuttavia di notevole entità. Il grafico evidenzia comunque una forte dispersione anche fra i dati "istantanei". La validazione delle presenti elaborazioni con la conferma delle variazioni osservate, alla luce anche dei risultati ottenuti, può avvenire mediante misura diretta della sezione topografica.

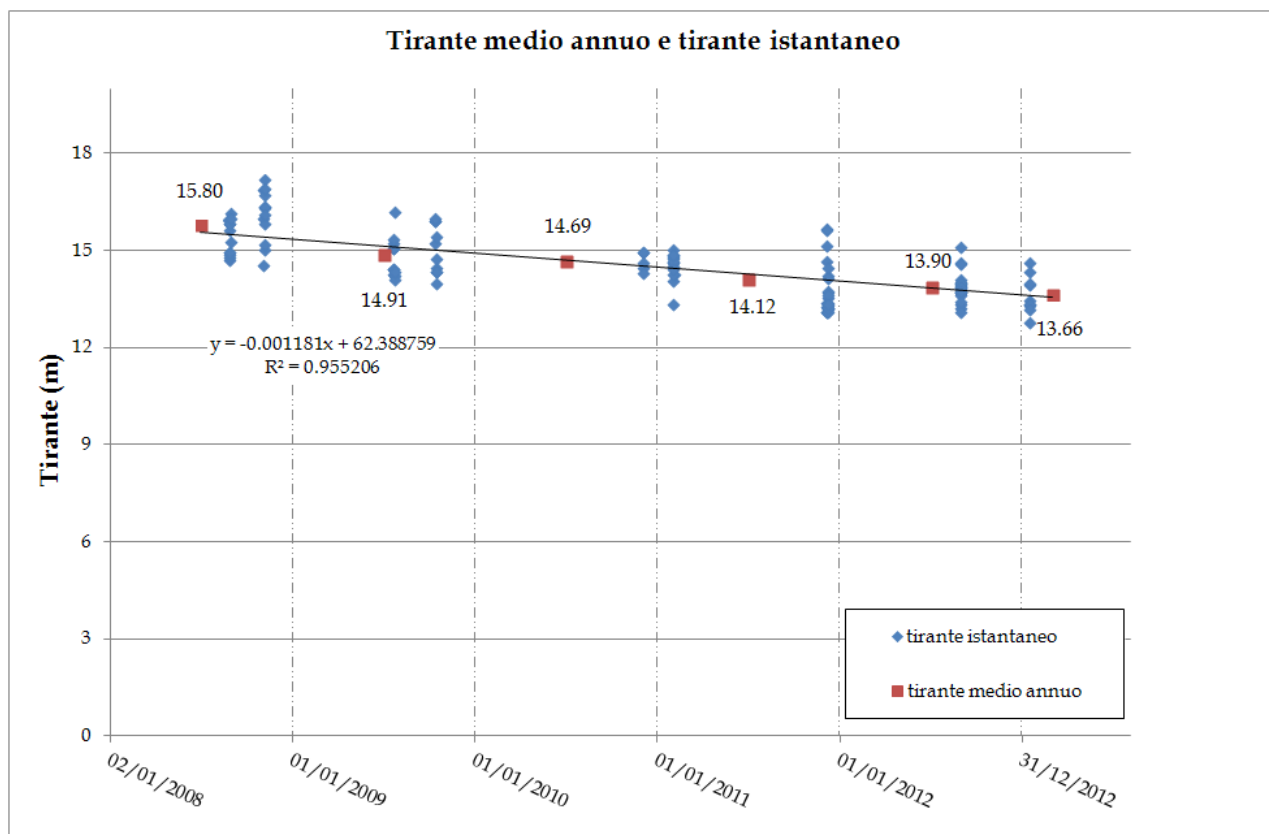


Figura 104. Variazione temporale del tirante istantaneo e medio annuo.

8.1.4 Dati correntometrici di Chioggia.) Studio B.6.72 B/3 (Maggio 2007/ Aprile 2008) – Studio B.6.72 B/8 (Maggio 2012/ Aprile 2013)

Per quanto riguarda la bocca di porto di Chioggia, l'analisi dei cambiamenti delle condizioni idrodinamiche è stata focalizzata sulla sezione di interesse 180 - 182 posta lungo il canale principale. I dati sottoposti a valutazione riguardano i piani di monitoraggio dal B/3 al B/8, I dati della campagna di monitoraggio C2B8 del 16 Gennaio 2013 sono stati esclusi dalla valutazione integrata dei risultati in quanto sono risultati caratterizzati da un elevato livello di disturbo indotto dalle particolari condizioni meteo marine verificatesi durante lo svolgimento delle attività di misura.

In Figura 105 sono riportati i valori di portata liquida e di velocità media della corrente registrati dalla strumentazione acustica ADCP lungo la sezione in esame, discriminando i differenti anni di monitoraggio. Pur riscontrando una variabilità nella distribuzione dei valori delle coppie portata - velocità di anno in anno, non si evidenzia un particolare trend temporale dal 2007 al 2012.

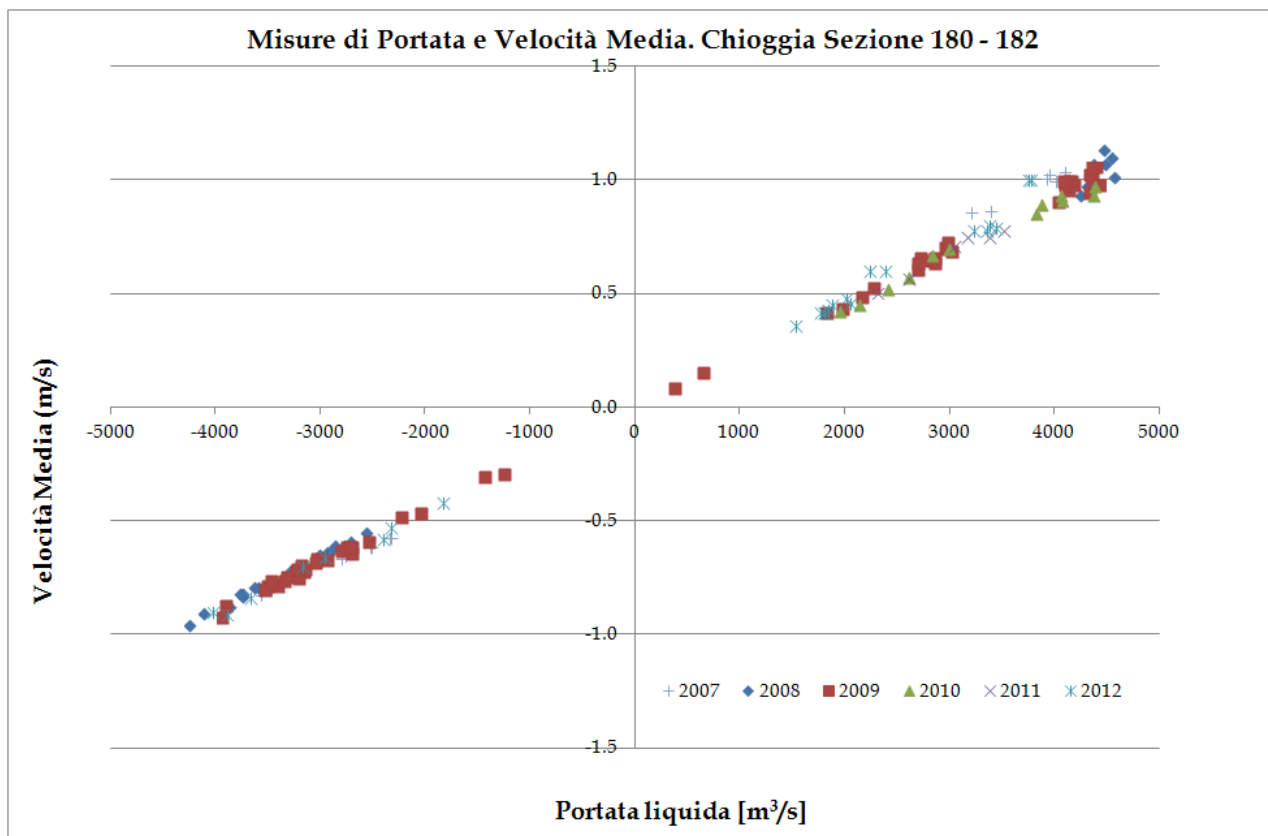


Figura 105. Portata liquida e velocità media. Misure ADCP lungo la sezione caratteristica 180-182 a Chioggia.

In Figura 106 sono rappresentate le coppie di valori (Q/v) e livello corretto relativi all'intero arco temporale che va dallo Studio B.6.72 B/3 (2007) al B/8 (2012) del monitoraggio. Si distinguono in rosso i valori della sezione idraulica riferiti alla quota mareografica registrata alla diga Sud di Chioggia ed in blu i valori della sezione idraulica riferiti al livello idrico dentro la bocca di porto calcolato tenendo conto dell'effetto Bernoulli. È possibile osservare che i valori della sezione idraulica risultano caratterizzati da una variabilità piuttosto contenuta rispetto a quanto si verifica nelle altre bocche di porto ed in generale si può assumere l'esistenza di una correlazione abbastanza stretta tra sezione idraulica e quota del pelo libero dell'acqua.

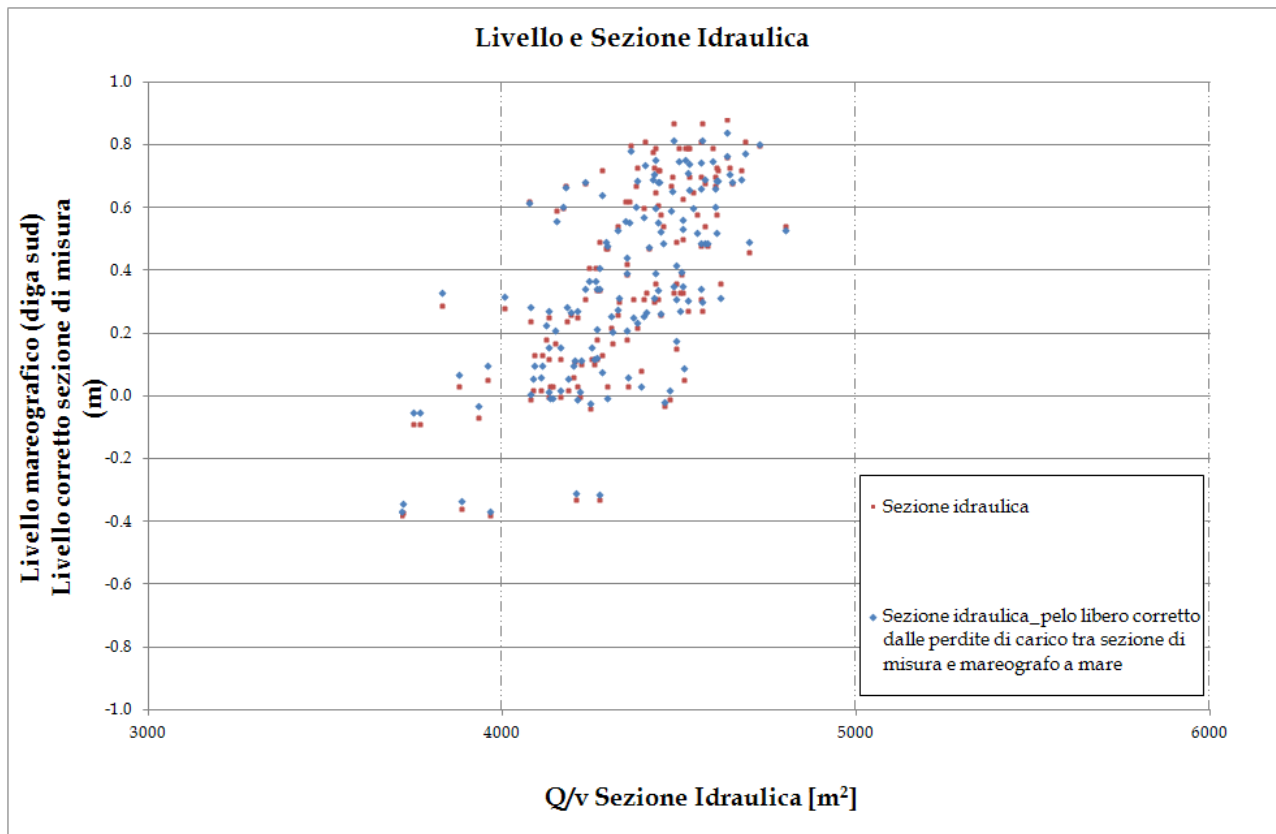


Figura 106. Sezione idraulica (misurata alla sezione di misura), livello mareografico (misurato al mareografo della diga sud di Chioggia) e livello mareografico corretto dagli effetti per le perdite di carico.

In Figura 107 sono riportati i valori istantanei e medi annui del tirante idrico lungo l'intero arco di tempo considerato. È interessante notare che l'andamento del tirante risulta più o meno costante. Le piccole variazioni irregolari sono legate con ogni probabilità ad errori di misura. A differenza delle altre due bocche di porto, l'assenza di variazioni del tirante idrico sul lungo periodo rivela l'assenza di modificazioni morfologiche importanti. Ciò potrebbe essere spiegato dal fatto che, nell'arco di tempo considerato, alla bocca di porto di Chioggia non si sono avute modiche strutturali rilevanti. La costruzione della lunata a mare, che a Malamocco e Lido sembra aver influenzato la variazione del tirante idrico, risulta infatti antecedente il 2007.

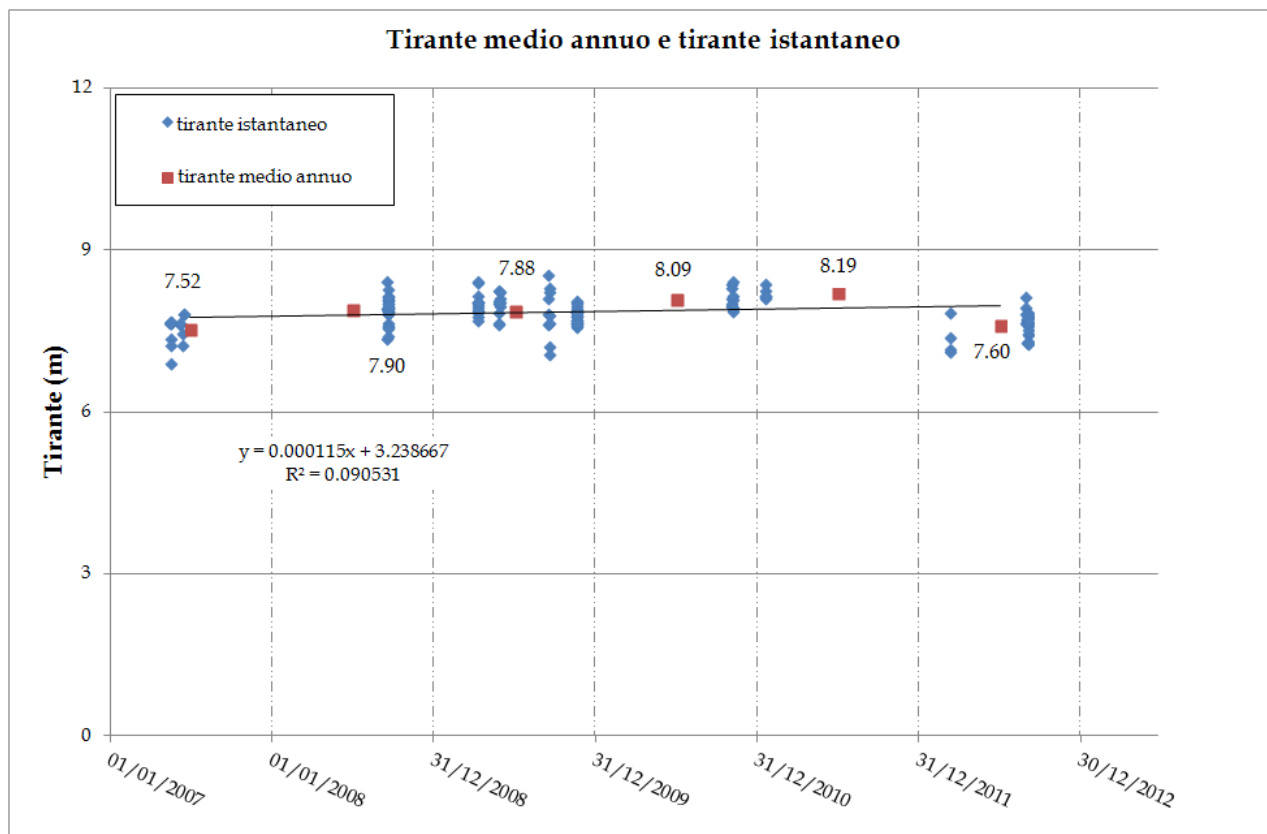


Figura 107. Variazione temporale del tirante istantaneo e medio annuo.

8.2 Analisi della concentrazione rilevata dai torbidimetri

8.2.1 Meccanismi di sollevamento e trasporto

È stato più volte osservato nei precedenti rapporti che il valore istantaneo della torbidità registrata nelle stazioni torbiometriche è il risultato di complessi processi di sollevamento e trasporto dei sedimenti da parte di onde e di correnti che richiedono, per la loro previsione, una modellizzazione molto complessa in termini spaziali e temporali attraverso l'integrazione numerica di equazioni differenziali alle derivate parziali.

E tuttavia intuitivo che, se si eseguono opportune medie nello spazio e nel tempo, potrebbero essere messe in evidenza significative correlazioni fra la torbidità (media) registrata in certe condizioni e le corrispondenti forzanti meteo-marine (medie). Significative (ancorché molto approssimative) correlazioni della torbidità con il vento, ad esempio, sono state da sempre evidenziate dai dati sperimentali.

Saranno quindi formulati alcuni concetti generali per trovare correlazioni di questo tipo, considerando fra le forzanti non solo il vento ma, in linea di principio, anche le onde, le correnti di marea, le piene fluviali ed altri eventuali indicatori (p.es. la temperatura) di forzanti biologiche. Nonché distinguendo, se possibile, anche la fase di marea (flusso e riflusso) per metter in conto in qualche modo la provenienza dei sedimenti intercettati dal torbidimetro.

Alcune prime applicazioni di detti concetti saranno svolte nel presente rapporto a solo titolo esemplificativo, tenendo presente che la ricerca è ancora in corso e che le procedure adottate potranno essere riviste e perfezionate.

8.2.2 Dati disponibili

A questo scopo è stata da tempo iniziata la raccolta dei dati potenzialmente di interesse e la loro pre-elaborazione con opportune procedure. Si tratta di un patrimonio di informazioni (banca dati) di tutto rispetto, estesa ad 8 anni di registrazioni in continuo con cadenza per lo più di 15 minuti.

I dati disponibili comprendono:

- torbidità: registrata alle stazioni torbiometriche fisse (per la descrizione dettagliata della rete si veda il paragrafo 7.1);
- parametri meteo-marini: per quanto riguarda la misura della direzione e velocità del vento e l'altezza d'onda si fa riferimento alla piattaforma oceanografica del CNR-ISMAR mentre per i livelli di marea si considerano i dati del mareografo più vicino alla stazione in questione (Diga Nord di Malamocco, Diga Sud di Chioggia, Diga Sud di Lido,) gestito del Centro Previsioni e Segnalazioni Maree del Comune di Venezia. Nei periodi in cui l'anemometro della piattaforma del CNR non ha funzionato in maniera continua si sono utilizzati i dati della stazione posta presso la diga sud della bocca di Lido in corrispondenza del Mareografo (facente parte della Rete Mareografica Nazionale (RMN; Figura 35)
- le portate liquide e solide dei principali corsi d'acqua che sfociano in laguna (valutate nell'ambito del "Programma di ricerca stabilito tra CORILA e Regione del Veneto e finalizzato all'acquisizione di nuove conoscenze per la salvaguardia della laguna di Venezia, del bacino scolante e del mare antistante- sedimenti fluvio-marittimi: risorsa a livello regionale");
- le portate liquide medie giornaliere dei fiumi con foce a mare in vicinanza delle bocche lagunari (fonte: ARPAV): Adige (Boara Pisani), Brenta (Barziza) a cui è stata sommata la portata dei suoi affluenti Bacchiglione (Montegaldà) e Gorzone (Stanghella), Piave (Ponte di Piave), Livenza (Meduna).

A queste informazioni si potrebbero aggiungere, se sarà ritenuto necessario, i dati raccolti occasionalmente nelle bocche lagunari nel corso delle campagne di misura (Capitoli 2, 4, 5) e quelli eventualmente misurati da CVN all'interno del bacino lagunare.

Questa ingente quantità di dati è già stata scrupolosamente trattata per eliminare i dati inattendibili, come risulta nei Rapporti di Valutazione quadrimestrali per quanto riguarda la torbidità e la concentrazione [MAG. ACQUE -CORILA, 2012b; 2013; 2013b]. Ma ancora più impegnativa è stata l'organizzazione della banca dati in vista delle successive elaborazioni statistico-deterministiche. Allo scopo di determinare le correlazioni empiriche fra concentrazione e forzanti (meteo-marine o di altro tipo) è stato deciso di formulare preliminarmente uno schema fisicamente attendibile, avente sia una componente deterministica di base, sia una componente statistica a questa associata.

8.2.3 Schema statistico-deterministico

La scala temporale prescelta è quella "intermareale", per cui tutte le grandezze in gioco saranno rappresentate dai loro valori mediati sul ciclo di marea (oppure, come vedremo più avanti, sul semiciclo di marea rispettivamente in fase di flusso e di riflusso).

La concentrazione intermareale registrata da un prescelto torbidimetro (variabile dipendente) è supposta essere funzione di un certo numero di forzanti esterne (variabili indipendenti), attraverso relazioni semi-empiriche da determinare in base ai dati disponibili. Queste forzanti esterne sono state ordinate gerarchicamente in base alla loro importanza: (1) velocità del vento responsabile della formazione del moto ondoso in laguna e del mare "vivo" in Adriatico e del conseguente sollevamento dei sedimenti; (2) altezza del moto ondoso direttamente responsabile del

sollevamento dei sedimenti sui litorali e subito dentro le bocche, anche in assenza di vento (mare “lungo”); (3) corrente di marea nei canali lagunari e nelle bocche, responsabile della torbidità in assenza di moto ondoso; (4) portata liquida e solida (dove disponibile) dei corsi d’acqua che sfociano in laguna e in mare, le quali potrebbero influenzare in condizioni di piena o di morbida la concentrazione registrata; (5) fenomeni biologici che condizionano la trasparenza della colonna d’acqua dando luogo talvolta ad anomalie nell’andamento della variabile torbidità.

Le relazioni semiempiriche di cui sopra (formulazioni funzionali delle diverse forzanti in gioco e loro possibili interazioni) sono ancora oggetto di indagine allo scopo di trovare un accettabile compromesso fra capacità predittiva e semplicità di applicazione. Il criterio generale finora seguito è stato quello di trovare dapprima una ragionevole correlazione fra torbidità e forzanti principali e di ricercare successivamente la correlazione fra la parte “non spiegata” dei dati rilevati e le altre forzanti, ancora gerarchicamente considerate.

Nel paragrafo seguente si mostrerà un primo tentativo di trovare le correlazioni empiriche della torbidità con le due forzanti principali: vento e onde in mare.

8.2.4 Correlazione fra concentrazione, vento e onde in mare

Come è già stato detto, la forzante vento (in particolare la sua velocità, indipendentemente dalla direzione) è stata supposta responsabile principale del moto ondoso in laguna ma anche (sebbene non esclusivamente) del moto ondoso in mare e quindi del corrispondente sollevamento del materiale di fondo. Per quanto riguarda il moto ondoso in mare, peraltro, bisogna considerare che esso può esser presente anche senza contestuale azione del vento, in quei casi in cui le onde si sono formate in zone lontane e/o in periodi antecedenti (mare lungo).

Per distinguere fra questi due diversi meccanismi di risollevarimento, si è cercato di separare gli eventi in cui il moto ondoso registrato alla piattaforma CNR fosse contemporaneo ad un vento più o meno intenso. A tale scopo tutti gli eventi sono stati classificati in base a due scale di intensità: velocità del vento V_v (m/s) e altezza dell’onda H_w (m), sostanzialmente definite dai rispettivi valori mediani (probabilità di non-superamento pari al 50%) e da successivi incrementi o decrementi costanti di queste stesse grandezze rispetto al valore mediano. I successivi incrementi (al di sopra del valore mediano) sono stati scelti pari a 2 m/s e pari a 50 cm, rispettivamente per la velocità del vento V_v e per l’altezza dell’onda H_w . I successivi decrementi (al di sotto del valore mediano) sono stati scelti pari rispettivamente a 1 m/s e a 10 cm. Il numero di incrementi o di decrementi (al di sopra o al di sotto del valore mediano) che caratterizza la coppia di valori (V_v , H_w) permette di valutare la “rarietà” del corrispondente evento in termini di abbondanza o di scarsità.

Per ciascuna condizione meteomarina rappresentata dalla coppia (V_v , H_w) è stato calcolato, per ogni anno e per ogni torbidimetro, il corrispondente valore della concentrazione C , cioè il valore medio di tutti i dati di concentrazione registrati nell’assegnato intervallo di vento e di altezza d’onda. Sono state quindi costruite per ogni anno e per ogni torbidimetro delle tabelle dove si sono riportati i valori della concentrazione media all’interno dei singoli intervalli di V_v e di H_w appena definiti. A titolo di esempio si riportano in Appendice le tabelle relative al solo Studio B.6.72 B/8.

Tanto l’ampiezza degli intervalli sopra o sotto il valore mediano, quanto il valore mediano di V_v (V_v50) e di H_w (H_w50) (che rappresenta l’evento “ordinario”, avente cioè la stessa probabilità di essere o non essere superato) sono stati scelti uguali per tutti i torbidimetri (Tabella 25).

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Tabella 25. Valori mediani della velocità del vento (V_{v50}) e dell'altezza d'onda (H_{w50}) per ogni anno di monitoraggio.

PERIODO	(V_{v50})	(H_{w50})
B/1 2005/2006	3.9	0.52
B/2 2006/2007	3.4	0.44
B/3 2007/2008	4.2	0.54
B/4 2008/2009	4.2	0.52
B/5 2009/2010	3.9	0.49
B/6 2010/2011	4.1	0.56
B/7 2011/2012	3.6	0.43
B/8 2012/2013	3.9	0.50

È comunque previsto il calcolo dei valori mediani complessivi (cioè eseguito insieme per tutti gli 8 anni disponibili), e la ri-compilazione delle corrispondenti tabelle, probabilmente più significativi per caratterizzare ciascun torbidimetro dal punto di vista probabilistico.

Sebbene ancora separatamente per ciascun anno, è comodo individuare in ciascuna tabella riportata in Appendice i quattro quadranti (Figura 108) che rappresentano rispettivamente gli eventi corrispondenti a:

I quadrante: forte vento e forte mare ($V_v > (V_{v50})$ e $H_w > (H_{w50})$)

II quadrante: forte vento e debole mare ($V_v > (V_{v50})$ e $H_w < (H_{w50})$)

III quadrante: debole vento e debole mare ($V_v < (V_{v50})$ e $H_w < (H_{w50})$)

IV quadrante: debole vento e forte mare ($V_v > (V_{v50})$ o $H_w > (H_{w50})$ o)

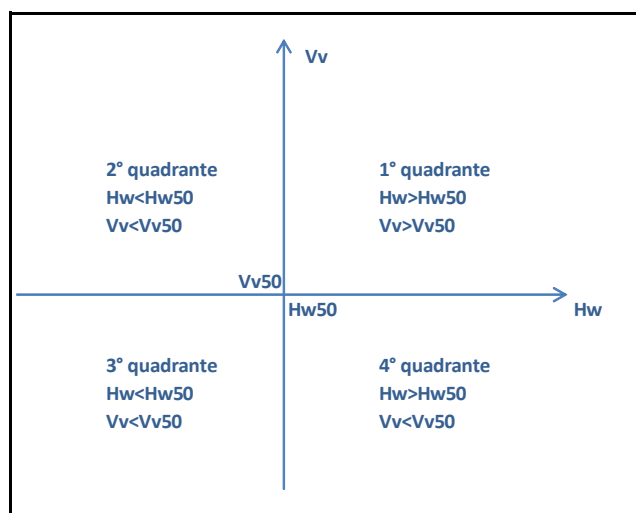


Figura 108. Rappresentazione schematica dei quattro quadranti e delle quattro condizioni meteo-marine considerate.

Per discriminare, fra le forzanti esterne agenti sul risollevarimento, l'effetto delle onde create dal vento dall'effetto delle onde in assenza di vento, è stata ricercata una prima correlazione tra la torbidità e il moto ondoso, $Ch = f_h(H_w)$ (nell'ipotesi di vento trascurabile, IV quadrante); e una seconda correlazione fra la torbidità e il vento, $Cv = f_v(V_v)$ (nell'ipotesi di vento dominante, I quadrante).

Per trovare la prima correlazione si è fissata l'attenzione sui dati sperimentali contenuti nel IV quadrante delle tabelle. Per ciascun valore della variabile Hw lungo l'asse delle ascisse, è stata calcolata la media pesata della concentrazione.

Cioè per ogni colonna del IV quadrante (cioè limitatamente ai valori $V_v < V_{v50}$ e $H_w < H_{50}$) si è effettuato il seguente calcolo (Eq. (3)).

$$Ch_p = \frac{\sum_{i=1}^n Ch(H_w)_i \cdot N_i}{\sum_{i=1}^n N_i} \quad (3)$$

Si moltiplica pertanto $Ch(H_w)$ (concentrazione media in ogni cella) per il corrispondente numero di dati (N) e si effettua la sommatoria su tutte le righe (n). Si divide poi per il numero totale di dati sulla colonna. Quindi per ogni colonna (ed ogni valore corrispondente di $H_w > H_{50}$) si ottiene un valore di concentrazione media pesata Ch_p .

Per trovare la seconda correlazione, si è fissata l'attenzione sui dati sperimentali contenuti nel I quadrante delle tabelle ($V_v > V_{v50}$). Per ciascun valore della variabile V_v lungo l'asse delle ordinate, è stata calcolata la media pesata della concentrazione (Eq. (4)).

$$Cv_p = \frac{\sum_{j=1}^m Cv(V_v)_j \cdot N_j}{\sum_{j=1}^m N_j} \quad (4)$$

Si moltiplica pertanto $Cv(V_v)$ (concentrazione media in ogni cella) per il corrispondente numero di dati (N) e si effettua la sommatoria su tutte le colonne (m). Si divide poi per il numero totale di dati sulla riga. Quindi per ogni riga (ed ogni valore corrispondente di $V_v > V_{50}$) si ottiene un valore di concentrazione media pesata Cv_p .

Alle due espressioni $Ch_p = fh(H_w)$ per vento trascurabile e $Cv_p = fv(V_v)$ per vento dominante, sarà data la forma (Eq. (5), Eq. (6)):

$$Ch_p = C_{base} + \alpha_H \cdot H_w^{\beta_H} \quad \text{per } V_v < V_{v50} \quad (5)$$

$$Cv_p = C_{base} + \alpha_V \cdot V_v^{\beta_V} \quad \text{per } V_v > V_{v50} \quad (6)$$

dove Ch_p e Cv_p sono le concentrazioni medie pesate calcolate secondo le (Eq. 3) e (Eq. 4) e dove C_{base} rappresenta il valore della concentrazione sempre presente al torbidimetro, anche in totale assenza di vento e di onda, e riconducibile quindi alla presenza continua delle correnti di marea.

In prima approssimazione il valore di C_{base} è stato assunto costante per ciascun torbidimetro e pari alla C_{media} che corrisponde al 25° percentile di H_w e V_v . Si avrà pertanto per ogni anno e per ogni torbidimetro un diverso valore di C_{base} (Tabella 26). Tale stima potrebbe essere migliorata mettendo in conto, a scala intermareale, le effettive condizioni astronomiche (sizigie o quadratura).

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Tabella 26. Valori 25° percentile della velocità del vento (V_v25°), dell'altezza d'onda (H_w25°) e valori di C_{base} per ogni anno di monitoraggio.

	Hmax 25°	Vv 25°	LMR	LIM	CHP	LMR-2	LTP	MAM	MAP
B1 2005/2006	0.30	2.30	5.58	6.84	7.21		12.89	6.53	6.82
B2 2006/2007	0.26	2.10	5.69	6.34	4.41	7.95	12.52		5.68
B3 2007/2008	0.30	2.40	5.06	6.67	4.53	5.74	11.75	3.84	9.09
B4 2008/2009	0.29	2.60	6.25	9.99	6.10	6.24	14.74	6.19	11.99
B5 2009/2010	0.28	2.40			6.45			9.30	7.25
B6 2010/2011	0.29	2.40			6.32			3.07	7.19
B7 2011/2012	0.25	2.20	5.98	12.60	6.59	7.53	12.39	21.98	4.87
B8 2012/2013	0.28	2.20	6.41	6.36	5.41	9.29	11.99	5.06	5.82

I valori dei coefficienti α_H , α_V e degli esponenti β_H e β_V che compaiono nelle (Eq. (5), Eq. (6)) sono stati quindi valutati costruendo le rette interpolanti le coppie di dati (H_w, C_{hp}) e (V_v, C_{vp}).

Le prime applicazioni ai dati sperimentali hanno fornito, per ciascun torbidimetro, le curve riportate nelle Figura 109 - Figura 115 ottenute interpolando i dati sperimentali relativi a ciascun anno di rilievi. Un corretto trattamento statistico dell'intero set di dati raccolti è comunque in programma.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

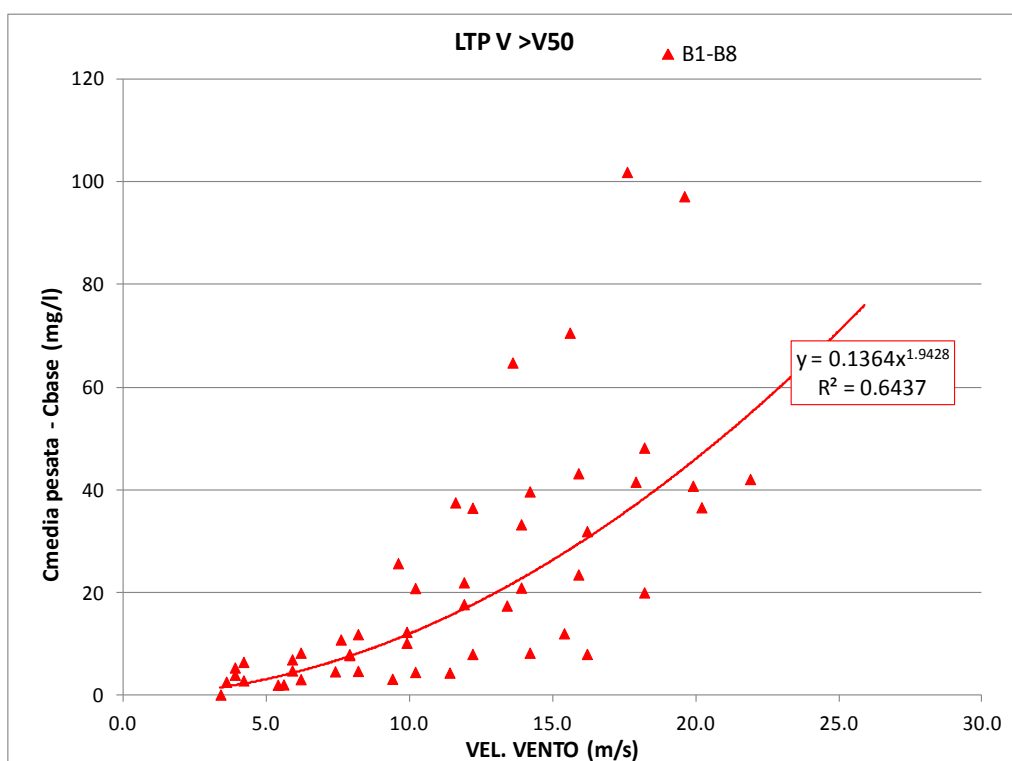
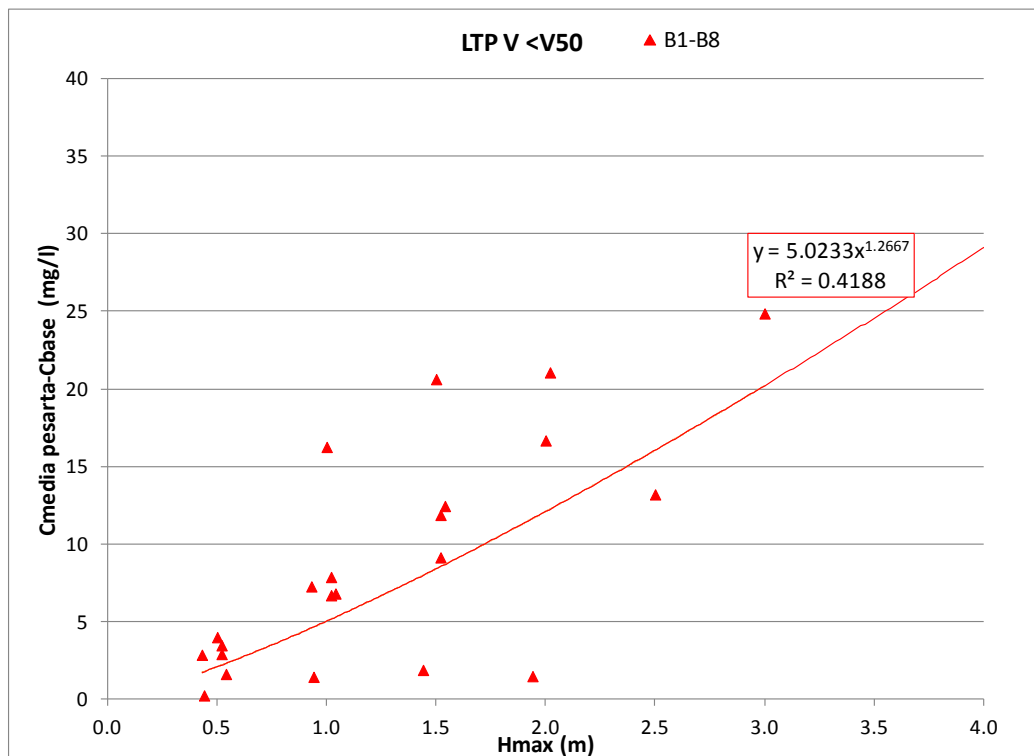
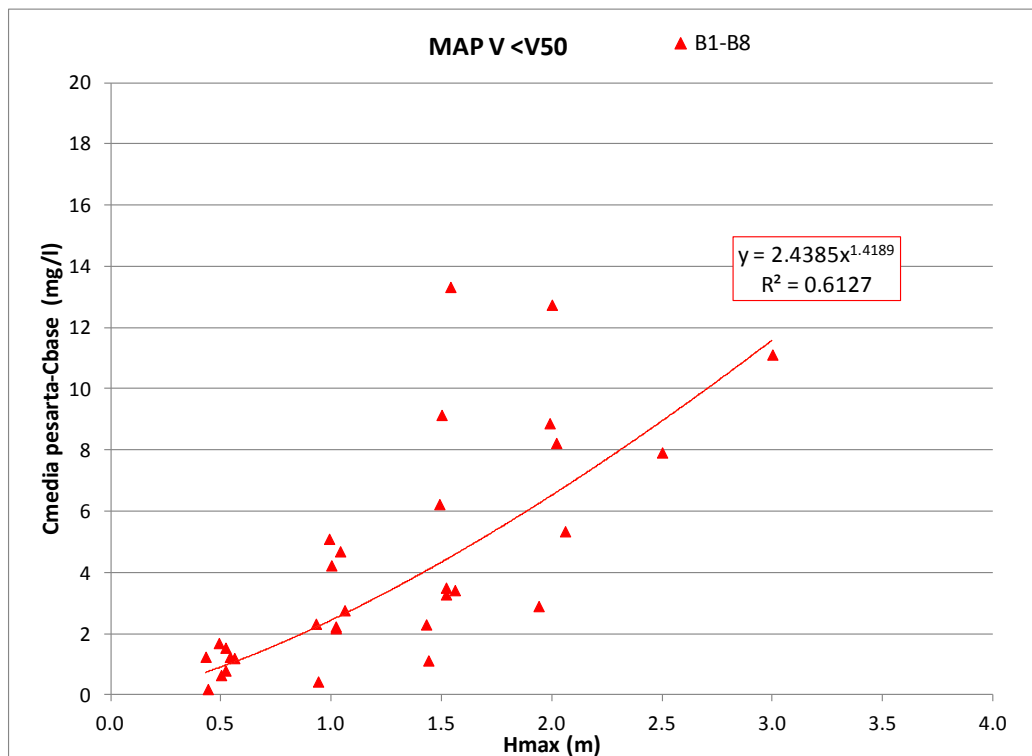
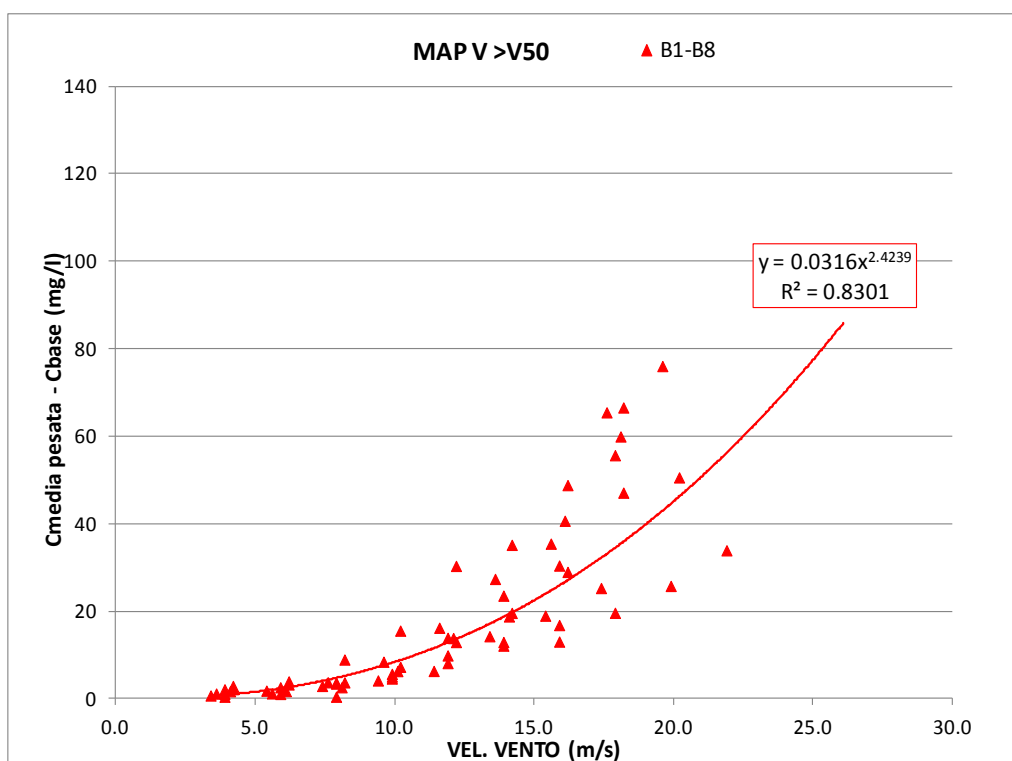


Figura 109. Stazione LTP: Stima della relazione tra la concentrazione media pesata (depurata della Cbase) e l'altezza d'onda per $V_v < V_{50}$ (a); Stima della relazione tra la concentrazione media pesata (depurata della Cbase) e la velocità del vento per $H_w < H_{50}$ (b).

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI



(a)



(b)

Figura 110. Stazione MAP: Stima della relazione tra la concentrazione media pesata (depurata della Cbase) e l'altezza d'onda per $V_v < V50$ (a); Stima della relazione tra la concentrazione media pesata (depurata della Cbase) e la velocità del vento per $H_w < H50$ (b).

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

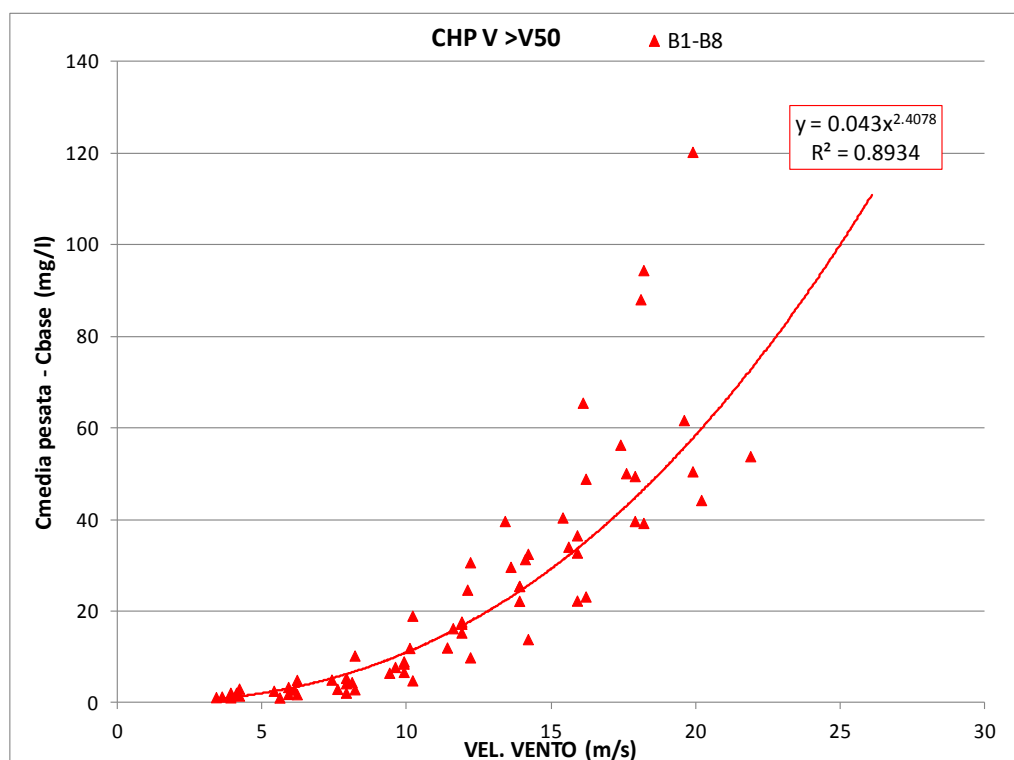
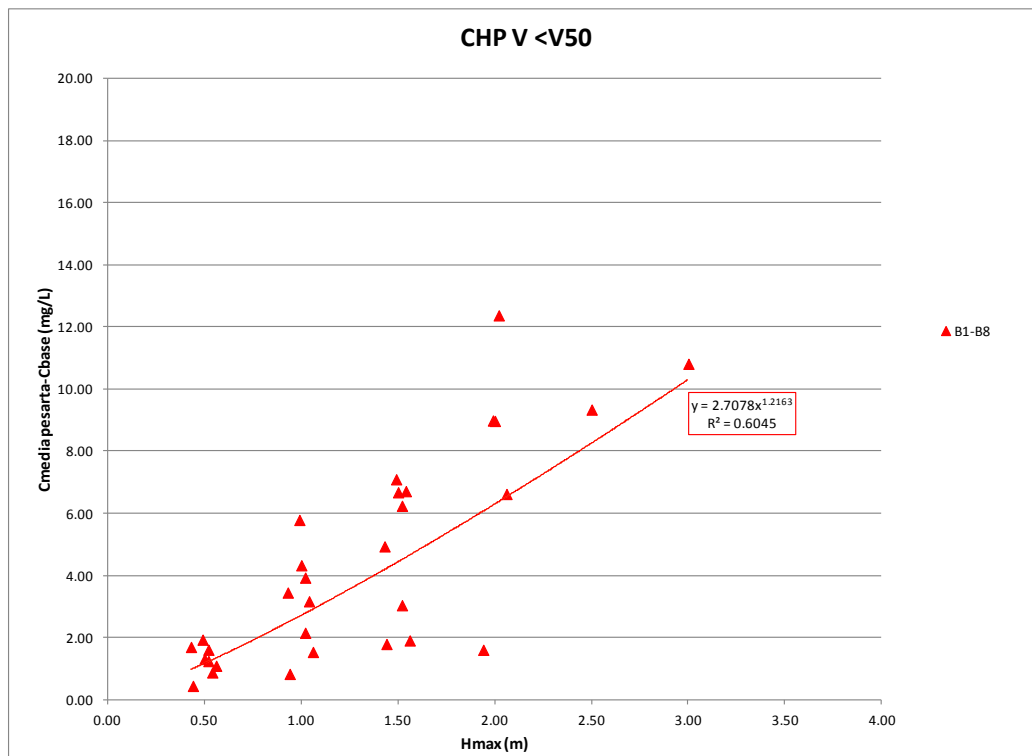
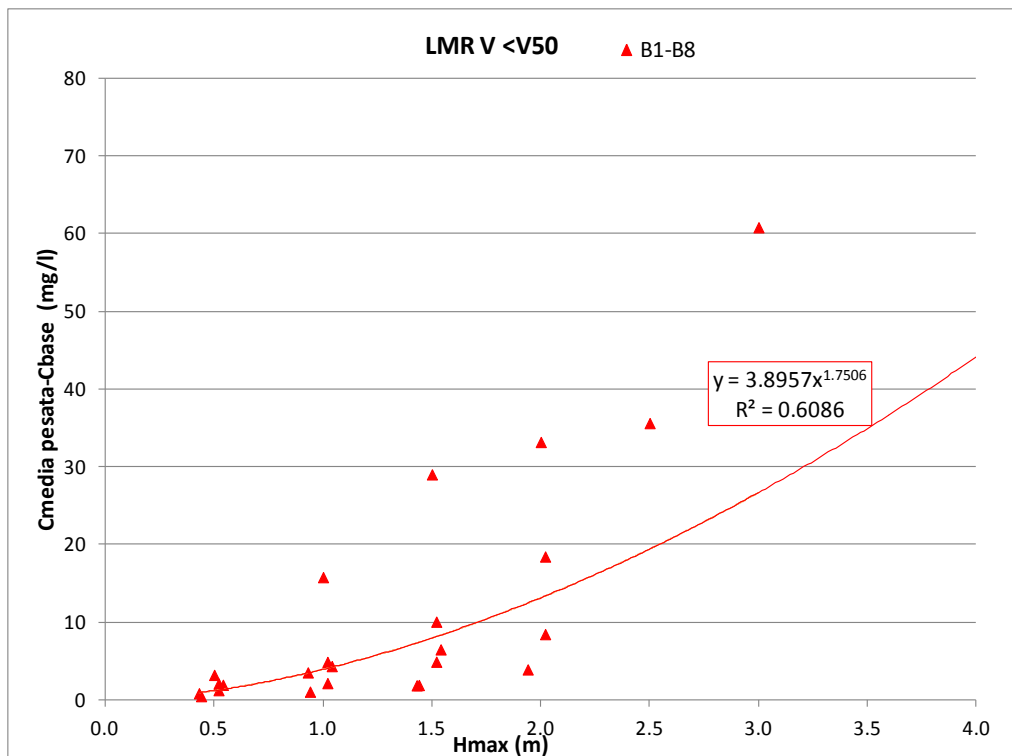
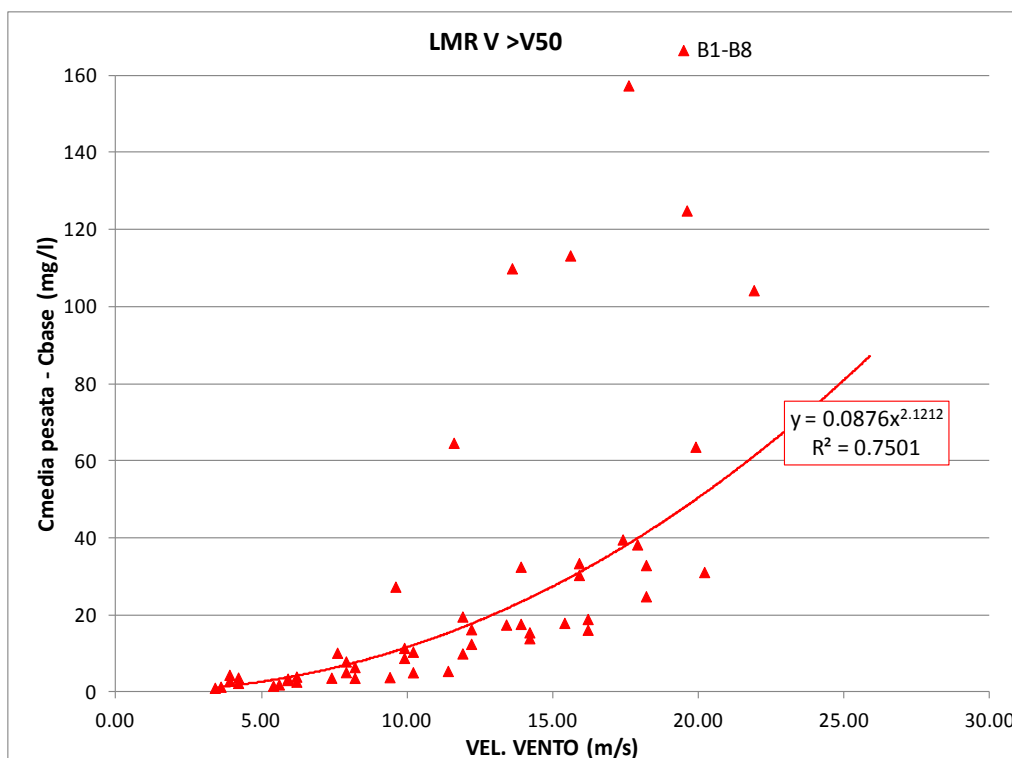


Figura 111. Stazione CHP: Stima della relazione tra la concentrazione media pesata (depurata della Cbase) e l'altezza d'onda per $V_v < V_{50}$ (a); Stima della relazione tra la concentrazione media pesata (depurata della Cbase) e la velocità del vento per $H_w < H_{50}$ (b);

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI



(a)



(b)

Figura 112. Stazione LMR: Stima della relazione tra la concentrazione media pesata (depurata della Cbase) e l'altezza d'onda per $V_v < V_{50}$ (a); Stima della relazione tra la concentrazione media pesata (depurata della Cbase) e la velocità del vento per $H_w < H_{50}$ (b);

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

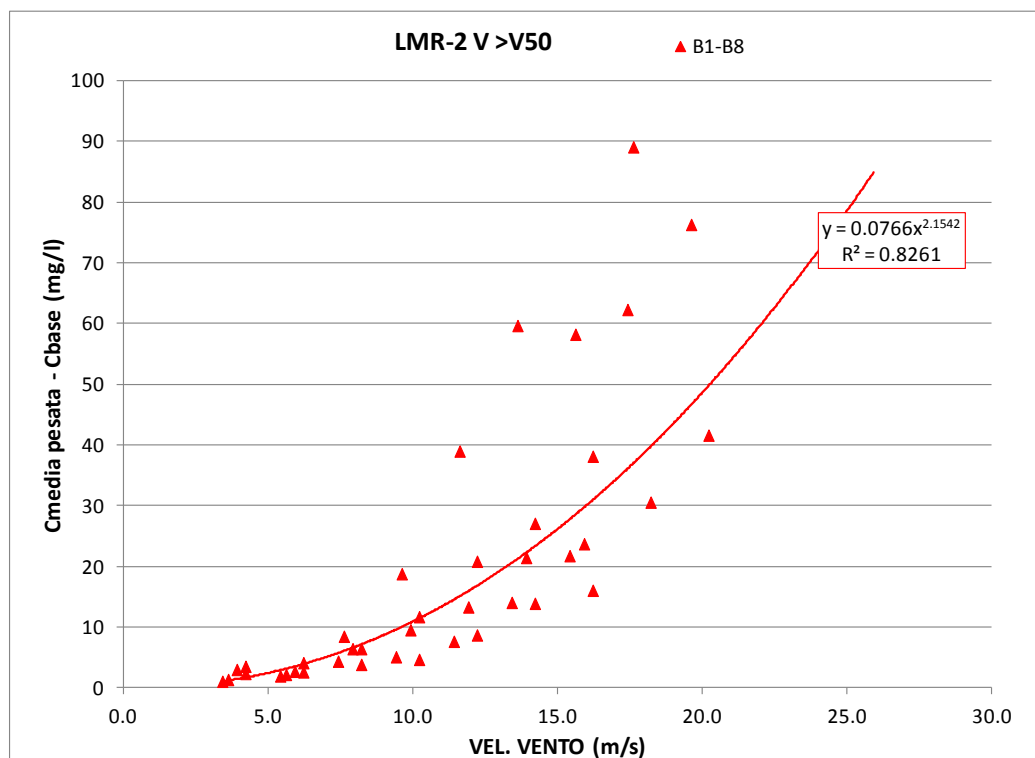
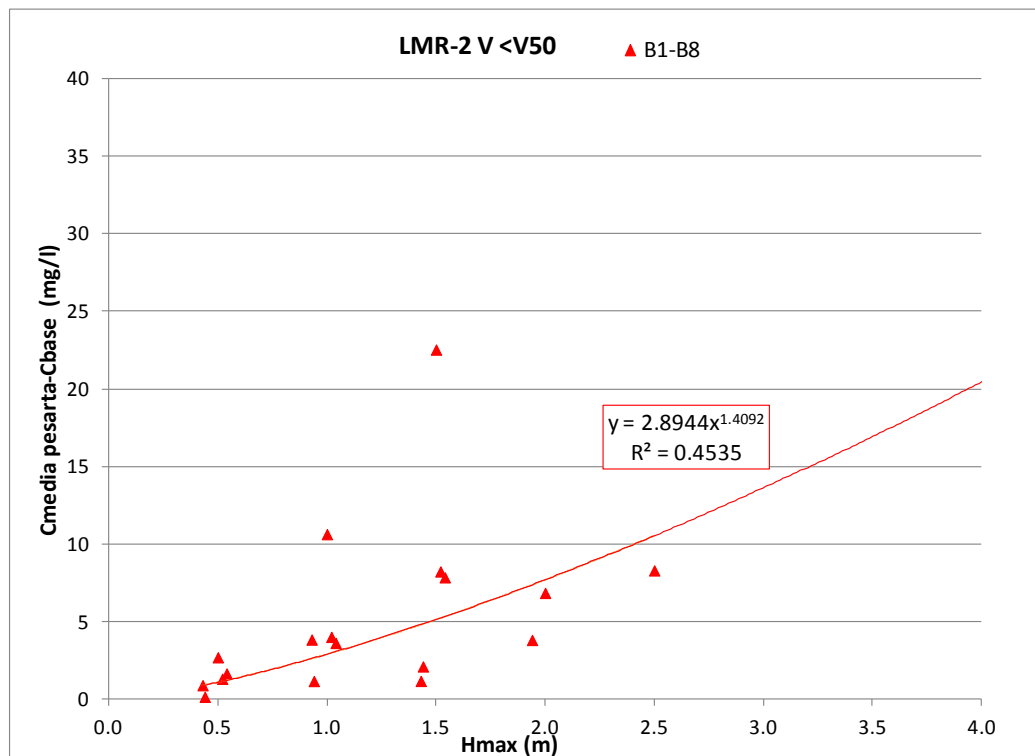
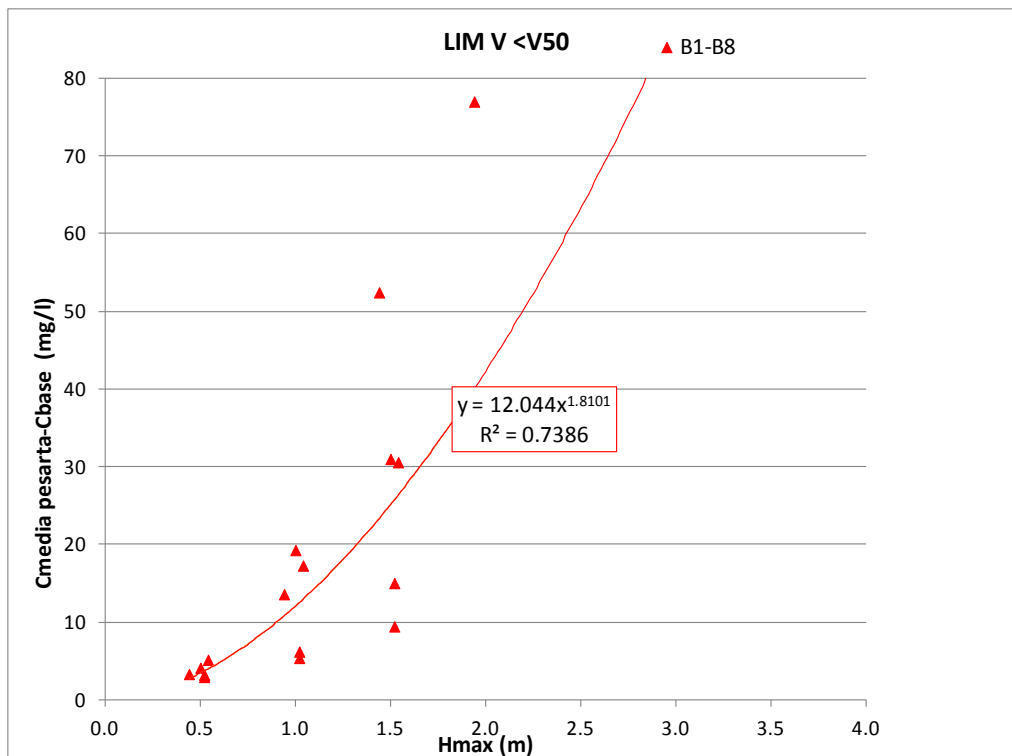
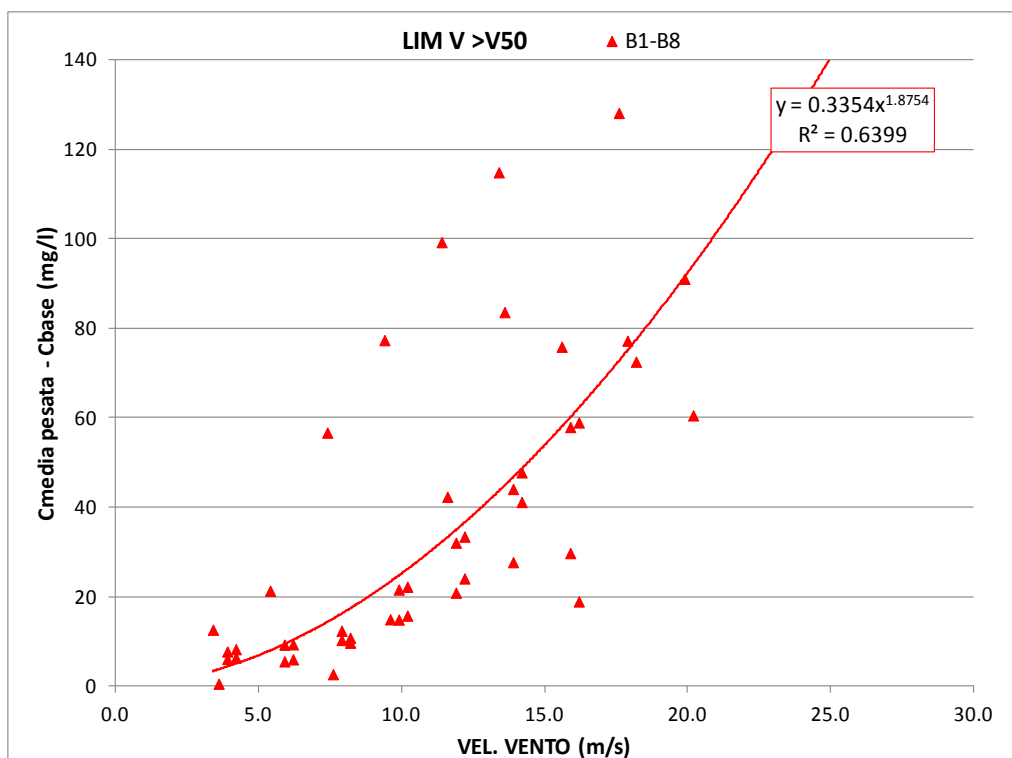


Figura 113. Stazione LMR-2: Stima della relazione tra la concentrazione media pesata (depurata della Cbase) e l'altezza d'onda per $V_v < V_{50}$ (a); Stima della relazione tra la concentrazione media pesata (depurata della Cbase) e la velocità del vento per $H_w < H_{50}$ (b);

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI



(a)



(b)

Figura 114. Stazione LIM: Stima della relazione tra la concentrazione media pesata (depurata della Cbase) e l'altezza d'onda per $V_v < V_{50}$ (a); Stima della relazione tra la concentrazione media pesata (depurata della Cbase) e la velocità del vento per $H_w < H_{50}$ (b);

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

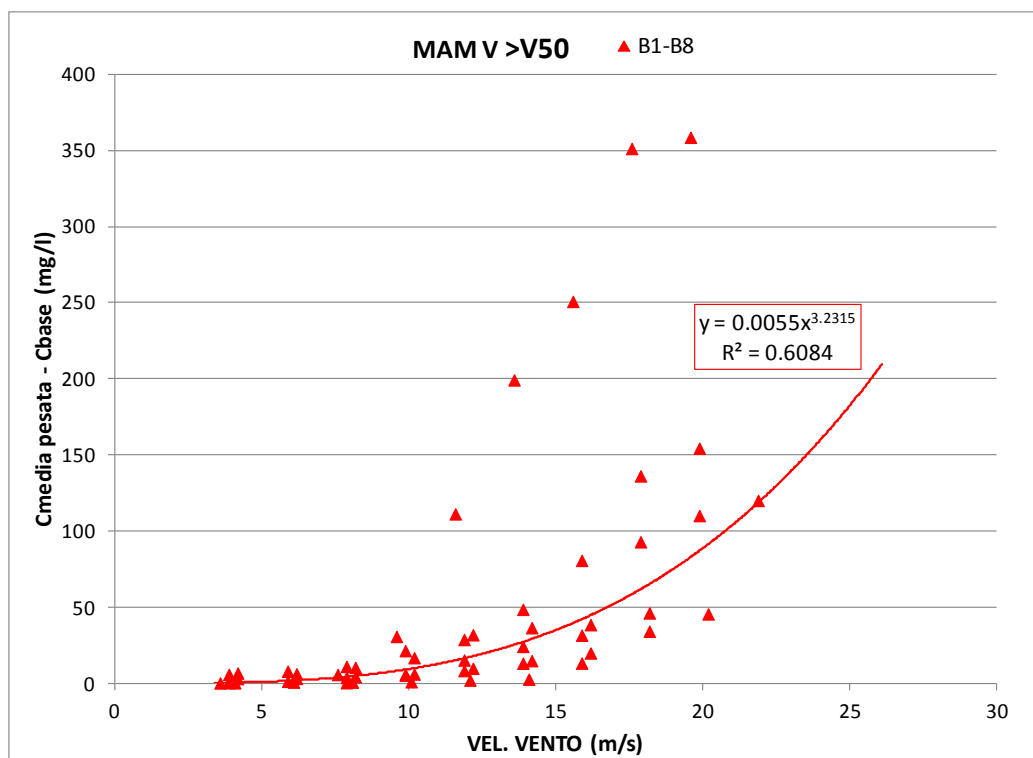
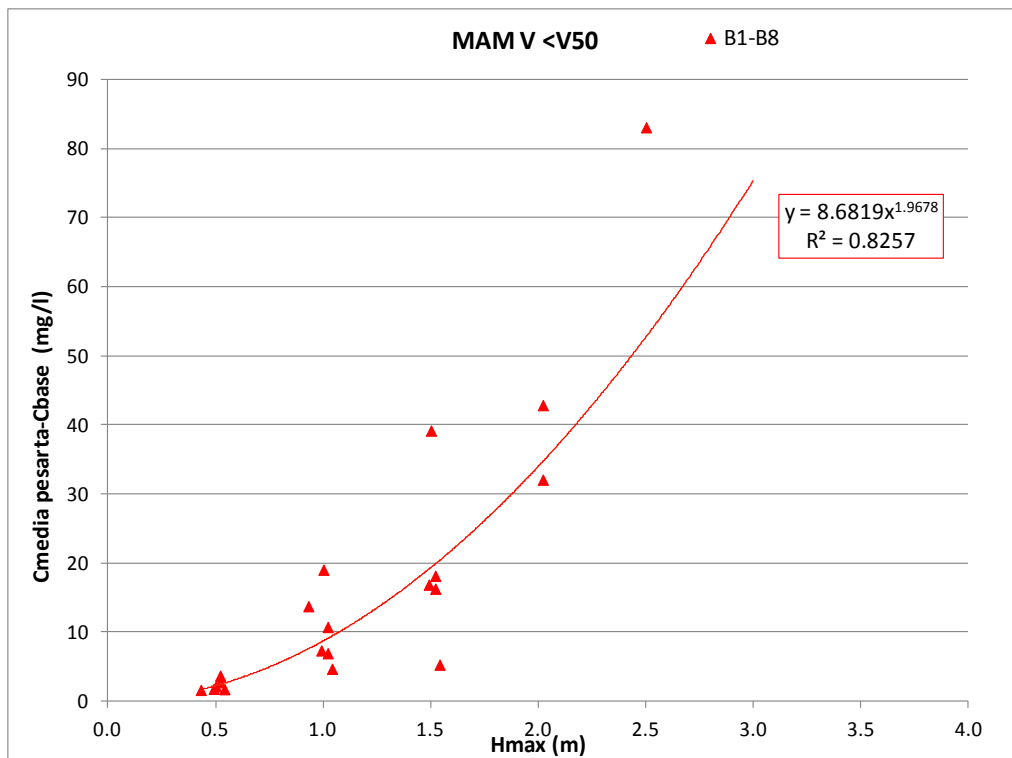


Figura 115. Stazione MAM: Stima della relazione tra la concentrazione media pesata (depurata della Cbase) e l'altezza d'onda per $V_v < V_{50}$ (a); Stima della relazione tra la concentrazione media pesata (depurata della Cbase) e la velocità del vento per $H_w < H_{50}$ (b);

8.2.5 Sviluppi futuri dell'indagine integrata

Come anticipato nei precedenti paragrafi, l'obiettivo finale della presente indagine è l'utilizzazione del prezioso set di dati raccolti in continuo dalla rete di torbidimetri nel corso di otto anni per tarare e verificare un'espressione algebrica in grado di predire il valore (media intermareale) della concentrazione in laguna, nelle bocche e nei litorali prossimi alle bocche, in funzione delle forzanti esterne variabili nel tempo a scala intermareale. Questo potrà venir fatto postulando un'espressione additiva di espressioni empiriche simili alle Eq.(3) e (4), da tarare e da verificare utilizzando i dati in sequenza cronologica.

9. CONCLUSIONI

Le indagini svolte presso le bocche di porto di Chioggia, Malamocco e Lido durante il periodo Maggio 2012–Aprile 2013 si sono focalizzate sulla caratterizzazione dell'idrodinamica e del trasporto solido che caratterizzano le aree prospicienti le zone di cantiere del sistema MoSE. Come per i precedenti anni del monitoraggio, sono state previste anche specifiche attività per la determinazione della torbidità generata dalle operazioni di dragaggio/scarico di materiale lapideo, laddove presenti, che possono evidenziare rapidamente una situazione di stress. Nelle occasioni in cui è stata verificata la presenza di tali tipi di attività (Campagna indagine sezioni di interesse MSB8) non si sono evidenziati superamenti nei valori della concentrazione di soglia secondo le modalità stabilite.

Le misure correntometriche effettuate lungo le sezioni di interesse ha permesso di acquisire una moltitudine di dati e di descrivere con dettaglio il campo di moto delle correnti. Sono state studiate le condizioni idrodinamiche sia in zona di canale principale, nelle tre bocche, sia in aree antistanti la bocca di porto, lato mare, per comprendere l'interazione tra correnti e opere. Ne è un esempio lo studio effettuato durante la campagna del 29 Agosto 2012 a Malamocco (si veda il Rapporto di campagna: Bocca di Malamocco 29 Agosto 2012) nella quale si è studiato con dettaglio il campo di moto delle correnti con dei transetti effettuati a mare tra la diga nord e la diga foranea.

In generale, relativamente alle analisi granulometriche si è evidenziata la presenza di diametri caratteristici d50 estremamente variabili e talvolta elevati, anche in assenza di particolari condizioni meteorologiche. Tale situazione può essere ragionevolmente attribuita alla presenza di flocculi e/o aggregati organici-inorganici che, soprattutto durante la stagione estiva, possono caratterizzare la qualità del particellato presente nella colonna d'acqua. Il fenomeno del trasporto solido in sospensione risulta di particolare complessità date le variabili che regolano sia il meccanismo di trasporto che di produzione. Per tale motivo anche i risultati dello studio dei sedimenti che si trovano in sospensione sono caratterizzati, nonostante la loro indubbia validità, da variabilità marcata.

Le attività effettuate sulle praterie a fanerogame marine presso i bassi fondali prospicienti le bocche di porto di Lido e Malamocco hanno permesso di ottenere un quadro piuttosto dettagliato dell'idrodinamica a supporto delle valutazioni di tipo modellistico e biotiche svolte negli altri ambiti del monitoraggio. In particolare è proseguito lo studio della struttura vorticoso, già osservata nella precedente fase B/7 del monitoraggio, che si instaura nella zona compresa tra il canale principale e l'area a basso fondale nei pressi dell'Isola di Sant'Andrea (Lido) in condizioni di marea calante e velocità di corrente relativamente sostenute.

Per quanto riguarda la misurazione della torbidità in continuo mediante stazioni fisse, dall'analisi dei dati validati è risultato che la maggior parte dei superamenti del valore di soglia di 30 mg/l è dovuta alla risospensione determinata da vento-moto ondoso e che non si sono verificati superamenti dovuti alle attività di scavo. Come negli anni precedenti è emersa una diversa risposta delle varie stazioni alle forzanti meteo-marine confermando quindi una variabilità spaziale della distribuzione delle concentrazioni.

Per quanto riguarda la valutazione integrata pluriennale dei dati correntometrici ottenuti alle tre bocche di porto tra gli anni 2007 e 2013, nonostante le complesse relazioni esistenti tra le variabili oggetto di studio, l'analisi dei dati disponibili ha consentito di ottenere alcune importanti informazioni e di formulare alcune ipotesi sull'evoluzione morfologica a lungo termine delle bocche di porto. Poiché i dati misurati mettevano in evidenza una significativa variabilità della sezione idraulica nel corso del tempo, è stato necessario distinguere fra variabilità a brevissimo termine legata alle escursioni di marea dalla variabilità a più lungo periodo probabilmente di tipo morfologico. Nell'arco di tempo considerato, si è osservata una variabilità residua (cioè depurata

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

delle oscillazioni mareografiche) particolarmente interessante alle bocche di porto di Lido e di Malamocco. Tale variazione è legata a due cause: la prima relativa ad errori strumentali o di approssimazione, che spiegano le relativamente modeste differenze tra le diverse campagne di misura; la seconda dovuta alle variazioni morfologiche che durante il periodo di monitoraggio sono verosimilmente avvenute lungo il canale delle tre bocche di porto. L'andamento tendenzialmente decrescente del tirante idraulico durante gli anni del monitoraggio supporta l'ipotesi secondo cui le modificazioni relative alla sezione idraulica, a Lido e Malamocco, possano attribuirsi a variazioni morfologiche della sezione di misura, conseguenti a modifiche strutturali importanti avvenute alle bocche di porto che possono aver causato l'incremento delle resistenze idrauliche complessive alle bocche.

Per quanto riguarda l'analisi integrata pluriennale delle misure torbimetriche è stato sviluppato un procedimento statistico-deterministico inteso ad utilizzare contestualmente la base di dati disponibile. In questo primo rapporto è riportato un primo tentativo consistente nel distinguere il meccanismo di risollevarimento dei sedimenti legato all'azione diretta del vento (moto ondoso locale particolarmente attivo all'interno della laguna) dal meccanismo di risollevarimento legato al "mare lungo", particolarmente attivo sui litorali esterni anche in assenza di vento. Le due espressioni funzionali trovate per ciascun torbidimetro e per ciascun anno, dovranno essere dapprima verificate statisticamente utilizzando insieme i dati dell'intero periodo e successivamente combinate fra di loro.

BIBLIOGRAFIA

Arpav, *Dati di portata dei fiumi Bacchiglione, Adige, Brenta, Gorzone, Piave, Livenza*. Dipartimento Regionale Per La Sicurezza Del Territorio, Servizio Idrologico Regionale, Belluno.

D.H. Wilber and D.G. Clarke, *Biological Effects of Suspended Sediments: A review of Suspended Sediment Impacts on Fish and Shelfish with Relation to Dredging Activities in Estuaries*, North American Journal of Fishery Management, 21:855-875, 2001.

EPA, *Guidelines for Dredging*, 2001.

Helley, E.J. and Smith, W., 1971. *Development and Calibration of a Pressure-Difference Bed Load Sampler*. U.S. Geological Survey Open File Report, Washington, USA.

Magistrato alle Acque di Venezia - CORILA. 2005. Studio B.6.72 B/1 – Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Matrice: Acqua. Definizione dei valori soglia della torbidità all'interno delle bocche di porto. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Magistrato alle Acque di Venezia - CORILA. 2006. Studio B.6.72 B/1 – Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Matrice: Acqua. Linee guida speditive. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Magistrato alle Acque di Venezia - CORILA. 2006. Studio B.6.72 B/1 – Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Matrice: Acqua. Rapporto Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Magistrato alle Acque di Venezia - CORILA. 2007. Studio B.6.72 B/2 – Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Matrice: Acqua. Rapporto Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Magistrato alle Acque di Venezia - CORILA. 2008. Studio B.6.72 B/3 – Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Matrice: Acqua. Rapporto Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Magistrato alle Acque di Venezia - CORILA. 2009. Studio B.6.72 B/4 – Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Matrice: Acqua. Rapporto Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Magistrato alle Acque di Venezia - CORILA. 2010. Studio B.6.72 B/5 – Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Matrice: Acqua. Rapporto Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Magistrato alle Acque di Venezia - CORILA. 2011. Studio B.6.72 B/6 – Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Matrice: Acqua. Rapporto Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Magistrato alle Acque di Venezia - CORILA. 2012a. Studio B.6.72 B/7 – Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Matrice: Acqua. Rapporto Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Magistrato alle Acque di Venezia - CORILA. 2012. Studio B.6.72 B/7 - Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Matrice: Acqua. Macroattività: Campagne di misura per la caratterizzazione delle aree a praterie a fanerogame. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Magistrato alle Acque di Venezia - CORILA. 2012b. Studio B.6.72 B/8– Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Matrice:

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Acqua. Macroattività: Rilevazione della torbidità in continuo. I rapporto di valutazione, Periodo di riferimento: da maggio ad agosto 2012. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Magistrato alle Acque di Venezia - CORILA. 2012c. Studio B.6.72 B/8 – Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Matrice: Acqua. Macroattività: Monitoraggio della produzione della torbidità nelle aree prossime ai cantieri e del trasporto solido e dell'idrodinamica in sezioni caratteristiche delle bocche di porto. Rapporto di campagna: bocca di lido. 30 luglio-01 agosto 2012. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia.

Magistrato alle Acque di Venezia - CORILA. 2012d. Studio B.6.72 B/8 – Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Matrice: Acqua. Macroattività: indagine dettagliata sulla distribuzione e sulle caratteristiche dei materiali sospesi in sezioni di interesse. Rapporto di campagna: Bocca di lido 31 luglio 2012, Bocca di Malamocco 30 agosto 2012. Bocca di Chioggia 31 agosto 2012. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia.

Magistrato alle Acque di Venezia - CORILA. 2012e. Studio B.6.72 B/8 – Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Matrice: Acqua. Macroattività: Monitoraggio della produzione della torbidità nelle aree prossime ai cantieri e del trasporto solido e dell'idrodinamica in sezioni caratteristiche delle bocche di porto. Rapporto di campagna: Bocca di Chioggia 27, 28 Agosto 2012. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia.

Magistrato alle Acque di Venezia - CORILA. 2012f. Studio B.6.72 B/8 – Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Matrice: Acqua. Macroattività: Monitoraggio della produzione della torbidità nelle aree prossime ai cantieri e del trasporto solido e dell'idrodinamica in sezioni caratteristiche delle bocche di porto. Rapporto di campagna: Bocca di Malamocco 29 Agosto 2012. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia.

Magistrato alle Acque di Venezia - CORILA. 2012g. Studio B.6.72 B/8 – Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Matrice: Acqua. Macroattività: Monitoraggio della produzione della torbidità nelle aree prossime ai cantieri e del trasporto solido e dell'idrodinamica in sezioni caratteristiche delle bocche di porto. Rapporto di campagna: Bocca di Lido 27 Febbraio 2013. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia.

Magistrato alle Acque di Venezia - CORILA. 2012h. Studio B.6.72 B/8 – Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Matrice: Acqua. Macroattività: Monitoraggio della produzione della torbidità nelle aree prossime ai cantieri e del trasporto solido e dell'idrodinamica in sezioni caratteristiche delle bocche di porto. Rapporto di campagna: Bocca di Lido 28 Gennaio 2013. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia.

Magistrato alle Acque di Venezia - CORILA. 2013a. Studio B.6.72 B/8 – Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Matrice: Acqua. Macroattività: Rilevazione della torbidità in continuo. Il rapporto di valutazione Periodo di riferimento: da settembre a dicembre 2012. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Magistrato alle Acque di Venezia - CORILA. 2013b. Studio B.6.72 B/8 – Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Matrice: Acqua. Macroattività: Rilevazione della torbidità in continuo. III rapporto di valutazione Periodo di riferimento: da gennaio ad aprile 2013. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Magistrato alle Acque di Venezia - CORILA. 2013c. Studio B.6.72 B/8 – Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Macroattività: Praterie a Fanerogame. Modellazione matematica idro-morfodinamica delle praterie a fanerogame marine. Rapporto Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Magistrato alle Acque di Venezia - CORILA. 2013d. Studio B.6.72 B/8 – Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Macroattività: Praterie a Fanerogame. Attività di analisi integrata dei risultati modellazione, campionamento fanerogame marine e torbidità. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia.

Marine Pollution Bulletin, Volume 52, Issue 12, 2006, Elsevier.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI
APPENDICE

STAZIONE LTP 2012-2013 B/8

Concentrazioni medie

0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23.90	0.00	0.00	0.00	35.23	31.73	35.49	0.00	0.00	9.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	21.90	0.00	0.00	0.00	22.51	15.43	17.29	23.52	8.97	10.80	9.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19.90	0.00	0.00	0.00	11.74	15.26	22.29	11.58	70.99	23.53	0.00	10.43	0.00	13.36	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.90	0.00	15.90	19.47	27.92	20.64	44.11	76.83	101.27	63.02	203.62	158.85	0.00	334.50	331.48	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15.90	0.00	18.21	30.98	31.15	41.06	66.19	107.51	79.45	83.95	99.93	94.12	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.90	12.05	21.96	27.82	42.74	38.04	35.79	31.74	32.08	97.60	181.36	165.86	152.65	235.92	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15.29	11.90	16.23	21.12	26.67	46.78	35.91	36.82	28.04	46.72	28.18	93.98	112.63	20.03	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	NaN	0.00	9.79	9.90	12.91	20.08	22.98	22.91	25.55	31.66	37.53	59.16	99.79	139.54	116.98	0.00	96.46	126.29	0.00
0.00	0.00	0.00	19.07	12.73	11.24	7.90	13.45	17.50	24.06	36.17	32.58	57.33	98.53	96.83	169.53	65.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	15.08	12.69	11.70	11.72	5.90	13.59	20.22	25.78	31.36	41.05	21.28	119.50	56.59	51.83	58.24	0.00	0.00	51.64	0.00	0.00
0.00	0.00	12.02	11.99	12.10	12.34	3.90	14.63	17.41	22.15	47.98	39.65	24.56	65.97	151.22	238.34	171.10	0.00	291.96	0.00	0.00	224.75
0.00	0.01	0.10	0.20	0.30	0.40		0.50	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50	7.00	7.50
0.00	12.83	11.41	11.78	12.86	13.40	2.90	14.75	22.22	39.77	56.87	31.72	36.85	36.34	0.00	0.00	228.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	11.92	10.75	12.00	13.07	13.23	1.90	14.19	26.31	40.62	43.18	55.49	53.38	12.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	9.58	10.99	12.67	13.15	12.42	0.90	14.17	26.48	38.04	21.43	99.49	37.23	0.00	12.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	9.88	11.67	14.81	14.75	16.82	0.00	23.06	37.54	21.92	14.64	17.28	17.15	14.08	0.00	21.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Numero di dati

0.0	0	0	0	0	0	25.90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.0	0	0	0	0	0	23.90	0	0	0	1	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
0.0	0	0	0	0	0	21.90	0	0	0	1	3	2	2	2	1	1	0	0	0	0	0
0.0	0	0	0	0	0	19.90	0	0	0	2	7	5	4	3	2	0	1	0	1	0	0
0.0	0	0	0	0	0	17.90	0	1	11	4	13	13	9	11	7	3	1	0	1	1	0
0.0	0	0	0	0	0	15.90	0	5	22	41	29	32	19	13	18	12	1	0	0	0	0
0.0	0	0	0	0	0	13.90	4	25	71	134	95	54	39	29	23	22	11	3	1	0	0
0.0	0	0	0	0	2	11.90	10	117	229	209	105	51	26	18	9	4	1	1	0	0	0
0.0	0	0	0	0	3	9.90	70	352	431	210	62	35	19	7	6	4	3	0	1	1	0
0.0	0	0	2	10	12	7.90	574	820	474	125	40	23	14	10	2	1	0	0	0	0	0
0.0	0	2	38	142	336	5.90	2126	1017	244	44	19	2	2	3	1	1	0	0	1	0	0
0.0	0	205	881	1304	1175	3.90	3042	681	129	59	15	9	2	2	1	2	0	1	0	0	1
0.00	0.01	0.10	0.20	0.30	0.40		0.50	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50	7.00	7.50
0.0	8	758	1169	894	616	2.90	1134	222	52	17	23	15	2	0	0	1	0	0	0	0	0
0.0	41	1394	1171	779	482	1.90	849	158	50	16	9	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0
0.0	99	1318	703	506	311	0.90	574	122	41	15	3	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
0.0	94	571	390	273	193	0.00	562	200	93	43	19	6	2	0	2	0	0	0	0	0	0

CORILA

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI
STAZIONE MAP 2012-2013 B/8

Concentrazioni medie

0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23.90	0.00	0.00	0.00	7.06	13.39	11.92	0.00	0.00	30.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	21.90	0.00	0.00	0.00	18.13	26.33	24.53	19.17	27.81	16.49	26.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19.90	0.00	0.00	0.00	27.03	25.73	19.56	27.98	27.21	20.49	0.00	19.99	0.00	13.32	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.90	0.00	7.73	5.75	11.52	27.17	23.44	28.92	30.58	18.18	26.01	32.97	0.00	15.52	16.06	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15.90	0.00	7.10	9.58	13.87	17.06	22.79	24.22	29.17	28.24	21.56	8.02	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.90	9.42	7.50	11.93	18.69	19.61	21.89	20.67	13.87	31.12	31.74	32.06	31.73	24.26	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.69	11.90	7.04	8.68	10.89	16.16	17.23	20.15	17.10	18.67	16.83	10.97	33.26	19.80	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	NaN	0.00	6.01	9.90	7.00	8.68	10.85	12.72	14.87	17.36	18.33	17.80	27.98	34.23	31.16	0.00	41.98	36.67	0.00
0.00	0.00	0.00	6.78	11.24	7.17	7.90	6.71	7.97	11.49	17.66	19.47	26.40	33.65	37.76	48.03	38.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	9.52	5.70	6.35	5.38	5.90	6.14	7.16	9.64	14.77	18.28	14.58	38.00	23.36	18.54	37.54	0.00	0.00	32.77	0.00	0.00
0.00	0.00	5.92	5.37	5.67	5.55	3.90	6.32	7.94	10.26	16.42	13.70	10.18	38.26	45.25	63.91	36.61	0.00	66.55	0.00	0.00	58.62
0.00	0.01	0.10	0.20	0.30	0.40		0.50	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50	7.00	7.50
0.00	7.38	4.91	5.22	5.54	5.77	2.90	6.05	9.34	16.73	21.43	12.07	16.95	25.84	0.00	0.00	61.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	5.46	4.84	5.82	5.69	5.44	1.90	6.04	9.94	19.54	34.06	20.50	14.33	9.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	4.23	5.12	5.59	6.07	5.70	0.90	6.60	10.35	18.62	16.08	40.83	20.47	0.00	10.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	3.48	5.13	5.34	6.45	6.30	0.00	7.84	10.80	9.93	12.50	15.90	18.11	19.38	0.00	17.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Numero di dati

0	0	0	0	0	0	25.90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	23.90	0	0	0	1	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	21.90	0	0	0	1	3	2	2	2	1	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	19.90	0	0	0	2	7	5	4	3	2	0	1	0	1	0	0
0	0	0	0	0	0	17.90	0	1	11	4	13	13	9	11	7	3	1	0	1	1	0
0	0	0	0	0	0	15.90	0	5	22	41	29	32	19	13	18	12	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	13.90	5	28	71	135	95	54	39	29	23	22	11	3	1	0	0
0	0	0	0	0	2	11.90	12	123	230	210	105	51	26	18	9	4	1	1	0	0	0
0	0	0	0	0	3	9.90	73	348	436	214	62	35	19	7	6	4	3	0	1	1	0
0	0	0	2	10	12	7.90	571	803	466	126	40	23	14	10	2	1	0	0	0	0	0
0	0	3	40	142	347	5.90	2033	979	243	46	19	2	2	3	1	1	0	0	1	0	0
0	0	182	838	1211	1142	3.90	2954	679	137	60	15	9	2	2	1	2	0	1	0	0	1
0.00	0.01	0.10	0.20	0.30	0.40		0.50	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50	7.00	7.50
0	4	627	1133	935	625	2.90	1170	229	54	18	23	15	2	0	0	1	0	0	0	0	0
0	28	1145	1057	757	478	1.90	873	165	53	16	9	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	84	1105	634	497	320	0.90	562	125	41	15	3	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
0	86	487	340	268	204	0.00	606	206	96	43	18	6	2	0	2	0	0	0	0	0	0

CORILA

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI
STAZIONE CHP 2012-2013 B/8

Concentrazioni medie

0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23.90	0.00	0.00	0.00	37.40	29.97	22.08	0.00	0.00	32.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	21.90	0.00	0.00	0.00	42.08	42.56	41.42	23.61	25.62	11.81	29.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19.90	0.00	0.00	0.00	33.06	41.76	37.97	35.36	29.05	33.94	0.00	13.34	0.00	8.41	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.90	0.00	11.10	16.97	18.17	36.45	34.65	35.97	75.06	41.70	45.33	34.37	0.00	33.21	33.48	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15.90	0.00	9.52	13.22	21.41	26.16	29.17	25.26	70.29	57.80	28.75	12.13	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.90	4.97	12.96	16.50	24.56	29.03	33.48	34.14	23.23	59.37	38.01	36.22	35.73	46.72	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.08	11.90	6.06	10.11	15.74	25.21	26.64	29.10	27.02	32.25	22.92	12.26	30.55	53.71	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	NaN	0.00	3.70	9.90	6.25	9.50	13.78	18.12	20.46	26.27	28.69	39.98	49.45	38.49	59.41	0.00	67.62	20.36	0.00
0.00	0.00	0.00	2.60	8.26	8.08	7.90	6.68	8.23	11.87	17.37	19.02	24.05	37.32	28.52	28.22	97.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	14.05	6.91	5.66	5.89	5.90	6.40	7.76	10.58	16.85	17.60	13.27	67.75	47.87	30.41	103.48	0.00	0.00	95.78	0.00	0.00
0.00	0.00	7.34	5.39	5.40	5.46	3.90	6.29	8.23	10.70	15.93	14.65	10.34	30.10	35.93	33.84	20.52	0.00	31.36	0.00	0.00	32.29
0.00	0.01	0.10	0.20	0.30	0.40		0.50	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50	7.00	7.50
0.00	7.01	5.64	5.39	5.29	5.72	2.90	6.29	9.09	13.19	14.75	14.65	16.22	37.56	0.00	0.00	33.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	6.87	5.36	5.41	5.45	5.43	1.90	6.16	9.34	12.11	15.32	20.54	21.81	7.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	5.11	5.10	5.51	5.38	5.15	0.90	6.49	8.61	11.81	11.81	23.64	24.75	0.00	6.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	4.82	5.43	6.17	6.15	5.89	0.00	8.48	11.46	11.57	14.78	14.87	14.08	14.72	0.00	12.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Numero di dati

0	0	0	0	0	0	25.90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	23.90	0	0	0	1	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	21.90	0	0	0	1	3	2	2	2	1	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	19.90	0	0	0	2	7	5	4	3	2	0	1	0	1	0	0
0	0	0	0	0	0	17.90	0	1	11	4	13	13	9	11	7	3	1	0	1	1	0
0	0	0	0	0	0	15.90	0	5	21	41	29	32	19	13	18	12	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	13.90	5	26	71	135	95	54	39	28	23	22	11	3	1	0	0
0	0	0	0	0	2	11.90	12	119	230	210	105	51	26	18	9	4	1	1	0	0	0
0	0	0	0	0	2	9.90	59	338	438	214	62	33	19	7	6	4	3	0	1	1	0
0	0	0	2	10	11	7.90	541	848	491	129	40	23	14	10	2	1	0	0	0	0	0
0	0	2	37	118	340	5.90	2056	1035	250	45	19	2	2	3	1	1	0	0	1	0	0
0	0	205	892	1335	1193	3.90	3043	711	132	60	15	9	2	2	1	2	0	1	0	0	1
0.00	0.01	0.10	0.20	0.30	0.40		0.50	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50	7.00	7.50
0	6	750	1252	989	647	2.90	1161	242	54	18	23	15	2	0	0	1	0	0	0	0	0
0	36	1385	1238	838	490	1.90	858	167	55	16	9	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	98	1293	756	530	321	0.90	583	123	40	15	3	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
0	95	584	394	274	209	0.00	637	210	98	43	19	6	2	0	2	0	0	0	0	0	0

CORILA

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHIE LAGUNARI
STAZIONE LMR 2012-2013 B/8

Concentrazioni medie

0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23.90	0.00	0.00	0.00	4.84	5.22	5.25	0.00	0.00	48.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	21.90	0.00	0.00	0.00	11.44	28.68	25.10	26.98	27.19	11.73	31.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19.90	0.00	0.00	0.00	16.09	16.26	7.37	25.48	51.39	19.63	0.00	12.48	0.00	4.91	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.90	0.00	7.34	11.92	8.50	39.96	47.41	39.24	50.19	27.59	73.65	92.40	0.00	112.96	110.62	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15.90	0.00	9.00	24.66	37.26	41.79	43.97	50.54	43.84	38.85	70.71	53.83	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.90	5.64	12.09	22.02	35.32	40.12	44.26	52.05	40.15	54.01	87.74	145.91	87.13	93.53	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.18	11.90	4.34	12.15	16.38	29.30	32.79	39.37	62.38	65.98	30.80	53.10	32.77	14.25	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	4.56	0.00	4.76	9.90	6.40	11.42	17.21	23.90	24.39	48.63	48.67	67.70	163.66	219.03	172.41	0.00	130.89	408.27	0.00
0.00	0.00	0.00	5.89	7.32	8.66	7.90	7.94	10.85	17.52	32.75	37.63	92.61	114.37	158.38	292.68	95.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	6.25	7.03	5.68	6.26	5.90	7.80	10.77	15.44	21.16	92.33	25.82	311.88	78.70	187.26	77.83	0.00	0.00	55.50	0.00	0.00
0.00	0.00	4.66	5.68	6.71	6.56	3.90	8.67	13.54	19.63	66.98	55.87	60.71	113.59	350.53	611.22	339.01	0.00	687.18	0.00	0.00	489.31
0.00	0.01	0.10	0.20	0.30	0.40		0.50	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50	7.00	7.50
0.00	4.77	4.82	5.88	6.64	7.72	2.90	8.73	19.20	36.83	67.38	59.75	67.23	41.93	0.00	0.00	547.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	4.17	4.97	6.41	6.85	7.61	1.90	9.10	22.64	49.28	74.34	129.32	159.96	15.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	3.29	4.81	5.93	7.11	6.14	0.90	9.39	21.56	46.43	30.24	108.91	90.96	0.00	17.49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	2.56	4.71	7.63	9.00	9.33	0.00	12.08	25.62	21.68	15.48	19.36	14.47	9.49	0.00	17.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Numero di dati

0	0	0	0	0	0	25.90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	23.90	0	0	0	1	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	21.90	0	0	0	1	3	2	2	2	1	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	19.90	0	0	0	2	7	5	4	3	2	0	1	0	1	0	0
0	0	0	0	0	0	17.90	0	1	11	4	13	13	9	11	7	3	1	0	1	1	0
0	0	0	0	0	0	15.90	0	5	22	41	29	32	19	13	18	12	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	13.90	5	28	71	134	95	54	39	29	23	22	11	3	1	0	0
0	0	0	0	0	2	11.90	12	118	226	210	104	51	26	18	9	4	1	1	0	0	0
0	0	0	1	0	3	9.90	76	352	439	214	62	35	19	7	6	4	3	0	1	1	0
0	0	0	2	10	13	7.90	586	838	489	128	40	23	14	10	2	1	0	0	0	0	0
0	0	4	43	146	378	5.90	2117	1010	256	44	19	2	2	3	1	1	0	0	1	0	0
0	0	216	913	1338	1219	3.90	3107	696	133	56	15	9	2	2	1	2	0	1	0	0	1
0.00	0.01	0.10	0.20	0.30	0.40		0.50	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50	7.00	7.50
0	8	763	1248	966	647	2.90	1150	231	55	18	23	15	2	0	0	1	0	0	0	0	0
0	38	1392	1238	800	499	1.90	868	160	51	16	8	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	99	1280	730	515	319	0.90	600	123	41	15	3	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
0	95	548	378	271	212	0.00	635	203	90	38	18	6	2	0	2	0	0	0	0	0	0

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI
STAZIONE LMR-2 2012-2013 B/8

Concentrazioni medie

0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25.9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23.9	0.00	0.00	0.00	5.37	6.43	7.62	0.00	0.00	59.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	21.9	0.00	0.00	0.00	8.13	34.97	34.19	35.73	48.47	31.43	50.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19.9	0.00	0.00	0.00	16.35	20.54	11.04	27.47	51.84	15.37	0.00	31.94	0.00	10.66	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.9	0.00	5.23	13.95	13.12	35.43	41.87	44.24	52.36	32.90	78.44	82.58	0.00	113.87	112.73	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15.9	0.00	14.06	19.32	24.32	30.90	40.41	41.57	49.93	46.02	71.92	63.85	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.9	10.05	11.32	17.91	27.21	31.71	29.13	38.33	31.62	48.84	78.00	103.03	54.80	119.72	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.68	11.9	14.16	14.44	14.96	24.29	26.83	32.11	47.91	56.24	31.47	53.18	35.34	15.90	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	6.74	0.00	10.27	9.9	11.35	15.35	16.74	21.26	22.35	50.96	47.08	67.37	147.54	148.18	175.01	0.00	132.23	180.23	0.00
0.00	0.00	0.00	11.65	9.11	12.95	7.9	11.82	13.03	17.16	29.53	30.40	64.66	85.07	109.59	151.33	88.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	13.87	9.58	10.19	9.89	5.9	10.54	12.20	15.01	23.35	80.69	36.47	259.36	63.90	197.60	74.70	0.00	0.00	51.30	0.00	0.00
0.00	0.00	9.16	8.51	10.00	9.55	3.9	10.22	15.06	18.36	53.21	58.13	71.45	56.32	112.52	204.91	129.56	0.00	189.84	0.00	0.00	203.34
0.00	0.01	0.10	0.20	0.30	0.40		0.50	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50	7.00	7.50
0.00	14.95	8.71	9.10	10.13	10.39	2.9	11.11	16.22	27.01	54.46	44.56	52.24	29.51	0.00	0.00	209.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	10.79	8.90	9.29	10.17	9.79	1.9	11.22	17.34	35.89	48.98	79.40	111.54	23.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	7.55	8.90	9.00	10.12	10.15	0.9	11.27	20.87	42.38	31.55	70.69	113.82	0.00	24.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	6.06	8.87	9.67	13.31	13.10	0	14.97	24.01	23.49	16.16	17.61	19.37	12.36	0.00	25.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Numero di dati

0	0	0	0	0	0	25.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	23.9	0	0	0	1	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	21.9	0	0	0	1	3	2	2	2	1	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	19.9	0	0	0	2	7	5	4	3	2	0	1	0	1	0	0
0	0	0	0	0	0	17.9	0	1	11	4	13	13	9	11	7	3	1	0	1	1	0
0	0	0	0	0	0	15.9	0	5	21	41	29	32	19	13	18	12	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	13.9	4	24	71	134	95	54	38	28	23	22	11	3	1	0	0
0	0	0	0	0	2	11.9	12	109	228	211	104	51	26	18	9	4	1	1	0	0	0
0	0	0	1	0	2	9.9	48	330	439	213	62	33	19	7	6	4	3	0	1	1	0
0	0	0	2	10	13	7.9	542	819	488	129	40	23	14	10	2	1	0	0	0	0	0
0	0	4	41	133	341	5.9	1996	990	254	45	19	2	2	3	1	1	0	0	1	0	0
0	0	203	888	1299	1174	3.9	2934	703	140	60	15	9	2	2	1	2	0	1	0	0	1
0.00	0.01	0.10	0.20	0.30	0.40		0.50	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50	7.00	7.50
0.00	7	740	1197	918	616	2.9	1124	242	55	18	23	15	2	0	0	1	0	0	0	0	0
0.00	35	1362	1196	768	451	1.9	833	168	55	16	8	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0
0.00	88	1268	743	491	291	0.9	584	128	40	14	3	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
0.00	94	555	370	251	198	0	635	209	98	43	19	6	2	0	2	0	0	0	0	0	0

CORILA

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI
STAZIONE LIM-2 2012-2013 B/8

Concentrazioni medie

0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23.90	0.00	0.00	0.00	3.30	19.16	23.34	0.00	0.00	32.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	21.90	0.00	0.00	0.00	48.33	37.38	41.04	25.65	15.93	2.55	16.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19.90	0.00	0.00	0.00	29.67	43.41	35.84	42.68	23.05	32.53	0.00	3.77	0.00	8.52	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.90	0.00	3.82	17.07	36.06	55.49	52.40	42.16	22.41	20.85	NaN	NaN	0.00	NaN	NaN	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15.90	0.00	11.38	21.91	31.71	38.34	54.83	52.01	44.94	14.94	115.30	NaN	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.90	11.90	13.39	21.29	33.01	40.23	40.05	50.51	47.03	53.11	85.23	134.44	101.61	NaN	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.74	11.90	8.54	18.45	23.12	31.39	34.08	40.53	26.03	32.36	14.59	23.26	NaN	NaN	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	2.99	0.00	4.92	9.90	8.00	15.49	21.34	28.05	30.40	43.37	56.34	13.59	151.97	246.55	NaN	0.00	NaN	196.69	0.00
0.00	0.00	0.00	4.96	4.81	4.70	7.90	8.70	13.04	21.80	41.87	82.70	109.14	262.57	195.76	315.99	NaN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	4.35	5.68	5.66	6.94	5.90	8.81	14.43	22.88	38.78	90.46	18.29	NaN	240.94	NaN	NaN	0.00	0.00	NaN	0.00	0.00
0.00	0.00	5.14	4.94	6.41	6.77	3.90	9.91	19.86	22.76	42.73	46.82	67.40	311.15	294.98	300.16	202.49	0.00	293.88	0.00	0.00	336.31
0.00	0.01	0.10	0.20	0.30	0.40		0.50	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50	7.00	7.50
0.00	5.33	5.58	6.26	6.94	7.04	2.90	10.92	26.86	22.48	45.92	64.18	98.37	293.93	0.00	0.00	323.77	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	4.75	5.05	6.36	6.46	6.36	1.90	9.58	27.58	56.97	38.94	177.18	NaN	NaN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	3.90	4.72	5.53	6.83	6.45	0.90	9.62	22.26	33.03	136.12	185.99	307.18	0.00	NaN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	3.48	4.97	7.28	7.83	9.62	0.00	12.27	23.66	21.67	NaN	360.62	NaN	NaN	0.00	NaN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Numero di dati

0	0	0	0	0	0	25.90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	23.90	0	0	0	1	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	21.90	0	0	0	1	3	2	2	2	1	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	19.90	0	0	0	2	7	5	4	2	2	0	1	0	1	0	0
0	0	0	0	0	0	17.90	0	1	11	3	13	10	6	3	4	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	15.90	0	5	20	35	23	17	12	4	1	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	13.90	5	26	68	120	79	43	29	19	10	7	4	2	0	0	0
0	0	0	0	0	2	11.90	12	112	214	186	75	40	18	11	7	4	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	3	9.90	50	283	383	179	46	24	13	3	2	2	0	0	0	1	0
0	0	0	2	10	12	7.90	474	705	436	94	25	11	9	7	2	0	0	0	0	0	0
0	0	3	40	129	316	5.90	1784	875	204	34	11	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0
0	0	196	795	1038	963	3.90	2480	563	103	28	4	2	1	2	1	2	0	1	0	0	1
0.00	0.01	0.10	0.20	0.30	0.40		0.50	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50	7.00	7.50
0	7	694	1060	773	512	2.90	992	153	33	7	13	10	2	0	0	1	0	0	0	0	0
0	38	1188	1024	646	399	1.90	684	98	25	8	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	90	1150	621	418	261	0.90	441	77	14	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	97	519	297	176	136	0.00	293	62	8	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI
STAZIONE MAM-2 2012-2013 B/8

Concentrazioni medie

0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25.9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23.9	0.00	0.00	0.00	5.34	7.03	6.90	0.00	0.00	30.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	21.9	0.00	0.00	0.00	14.23	36.94	29.45	17.54	19.12	7.76	21.63	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19.9	0.00	0.00	0.00	21.19	59.68	55.51	55.27	29.88	24.18	0.00	10.17	0.00	3.01	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.9	0.00	3.67	9.22	55.97	95.12	76.98	30.95	13.46	10.34	NaN	NaN	0.00	NaN	NaN
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15.9	0.00	6.66	18.09	21.78	24.45	28.47	26.37	12.17	8.35	84.05	NaN	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.9	7.37	7.58	12.13	26.90	23.79	28.21	39.50	28.43	35.64	81.75	152.50	81.81	NaN	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.49	11.9	3.93	8.06	15.88	29.36	50.96	50.60	82.69	87.47	50.95	28.10	NaN	NaN	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	NaN	0.00	4.77	9.9	4.60	7.47	16.26	33.75	39.74	96.95	142.35	15.29	260.76	372.39	NaN	0.00	NaN	257.00
0.00	0.00	0.00	4.74	6.13	5.01	7.9	5.20	8.23	21.73	57.60	112.60	135.31	354.97	283.65	362.38	NaN	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	1.20	4.20	4.94	4.60	5.9	6.26	11.15	23.92	53.81	148.02	270.76	NaN	281.44	NaN	NaN	0.00	0.00	NaN	0.00
0.00	0.00	4.23	4.65	4.91	5.07	3.9	7.07	15.74	21.04	74.52	109.31	128.35	405.98	510.94	427.05	282.86	0.00	440.61	0.00	365.42
0.00	0.01	0.10	0.20	0.30	0.40		0.50	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50	7.00
0.00	4.09	4.76	4.81	5.25	5.82	2.9	7.36	28.29	15.76	42.61	88.19	107.84	546.97	0.00	0.00	408.74	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	5.72	4.74	5.07	5.87	5.56	1.9	6.63	25.86	83.24	74.14	306.81	227.00	25.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	5.92	4.87	5.38	5.70	5.21	0.9	7.04	19.91	57.36	216.71	311.54	501.29	0.00	23.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	3.42	4.63	5.24	4.88	5.44	0	8.46	14.34	15.81	NaN	286.95	NaN	NaN	0.00	NaN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Numero di dati

0	0	0	0	0	0	25.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	23.9	0	0	0	1	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	21.9	0	0	0	1	3	2	2	2	1	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	19.9	0	0	0	2	7	5	4	2	2	0	1	0	1	0
0	0	0	0	0	0	17.9	0	1	11	3	13	10	6	3	4	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	15.9	0	5	19	38	26	22	12	4	1	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	13.9	5	27	67	120	87	49	37	20	11	7	5	2	0	0
0	0	0	0	0	2	11.9	12	110	221	195	97	45	20	13	7	4	0	0	0	0
0	0	0	0	0	2	9.9	53	278	366	190	54	23	13	3	2	2	0	0	0	1
0	0	0	2	10	11	7.9	494	637	374	107	33	14	10	8	2	0	0	0	0	0
0	0	3	37	129	330	5.9	1800	869	203	41	12	1	0	2	0	0	0	0	0	0
0	0	177	760	1112	1055	3.9	2588	605	114	39	10	6	1	2	1	2	0	1	0	1
0.00	0.01	0.10	0.20	0.30	0.40		0.50	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50	7.00
0	6	679	1020	791	542	2.9	993	190	38	9	16	11	2	0	0	1	0	0	0	0
0	32	1149	922	686	429	1.9	704	110	31	10	4	1	1	0	0	0	0	0	0	0
0	77	1048	574	451	286	0.9	471	84	23	9	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0
0	58	476	262	185	148	0	301	65	15	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0