

MONITORAGGI BATIMETRICI E TOPOGRAFICI IN AREE UMIDE – LIFE TIB – AZIONE E 1 RELAZIONE FINALE



Num. Rif. Lavoro	13-004	N. copie consegnate	3+1
Data	Redatto	Revisionato	Approvato
rev00	30/11/15	Dott. Ing. Chiara Farioli	Dr. Geol. A. Uggeri
Collaboratori	Ing. Daniele Spartà, Dott. B. Raimondi, M. Barile, D. Zanzi, N. Dal Sasso, Dott. M. Serra		
Nome file	13-004 1-2 relazione capit gen 2015		

Idrogea
servizi S.r.l.

Società di ingegneria

Via Lungolago di Calcinate, 88 – 21100 Varese - P.IVA : 02744990124
Tel. 0332 286650 – Fax 0332 234562 - idrogea@idrogea.com – idrogea@pec.it
www.idrogea.com



Cert.n.6181

SOMMARIO

1	PREMESSA	3
2	MODALITÀ OPERATIVE MONITORAGGI	3
2.1	RILIEVI BATIMETRICI E TOPOGRAFICI	4
2.2	MONITORAGGIO FALDA	8
2.3	INDAGINE SUBACQUEA	9
2.4	MISURE FISICHE E CHIMICO-FISICHE	9
2.5	DIFFICOLTÀ OPERATIVE	10

1 PREMESSA

LIPU BirdLife Italia Onlus ha incaricato Idrogea Servizi per la realizzazione di monitoraggi batimetrici e topografici, dei livelli idrici e dei parametri abiotici per le azioni nelle aree umide (azione E.1) previsti nell'ambito del progetto LIFE10/NAT/IT/241 TIB "TRANS INSUBRIAN BIONET".

I siti di Motta d'Oro (Gavirate) e Cavallitt (Brinzio) sono stati oggetto di interventi di riqualificazione che hanno previsto scavi di approfondimento dei chiari in fase di progressivo interrimento.

Nei siti ubicati in Palude Brabbia e sul Lago di Varese sono invece stati realizzati interventi sperimentali di rimozione di specie invasive (Fior di Loto e Ludwigia). Per tali sperimentazioni sono state individuate 3 aree (plot) per ogni ambito, a loro volta suddivise in settori sottoposti a diverse sperimentazioni.

Il presente documento raccoglie gli esiti dei tre anni di monitoraggio effettuato sui siti oggetto di studio e intervento nel periodo compreso tra Gennaio 2013 e Novembre 2015.

I rilievi batimetrici sono stati finalizzati alla verifica della corretta esecuzione degli interventi di approfondimento dei chiari di Brinzio e Gavirate e rimozione delle specie esotiche in Palude Brabbia e sul Lago di Varese. In particolare i rilievi effettuati nel 2015 e 2014 sono stati confrontati con i rilievi ante operam realizzati nella primavera 2013.

Sono descritte di seguito le modalità operative adottate per i monitoraggi.

2 MODALITÀ OPERATIVE MONITORAGGI

Sui quattro siti oggetto di studio e di intervento nell'ambito del Life TIB sono state realizzate alcune indagini finalizzate all'individuazione delle caratteristiche geometriche e chimico fisiche delle diverse aree.

In particolare sono state effettuate le seguenti attività:

- Rilievi batimetrici, finalizzati alla definizione delle condizioni ante operam e post operam, cioè a collaudare gli scavi eseguiti
- Misure di temperatura, pH, ossigeno, conducibilità elettrica specifica, proporzionale alla mineralizzazione delle acque, finalizzati a definire il contesto chimico fisico degli interventi ed evidenziare le modifiche indotte dalle azioni e/o dalla presenza di vegetazione esotica
- Misure dei livelli idrici finalizzate a caratterizzare le condizioni idrologiche negli anni di intervento e monitoraggio
- Misure di portata in corrispondenza degli emissari delle aree umide, finalizzati a definire le condizioni idrologiche durante gli interventi e i monitoraggi.

Nella tabella seguente sono riassunte le indagini effettuate nei diversi siti. Sono indicate con i numeri 1, 2 e 3 le azioni eseguite nel corso del primo (2013), del secondo (2014) e del terzo (2015) anno di monitoraggio .

	Palude Brabbia			Lago di Varese			Cavallitt			Motta d'Oro		
	1	2	3	1	2	3	1	2	-	1	2	-
Rilievo batimetrico	1	2	3	1	2	3	1	2	-	1	2	-
Posa pali segnalatori e rilievo topografico	1	-	-	1	-	-	1	-	-	1	-	-
Monitoraggio falda (diver)	1	2	3	1	2	3	-	-	-	-	-	-
Monitoraggio falda (misure manuali)	-	-	-	-	-	-	1	2	3	1	2	3
Monitoraggio parametri chimico-fisici	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Indagine subacquea	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-

Si descrivono di seguito brevemente le modalità operative adottate e si riportano le problematiche riscontrate.

2.1 RILIEVI BATIMETRICI E TOPOGRAFICI

I rilievi batimetrici sono stati eseguiti con tecnica differente nei bacini maggiori e minori. In quelli maggiori, ovvero Lago di Varese e Palude Brabbia, è stato utilizzato l'ecoscandaglio, mentre in quelli minori (Cavallitt e Motta d'Oro) il rilievo è stato effettuato manualmente con tecnica classica.

Lago di Varese e Palude Brabbia

Preliminarmente al rilievo sul Lago di Varese sono state posizionate file di pali segnalatori a riva e boe in acqua. Le posizioni dei pali sono state acquisite mediante GPS topografico.

Al fine di rendere più visibili i pali segnalatori all'interno del canneto in Palude Brabbia sono stati montati sugli stessi elementi colorati come mostrato nella figura seguente.



Figura 1 pali colorati all'interno del canneto



Figura 2 Pali e boe posizionati nei plot del lago di Varese

Il rilievo batimetrico è stato effettuato mediante un ecoscandaglio a doppia frequenza (a precisione centimetrica) con GPS a precisione topografica (centimetrica) integrato. L'ecoscandaglio è stato installato su una barca a motore di piccole dimensioni. Le strisciate batimetriche sono state realizzate ove possibile perpendicolarmente e parallelamente alla linea di costa lungo le direzioni individuate dai pali segnalatori. Tra i pali sono state tese durante il rilievo corde per meglio delimitare e individuare i tracciati da rilevare.

La posizione dei pali è stata determinata mediante rilievo con gps topografico. Il rilievo è stato eseguito in due fasi: acquisizione delle posizioni con gps a precisione topografica e successiva taratura di precisione mediante compensazione della rete con punti noti appartenenti alla rete di raffittimento della Provincia di Varese.

In fase di elaborazione e post correzione dei dati sono state imposte le coordinate dei capisaldi acquisiti in modalità fast static e invertite le baseline al fine di georeferenziare correttamente i punti.

Sono stati utilizzati un ricevitore e una base Satellitare Trimble GPS 5700 a doppia frequenza e per gli ultimi rilievi una base satellitare a doppia frequenza STONEX S9III con ricevitore a 200 canali.

Si riporta di seguito la documentazione fotografica relativa a ecoscandaglio, gps e barca utilizzata per i rilievi.

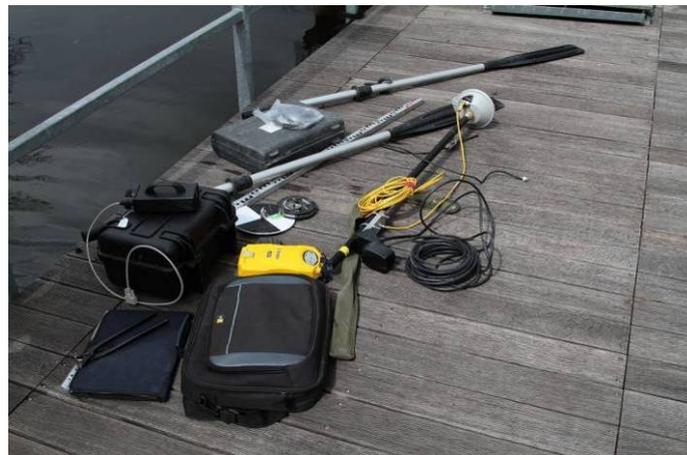


Figura 3 strumentazione utilizzata per i rilievi (gps, ecoscandaglio, disco di Secchi, asta centimetrata)



Figura 4 ecoscandaglio Sonarmite Ohmex e gps topografico



Figura 5 antenna montata sulla barca



Figura 6 base e ricevitore gps (Trimble e Stonex)

Motta d'Oro (Gavirate) e Cavallitt (Brinzio)

Nel 2013 i chiari di Motta d'Oro e Cavallitt risultavano poco profondi e quindi non compatibili con un rilievo con natante; per questo motivo il rilievo batimetrico è stato realizzato mediante misure manuali. In particolare su entrambi i siti sono state effettuate le seguenti operazioni:

- posizionamento pali segnalatori in legno equidistanziati (10 m) lungo le sponde
- posa cordelle tra i pali al fine di individuare le linee per le misure batimetriche
- misura di profondità mediante asta rigida centimetrata in punti posizionati lungo le linee sopra indicate a distanza regolare (2 m)



Figura 7 misure mediante asta centimetrata

Nel 2014 a seguito degli interventi di approfondimento dei chiari e di una stagione molto piovosa è stato possibile realizzare un rilievo combinato utilizzando l'ecoscandaglio montato sulla barca in corrispondenza delle aree più profonde dei chiari.

In funzione delle condizioni riscontrate sui fondali, le misure batimetriche sono state integrate con:

- misure dirette mediante cordella metrata zavorrata
- misure dirette mediante disco di Secchi per la misurazione del limite acqua-fondale melmoso nel caso di incertezza delle misure effettuate con il metodo precedente data dalla scarsa consistenza del fondale.



Figura 8 disco di Secchi in prossimità della superficie e immerso in acqua

2.2 MONITORAGGIO FALDA

Al fine di determinare la **quota del pelo libero** dei chiari e monitorare le variazioni dei livelli idrici sono stati posizionati piezometri nelle aree oggetto di indagine.

Nei bacini maggiori il monitoraggio dei livelli è stato continuo, mentre in quelli minori le misure sono state effettuate manualmente nell'ambito dei sopralluoghi mediamente due volte all'anno.

In corrispondenza dei piezometri ubicati nei siti di Palude Brabbia e Lago di Varese sono stati installati, nel mese di aprile 2013, trasduttori di pressione abbinati a datalogger programmati per misurare i livelli idrici con frequenza di acquisizione di 1 ora. Un diver barometrico, posizionato fuori acqua, ha registrato i valori di pressione atmosferica utilizzati per "depurare" le misure di pressione dei diver dagli effetti dovuti all'evoluzione della pressione atmosferica.

Le specifiche tecniche dei mini-diver utilizzati sono riassunte di seguito:

- memoria: 24000 misure
- frequenza di campionamento: da 0.5 sec a 99 ore
- materiale: RVS 316L
- sensore: ceramico (Al₂O₃)
- temperatura: da -20 a 80 °c
- accuratezza $t^{\circ} \pm 0.1$ °c
- risoluzione t° : 0.01 °c
- compensato: da 0 a 40 °c
- campo di misura: 10 m H₂O
- accuratezza: 0,5 cm H₂O
- risoluzione: 0,25 cm H₂O

In corrispondenza dei siti di Motta d'Oro e Cavallitt le misure dei livelli idrici sono state effettuate manualmente mediante freatimetro centimetrato dotato di segnalatore ottico e acustico.

2.3 INDAGINE SUBACQUEA

Ad integrazione dei rilievi sopra descritti in corrispondenza dei plot della Palude Brabbia e del Lago di Varese sono state eseguite indagini subacquee finalizzate a:

- verifica diretta dei luoghi
- verifica spessore del fondale melmoso mediante asta metallica dotata di manubrio
- produzione di documentazione fotografica

Gli esiti delle indagini sono riassunti nel capitolo 3.



Figura 9 subacqueo in azione per misurare la profondità dei canali in Brabbia

2.4 MISURE FISICHE E CHIMICO-FISICHE

Per ciascun punto di misura individuato nei plot nel Lago di Varese, nella Palude Brabbia e nelle aree umide Cavallitt e Motta d'oro sono state effettuate misure chimico fisiche preliminari e successive agli interventi. L'ubicazione dei punti di misura, riportata nei capitoli seguenti, è stata scelta sulla base di considerazioni sulla geometria dei chiari e dell'accessibilità degli stessi.

In ciascun punto di misura è stata individuata una verticale, lungo la quale sono state effettuate misure, con intervallo di profondità pari a 1 m, relative ai seguenti parametri fisici e chimico-fisici:

- temperatura acqua
- ossigeno disciolto
- pH
- trasparenza
- livello idrico
- profondità del fondale

I parametri analizzati forniscono le seguenti indicazioni:

1. Temperatura: il parametro, oltre ad influenzare le condizioni di sviluppo della vegetazione acquatica evidenzia fenomeni di stratificazione delle acque superficiali
2. pH: indicatore dell'acidità delle acque; risultano in genere basiche ($\text{pH} > 7$) a causa della presenza tamponante del carbonato di calcio, ovvero di ciottoli o affioramenti di calcare
3. conducibilità elettrica specifica: questo parametro è proporzionale alla mineralizzazione delle acque

4. Ossigeno disciolto: questo parametro rende conto dello stato di ossigenazione delle acque superficiali.

Per effettuare le misure in sito è stata utilizzata una sonda multiparametrica Eutech Instruments PCD 650.

La sonda è munita di sensori in grado di acquisire i valori di conducibilità elettrica specifica, ossigeno disciolto, pH e temperatura. Gli intervalli di acquisizione sono i seguenti:

pH	0-14
Ossigeno disciolto	-2-20 ppm
Temperatura	-10-110 °C
Conducibilità elettrica specifica	0-2000 μS/cm



Figura 10 sonda multiparametrica PCD 650.

2.5 DIFFICOLTÀ OPERATIVE

Si riassumono di seguito le difficoltà operative incontrate nel corso delle attività di rilievo.

Nel corso dei rilievi effettuati a inizio 2013 nei plot individuati in Palude Brabbia la presenza di fior di loto galleggiante e sommerso ha reso difficoltosi gli spostamenti con la barca. Il materiale tendeva a depositarsi sui remi e sul motore della barca provocandone lo spegnimento. La presenza di materiale galleggiante ha provocato anche problemi di misura da parte dell'ecoscandaglio.



Figura 11 presenza di steli di fior di loto che ostacolano gli spostamenti con il natante in acqua

I rilievi post operam e finale sono stati realizzati nell'inverno 2013-2014 e nell'autunno 2015 dopo la pulizia dei canali e non hanno presentato particolari problemi.



Figura 12 Plot privo di vegetazione nell'autunno 2015

Sia per i canali in palude Brabbia sia per i plot ubicati sul lago di Varese sono stati realizzati rilievi batimetrici delle aree delimitate con pali e boe mentre il rilievo topografico delle sponde era previsto nei mesi invernali. Le sponde dei canali della Brabbia e l'area di costa del lago di Varese occupata da canneto non sono accessibili se non in presenza di ghiaccio.

Negli inverni 2014 e 2015 a causa delle elevate temperature non si è formato uno strato di ghiaccio sufficiente ad operare in condizioni di sicurezza.

Per i canali della Palude Brabbia si è quindi realizzato un rilievo topografico delle sponde con operatore posizionato su una barca a fondo piatto; per il Lago di Varese è stato possibile esclusivamente procedere ad un rilievo batimetrico più vicino alla linea di costa sfruttando livelli idrici eccezionalmente elevati.

Si ritiene comunque che i rilievi effettuati siano in grado di fornire un quadro completo delle profondità delle aree indagate.

3 ESITI RILIEVI TOPOGRAFICI E BATIMETRICI

Nel presente capitolo si riportano gli esiti delle indagini batimetriche e topografiche realizzate nei 3 comparti in studio. Nei comparti Palude Brabbia e Lago di Varese sono stati eseguiti 3 rilievi batimetrici (ante e post operam e finale), nei comparti Cavallit e Motta d'Oro 2 rilievi (ante e post operam). Sono inoltre stati realizzati rilievi topografici e batimetrici in corrispondenza dei canali della palude Brabbia.

3.1 RILIEVO BATIMETRICO CANALI PALUDE BRABBIA

Sono stati effettuati rilievi batimetrici estesi a tutti i canali della palude Brabbia al fine di indagarne la profondità e l'estensione. Il rilievo dei canali è stato effettuato in più giorni a causa dell'elevata estensione dell'area e delle difficoltà operative: 23 maggio 2013, 23 gennaio 2014 e 16-17 aprile 2014.

Sono inoltre state rilevate le sponde dei canali con gps a precisione topografica, al fine di meglio definirne l'estensione. Poiché tali sponde non sono normalmente percorribili a piedi per acquisirne le coordinate si era ipotizzato di realizzare il rilievo nella stagione invernale in presenza di ghiaccio. Negli inverni del 2013 e 2014 le temperature troppo elevate non hanno consentito la formazione di uno spessore di ghiaccio tale da consentire di lavorare in sicurezza.



Figura 1 Febbraio 2015 sottile strato ghiacciato

Nei mesi di Febbraio e Marzo 2015 si è pertanto deciso di procedere al rilievo utilizzando la barca per consentire all'operatore di avvicinarsi il più possibile alle sponde.

3.1.1 DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

Per meglio inquadrare l'estensione e la geometria dei canali sono state consultate foto aeree fornite da LIPU; di seguito ne riportiamo alcune.

L'immagine seguente scattata dal Dott. Baratelli nell'Aprile 2005 consente di avere una visione d'insieme dei canali che appaiono privi di vegetazione



Figura 2 Vista area canali Aprile 2005 (Baratelli)

Nelle figure seguenti scattate nel 2013 si può osservare l'estensione del fior di loto nei canali.

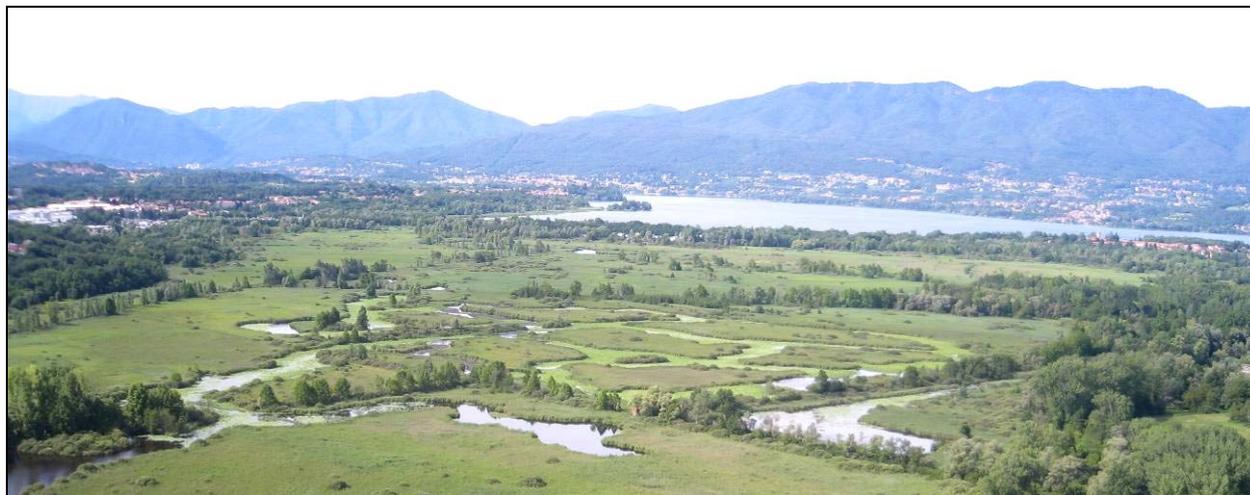


Figura 3 Foto aerea dei canali (LIPU, 2013)



Figura 4 Settore meridionale dei canali (LIPU, 2013)



Figura 5 Settore occidentale dei canali (LIPU, 2013)



Figura 6 Settore centrale dei canali (LIPU, 2013)



Figura 7 Presenza di vegetazione nei canali (LIPU, 2013)

3.1.2 ESITI RILIEVI BATIMETRICI E TOPOGRAFICI

La seguente figura riporta i punti delle sponde rilevati con gps (in fucsia) e tutti i punti batimetrici rilevati sul chiaro (in nero).

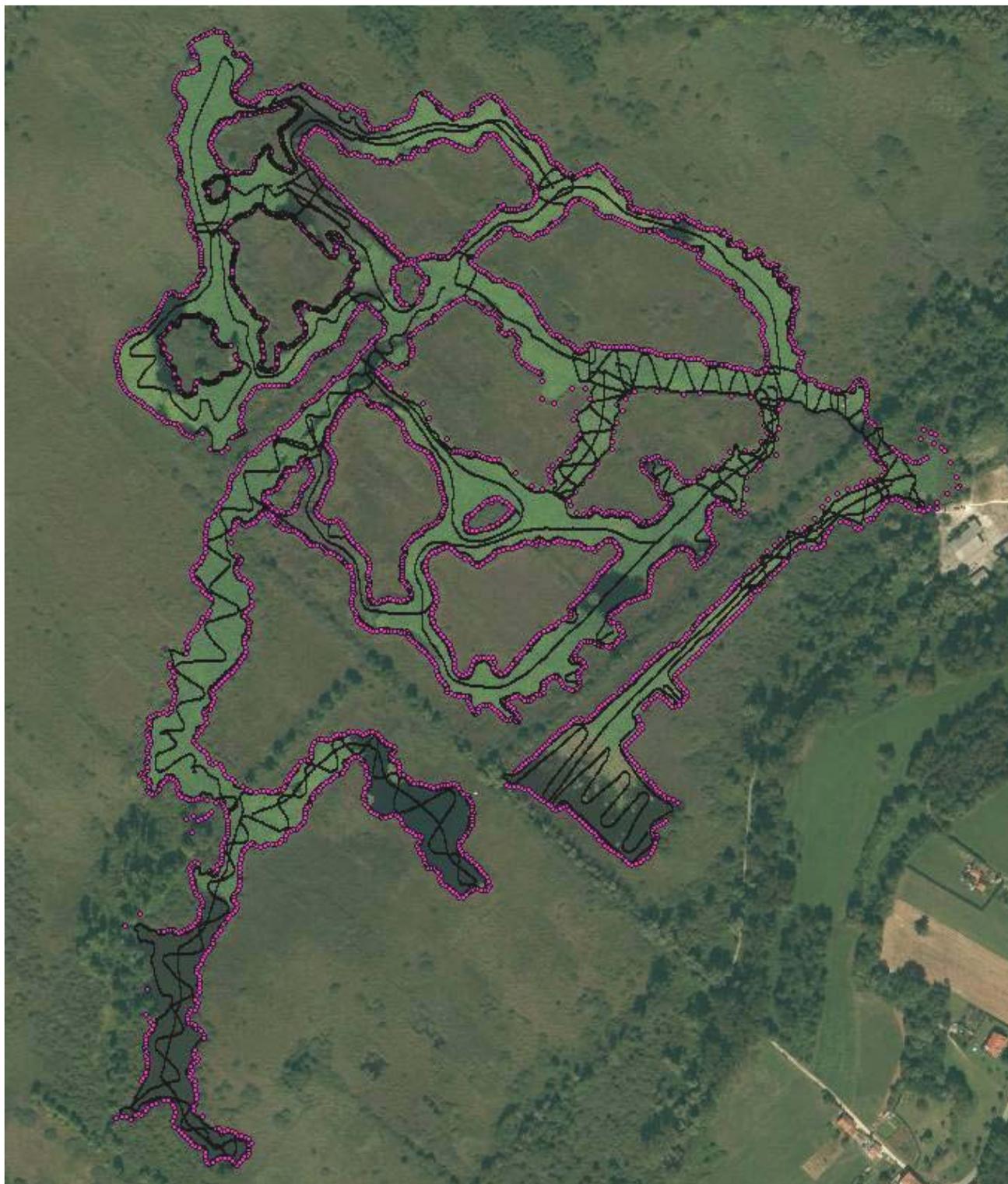


Figura 8 acquisizione punti sponde canali (fucsia) e batimetria (nero), palude Brabbia

Il rilievo è stato effettuato in più giorni e quindi con diverse quote del pelo libero; per uniformare le misurazioni tutte le profondità misurate con ecoscandaglio sono state riferite alla quota di **238.35 m s.l.m.**, corrispondente alla massima quota del pelo libero rilevata (23 gennaio 2014).

La Figura 9 rappresenta l'elaborazione batimetrica di tutte le profondità rilevate con ecoscandaglio con classi e intervalli di 0.2 m.

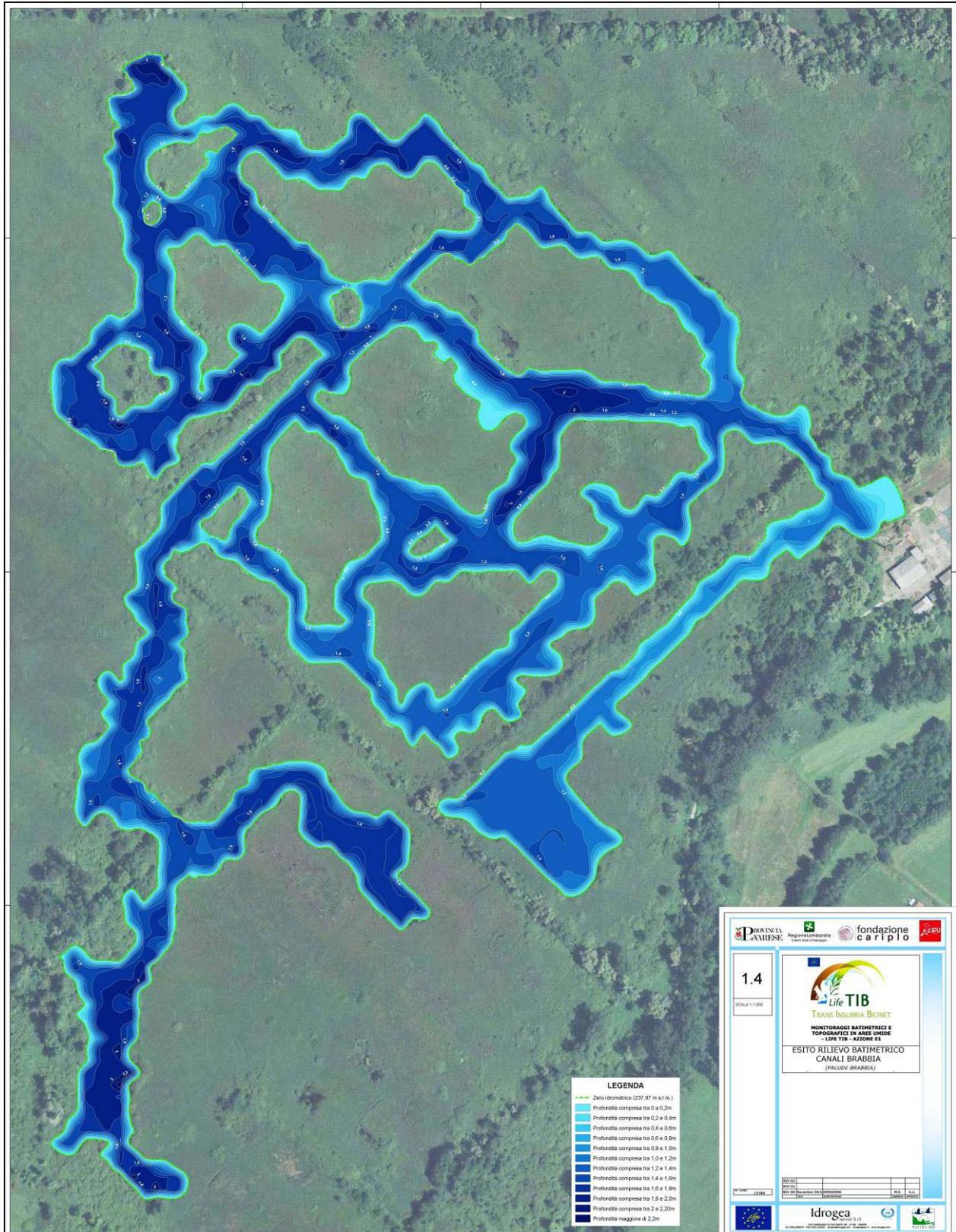


Figura 9 esito batimetria canali palude Brabbia (estratto Tavola 1.4)

La lunghezza totale dei canali è di circa 5.45 km, per una superficie totale occupata dall'acqua di circa 0.19 km².

I risultati della batimetria indicano canali con fondo generalmente piatto e sponde molto ripide. La profondità media, riferita alla quota del pelo libero di 238.35 m slm, è di **1.06 m**. Le massime profondità, poco superiori ai 2 m (2.27 m), sono state misurate in aree molto limitate dei canali, in particolare nell'area prossima al plot 3, all'estremo nord dei canali (Figura 10) e in un'area molto ristretta del canale più a sud (Figura 11).

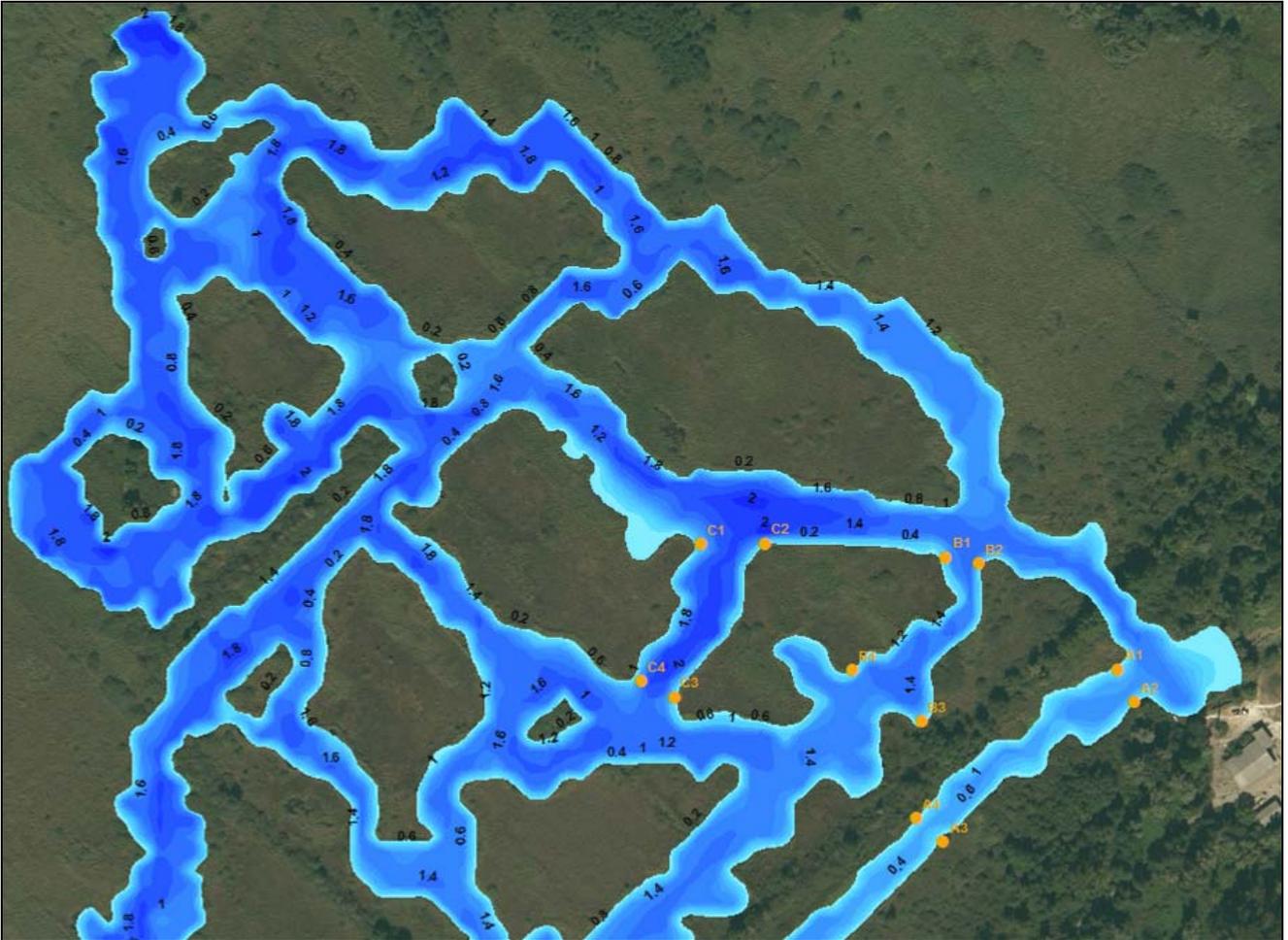


Figura 10 batimetria canali palude Brabbia, area Nord

I canali in cui sono localizzati il plot 1 e 2 presentano profondità inferiori con valori massimi poco superiori a 1.4 m.

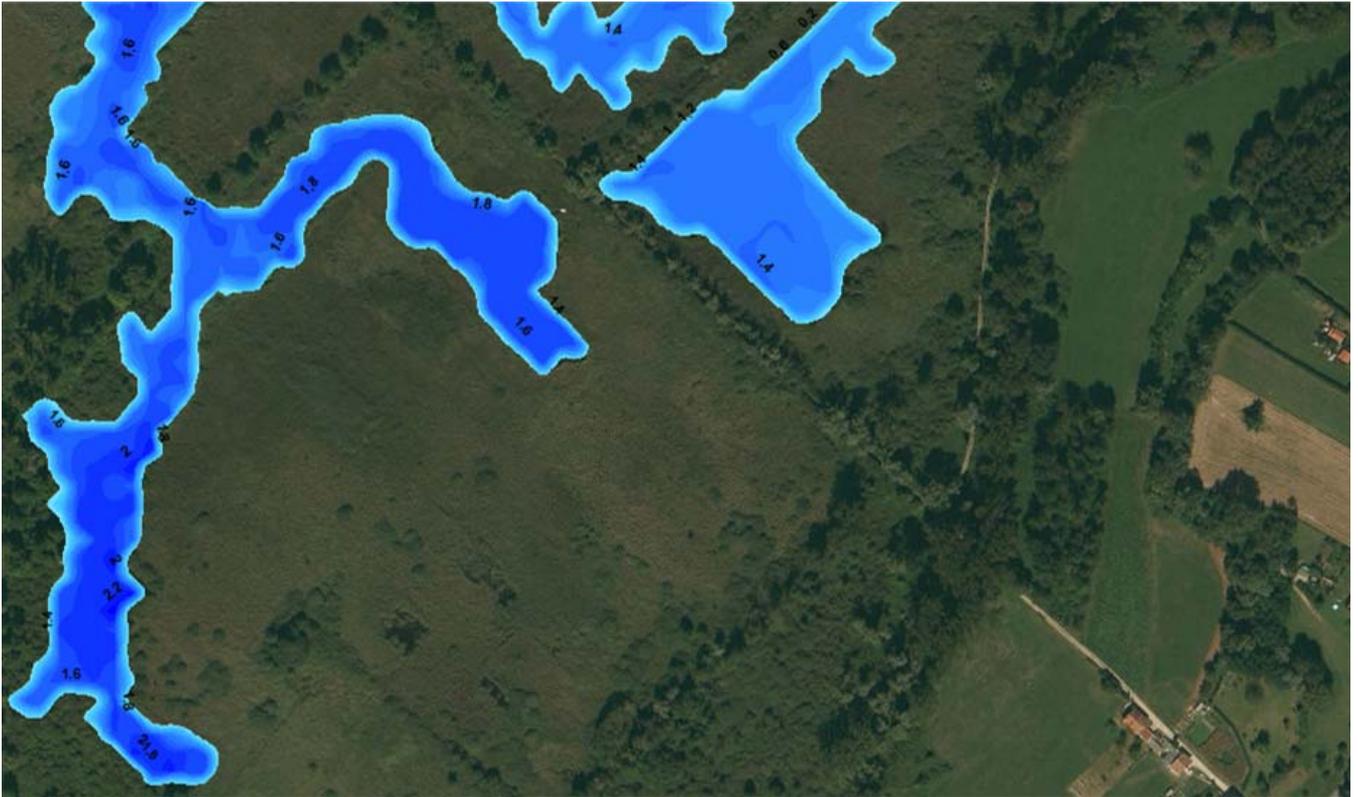


Figura 11 batimetria canali palude Brabbia, canale sud

3.2 PLOT PALUDE BRABBIA

In Palude Brabbia sono stati delimitati 3 plot interessati da interventi sperimentali di rimozione del fior di loto. Per perimetrare l'estensione dei plot sono stati installati all'estremità delle aree di intervento di ogni canale pali segnalatori.

L'ubicazione di plot, pali segnalatori e piezometro è riportata di seguito su foto aerea e base cartografica.

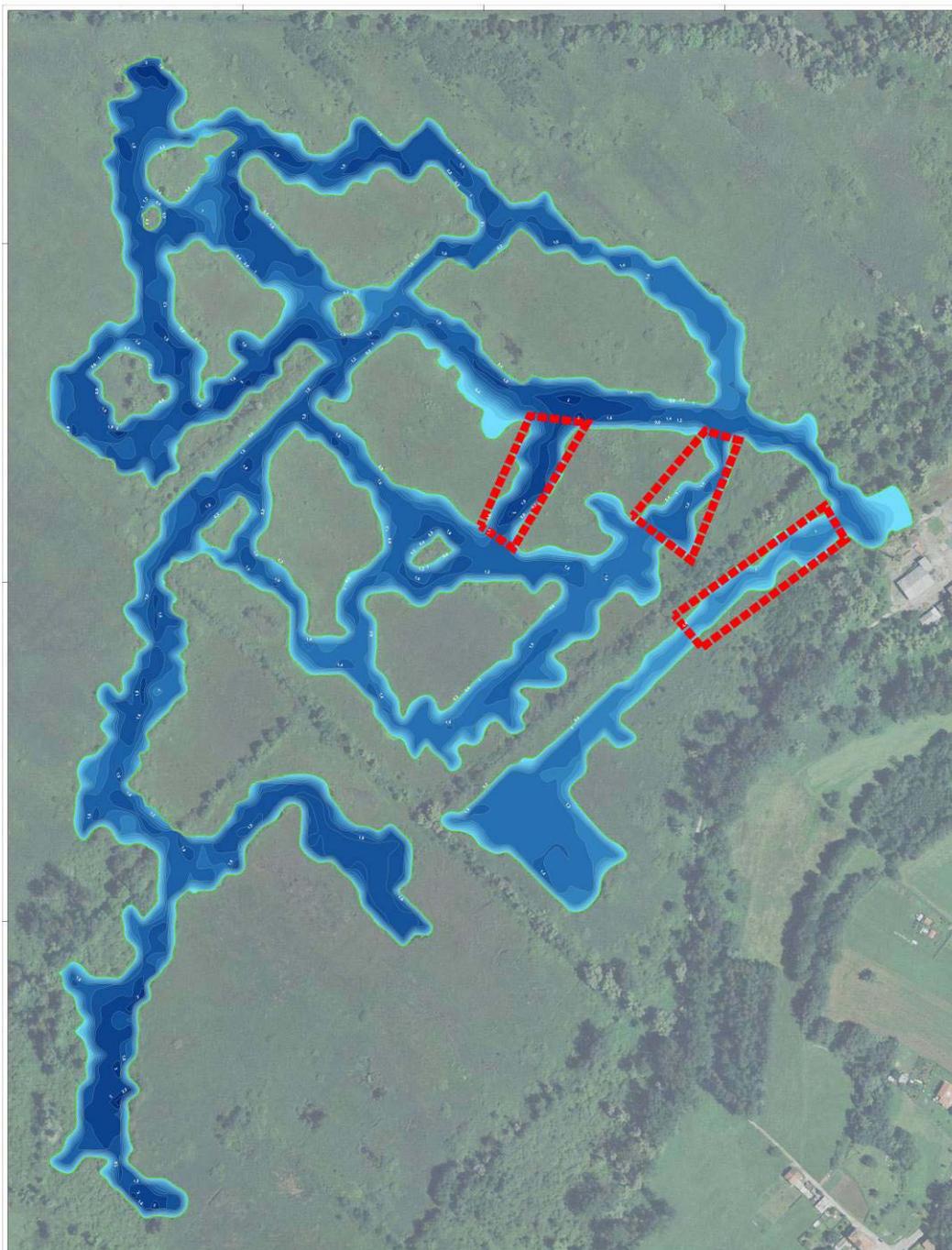


Figura 1 Individuazione plot di intervento

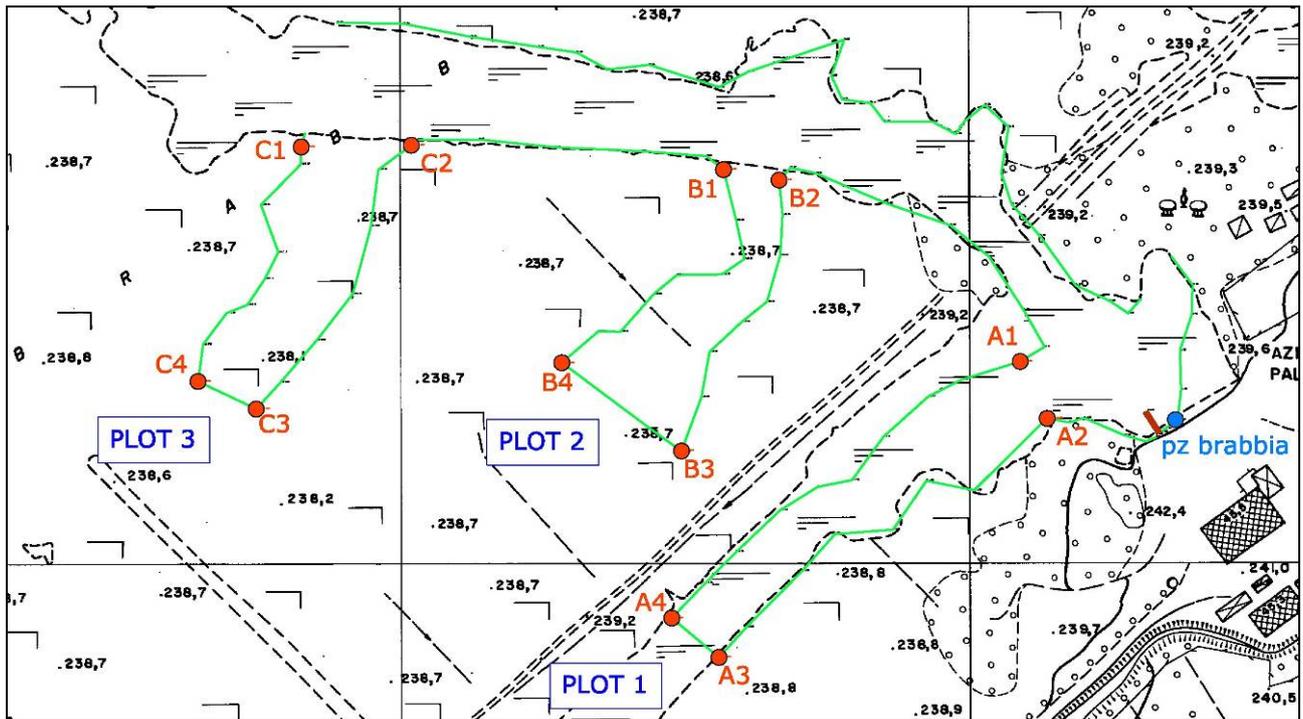


Figura 2 ubicazione pali, piezometro e plot su base cartografica

I pali installati hanno la funzione di delimitare i plot di intervento e fornire punti di riferimento per i rilievi batimetrici. Al fine di rendere visibili i pali tra il canneto sono state installate su ognuno bande colorate.



Figura 3 pali segnalatori colorati in palude Brabbia (frece fucsia)

3.2.1 INDAGINE SUBACQUEA

Al fine di verificare la consistenza e profondità dei sedimenti presenti sui fondali dei canali oggetto di intervento sono state effettuate indagini subacquee.

Di seguito si riporta la documentazione fotografica relativa alle immersioni effettuate in data 10 Aprile 2013.

In tutti i canali sono stati individuati fondali molli con rare eccezioni (concentrate nel plot 2). Sul fondo sono presenti materiale limoso e steli di fior di loto.



Figura 4 subacqueo in immersione nei canali della Palude Brabbia

Il subacqueo ha effettuato misure puntuali di profondità dei fondali (come mostrato nella figura seguente) utilizzando un'asta metallica dotata di manubrio.

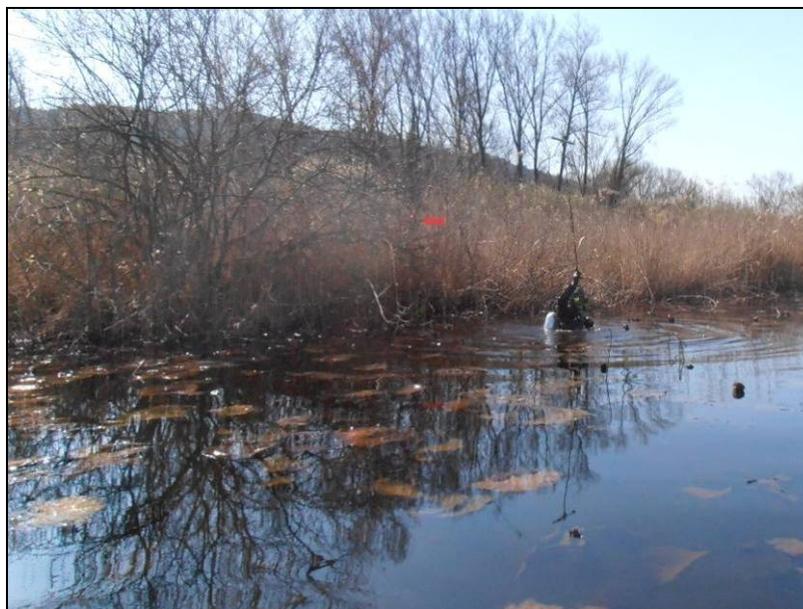


Figura 5 misura profondità dei fondali

Di seguito si riassumono gli esiti delle misure effettuate nei 3 plot. I punti di ispezione subacquea sono indicati in rosso nella figura seguente; mentre in blu si identificano i punti oggetto sia di ispezione sia di monitoraggio dei parametri chimico-fisici (descritti nel paragrafo successivo).

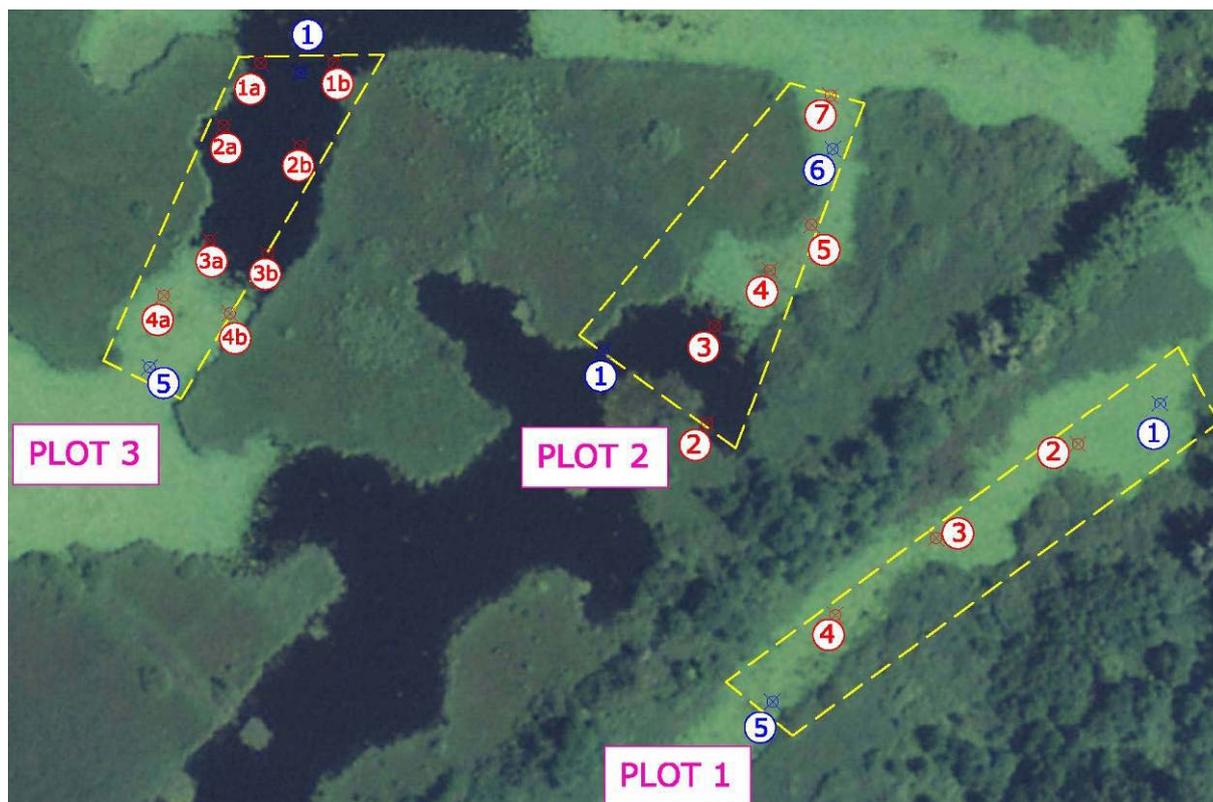


Figura 6 ubicazione punti di misura e monitoraggio nei 3 plot

Di seguito sono riportate due tipologie di misure di profondità: la profondità dei canali intesa come battente d'acqua presente e le profondità raggiunte dall'asta (riferite al fondo del canale). Viene inoltre indicato nelle tabelle seguenti lo spessore di limo presente sul fondo dei canali.

PLOT 1

Sono stati indagati 5 punti posizionati lungo il primo plot di intervento.

In tutti i punti sono stati riscontrati:

- profondità del canale pari a circa 1 m
- profondità raggiunta dall'asta senza sforzo corrispondente a limi e argille allo stato semiliquido: 2.5 m (massima profondità dell'asta)

PLOT 2

Sono stati oggetto di indagine 7 punti posizionati nel secondo plot; le caratteristiche geometriche rilevate sono di seguito riassunte.

id punto di misura	profondità raggiunta dall'asta (m)	spessore limo (cm)	Profondità (m) battente d'acqua
1	2,5 senza sforzo	20	1
2	2,5 con minimo sforzo	15	1
3	2,5 con minimo sforzo	15	1,4
4	2,5 con sforzo	15	1,1
5	2,5 con sforzo	15	1,5
6	2,5 con sforzo	15	1,4
7	2,5 senza sforzo	15	1,5

PLOT 3

Sono stati indagati 5 punti posizionati lungo il terzo plot di intervento.

In tutti i punti sono stati riscontrati:

- profondità del canale pari a circa 1,5 m
- profondità raggiunta dall'asta senza sforzo corrispondente a limi e argille allo stato semiliquido: 2.5 m (massima profondità dell'asta)

Di seguito si riporta la documentazione fotografica relativa ai 3 plot oggetto di indagine.

La visibilità in tutti e 3 i plot non è stata ottimale per la presenza di steli delle piante di fior di loto e materiale in sospensione. In particolare le acque del secondo plot sono risultate molto torbide. Il passaggio del subacqueo nei canali è stato spesso reso difficoltoso dall'abbondante presenza di steli e foglie di fior di loto.

PLOT 1



Figura 7 plot 1: fior di loto e fondale melmoso



Figura 8 plot 1: fior di loto e fondale melmoso

PLOT 2



Figura 9 plot 2: condizioni di scarsa visibilità nel canale

PLOT 3

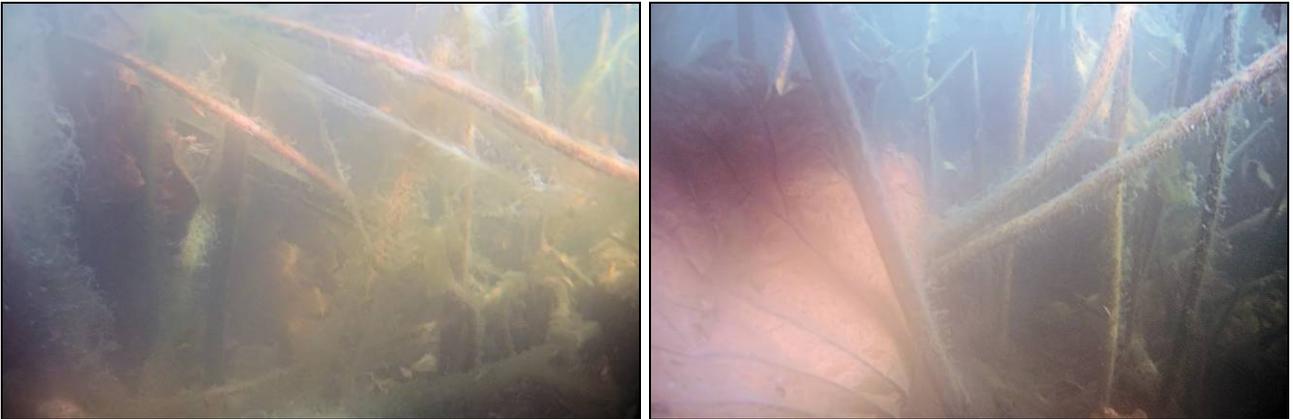


Figura 10 plot 3: abbondante presenza di fior di loto



Figura 11 plot 3: abbondante presenza di steli di fior di loto

3.2.2 RILIEVO TOPOGRAFICO

È stato realizzato un rilievo topografico con gps a doppia frequenza finalizzato all'acquisizione delle posizioni dei pali segnalatori, del piezometro posizionato a margine del canale principale, delle quote delle sponde dei tre plot e di tutti gli altri canali.

Come descritto nel capitolo introduttivo il rilievo è stato articolato in due fasi: acquisizione delle posizioni con gps a precisione topografica e successiva taratura di precisione mediante compensazione della rete con punti noti appartenenti alla rete di raffittimento della Provincia di Varese.

In fase di elaborazione e post correzione dei dati sono state imposte le coordinate dei capisaldi acquisiti in modalità fast static e invertite le baseline al fine di georeferenziare correttamente i punti.

Sono stati utilizzati un ricevitore e una base Satellitare Trimble GPS 5700 a doppia frequenza.



Figura 12 Ricevitore base

Nelle figure seguenti sono visibili le operazioni di acquisizione delle posizioni del piezometro, di un palo segnalatore e di un punto fisso.

Il punto fisso appartenente alla rete di raffittimento della Provincia di Varese, identificato con la sigla V16, è posizionato in comune di Cazzago Brabbia sul lungolago di Varese ed ha le seguenti coordinate:

- Coord Est: 1'479'198,171
- Coord Nord: 5'071'841,861
- quota (m slm): 239,536



Figura 13 acquisizione punto V16 – Cazzago Brabbia



Figura 14 acquisizione posizione piezometro e palo segnalatore in palude Brabbia

3.2.3 RILIEVO BATIMETRICO

I 3 plot individuati in Brabbia sono stati oggetto di 3 rilievi batimetrici:

- 1° rilievo, ante-operam, in data 8 Aprile 2013,
- 2° rilievo, post-operam, in data 16 gennaio 2014,
- rilievo conclusivo, in data 23 ottobre 2015.

I rilievi batimetrici sono stati effettuati mediante un ecoscandaglio a doppia frequenza a precisione centimetrica abbinato a gps a precisione topografica (centimetrica). L'ecoscandaglio è stato installato su una barca a motore di piccole dimensioni. Le strisciate batimetriche sono state realizzate ove possibile perpendicolarmente e parallelamente alla linea di costa lungo le direzioni individuate dai pali segnalatori. Tra i pali sono state tese durante il rilievo cordelle per meglio delimitare e individuare i tracciati da rilevare.

Le operazioni di rilievo sono state difficoltose, soprattutto in occasione del primo rilievo del 2013, per la presenza degli steli delle piante di fior di loto che hanno più volte causato lo spegnimento del motore della barca.

Le strisciate batimetriche sono state effettuate in continuo procedendo a zig zag lungo i canali e percorrendone poi la bisettrice.

Al fine di misurare le quote del pelo libero del chiaro è stato installato un piezometro, denominato di seguito "**pz brabbia**", vicino ai plot di intervento. Il piezometro è stato posizionato all'interno del chiaro a lato del pontile galleggiante.

Si riporta di seguito la documentazione fotografica relativa al piezometro e al diver, traduttore di pressione abbinato a datalogger, installato. Il diver ha registrato i livelli idrici con frequenza di acquisizione pari a 1 ora. I dati relativi al pelo libero sono stati utilizzati per stabilire l'interfaccia aria-acqua in corrispondenza dei monitoraggi batimetrici.



Figura 15 piezometro e diver posizionati in Palude Brabbia

Le **coordinate del piezometro** sono state acquisite mediante rilievo topografico e sono di seguito riportate:

- Nord: 5'069'464,121
- Est: 1'478'474,471
- Quota (m slm): 238,56

Alla data del primo rilievo batimetrico, 8 Aprile 2013, si è registrata una soggiacenza nel piezometro pari a **0,59 m**, che corrisponde ad una quota assoluta del pelo libero pari a **237,97 m slm**.

Le profondità dei canali ricavate dai rilievi batimetrici sui plot sono tutte riferite a tale quota di pelo libero in modo da rendere compatibili i tre rilievi effettuati in periodi dell'anno differenti.

I plot in studio hanno estensioni pari rispettivamente a:

- **plot 1:** larghezza compresa tra 25 e 40 m, lunghezza pari a circa 160 m
- **plot 2:** larghezza compresa tra 18 e 57 m, lunghezza pari a circa 110 m
- **plot 3:** larghezza compresa tra 31 e 43 m, lunghezza pari a circa 110 m

RILIEVO ANTE OPERAM

Come descritto nel capitolo 2.5 nel corso del rilievo batimetrico ante operam a causa della presenza di fior di loto galleggiante e sommerso gli spostamenti con la barca sono risultati difficoltosi. Il materiale tendeva a depositarsi sui remi e sul motore della barca provocandone lo spegnimento. La presenza di materiale galleggiante ha provocato anche problemi di misura da parte dell'ecoscandaglio. Le misure "false" sono state eliminate in fase di elaborazione dei dati. Nelle fotografie seguenti è visibile la presenza di materiale vegetale galleggiante nei plot.



Figura 16 Presenza di vegetazione galleggiante nei canali



Figura 17 Presenza di vegetazione galleggiante nei canali

Per ogni plot è stata effettuata una strisciata longitudinale (bisettrice) integrata con misure a zig zag e misure delle sponde. Nelle figure seguenti sono riportati a titolo di esempio i dati relativi alle strisciate sonar effettuate nei primi due plot.



Figura 18 Plot 1 – strisciate sonar

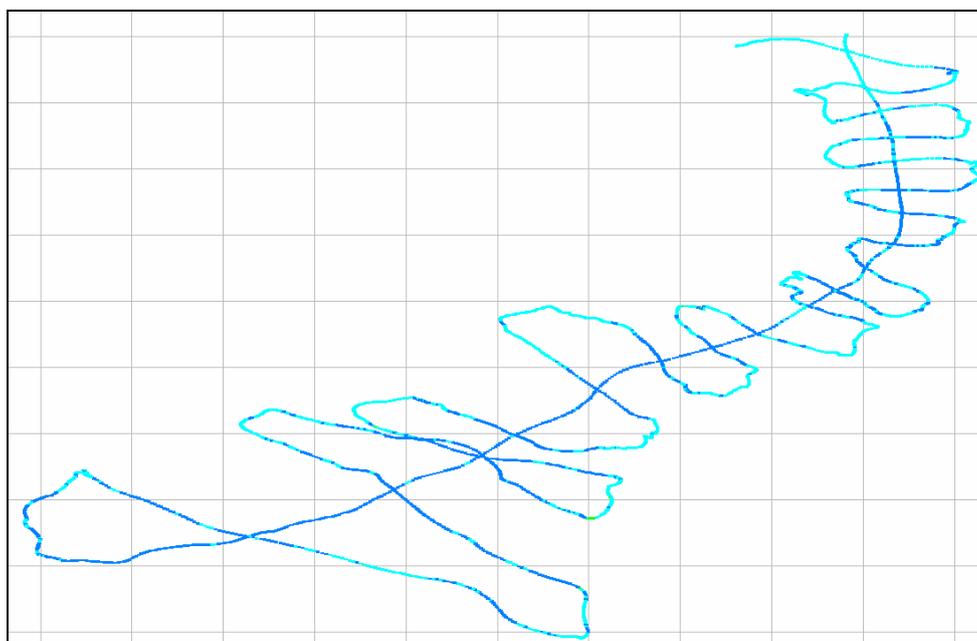


Figura 19 Plot 2 strisciate sonar

Le profondità massime registrate nei 3 plot durante il primo rilievo (8/04/2013) sono rappresentate in Figura 20 e di seguito riassunte:

- plot 1: 0,9 m
- plot 2: 1 m
- plot 3: 1,7 m
- canale centrale: 1,5 m.

Si riporta di seguito un estratto della tavola 1.1 nella quale sono rappresentate le isobate ricavate dal rilievo batimetrico.

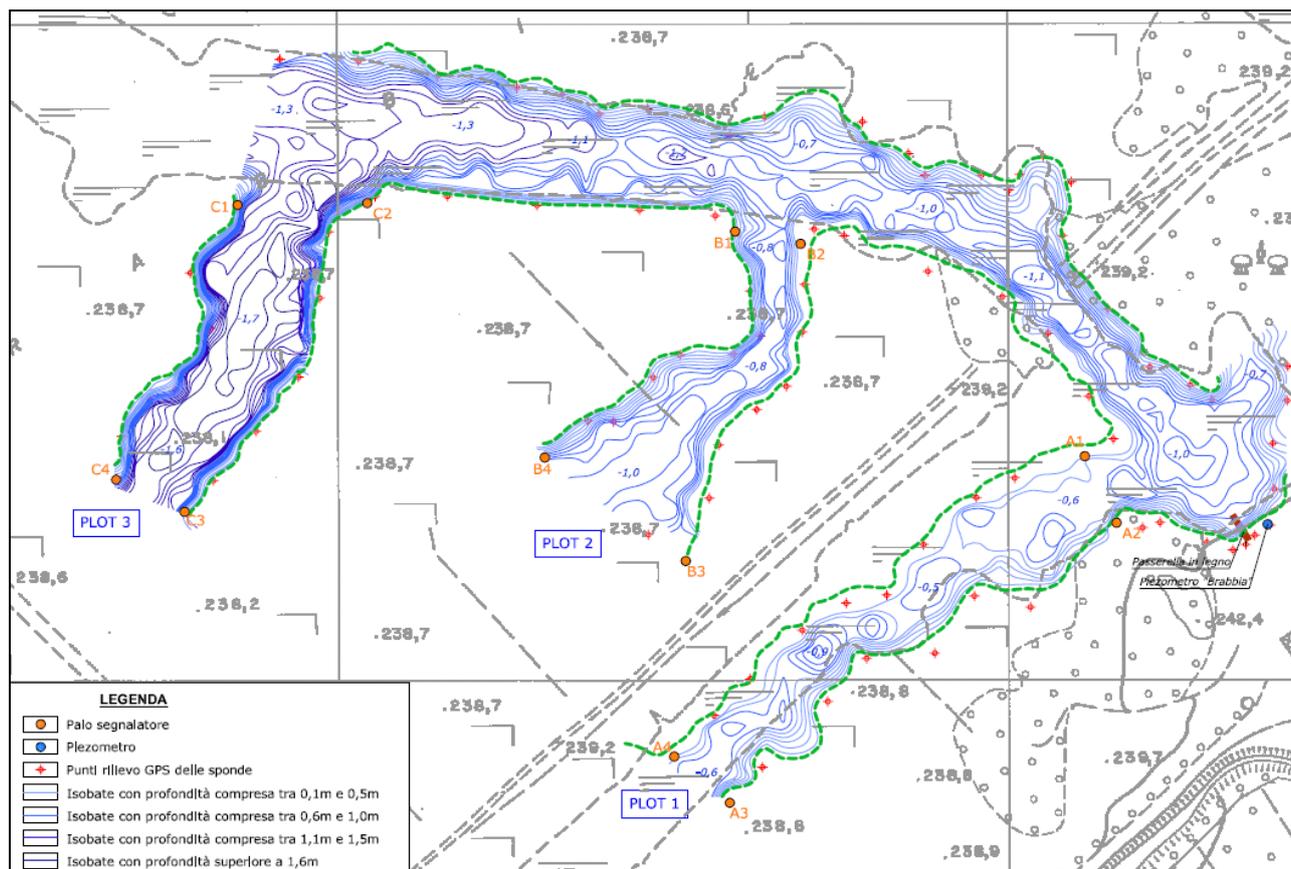


Figura 20 estratto Tavola 1.1 - esiti 1° rilievo batimetro (2013), plot palude Brabbia

RILIEVO POST OPERAM

Il rilievo post operam è stato eseguito nell'inverno 2014 (16/01/2014).

Nelle figure seguenti sono riportati a titolo di esempio i punti relativi alle strisciate sonar effettuate nei primi due plot. A differenza del primo rilievo l'assenza di fior di loto ha consentito di eseguire più strisciate longitudinali (3).

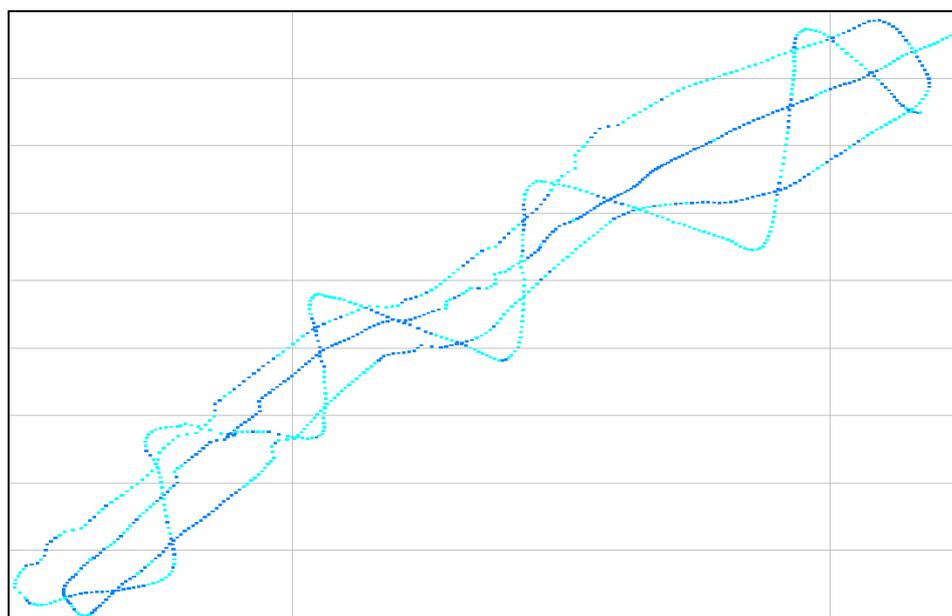


Figura 21 plot 1 strisciate sonar

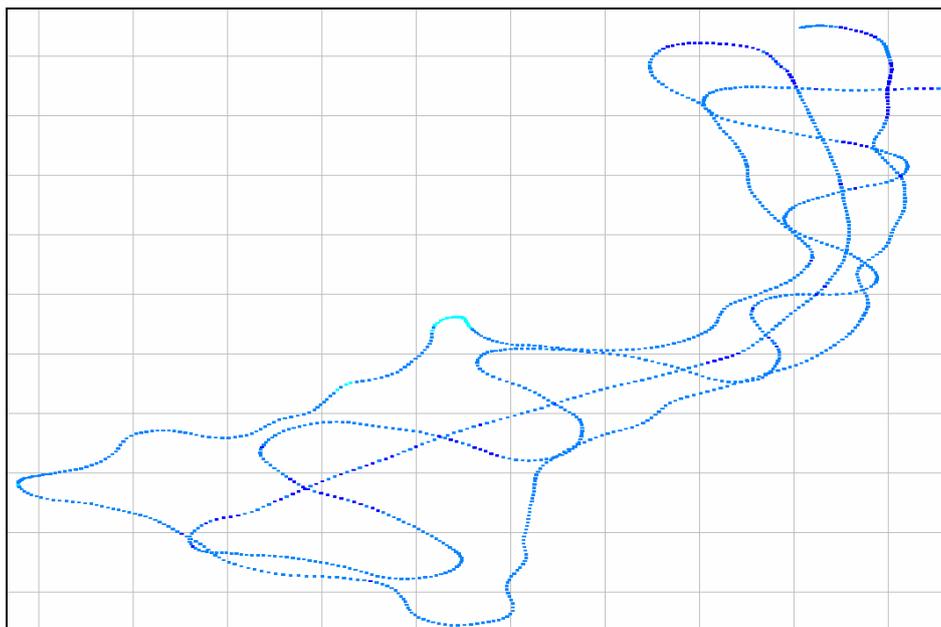


Figura 22 plot 2 strisciate sonar

Le profondità massime registrate nei 3 plot durante il secondo rilievo (16/01/2014) rappresentate in Figura 23 e di seguito riassunte:

- plot 1: 0,7 m
- plot 2: 1,1 m
- plot 3: 1,5 m
- canale centrale: 1,6 m.

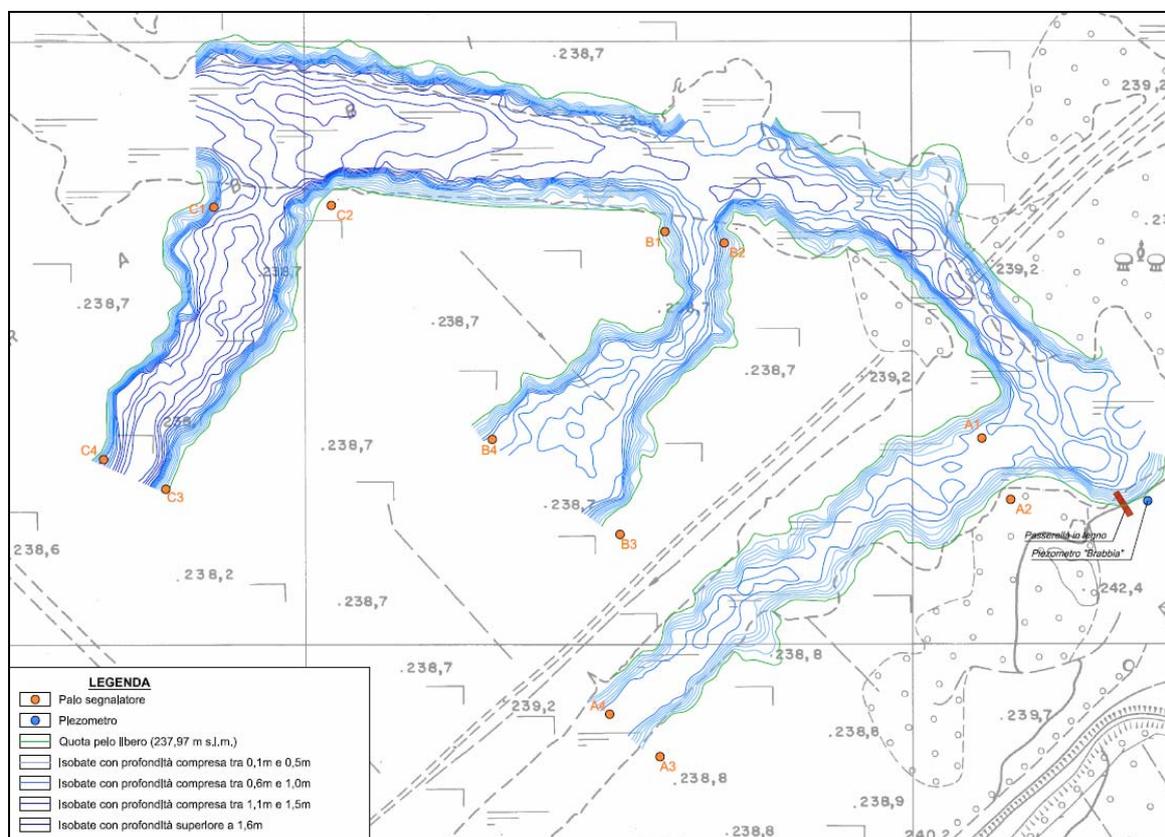


Figura 23 esiti 2° rilievo batimetro, plot palude Brabbia

RILIEVO FINALE

Il rilievo finale è stato eseguito il 23 Ottobre 2015. A titolo esemplificativo si riportano in Figura 24 i punti rilevati con ecoscandaglio sui 3 plot nella data il 16 gennaio 2014 (post operam a sinistra) e il 23 ottobre 2015 (finale a destra).



Figura 24 punti rilevati con ecoscandaglio 16-01-2014 a sinistra e 23-10-2014 a destra

Alla data del rilievo i plot risultavano privi di vegetazione.

Le profondità massime registrate nei 3 plot durante il rilievo finale (23/10/15) sono rappresentate in Figura 25 e di seguito riassunte:

- plot 1: 0,8 m
- plot 2: 1 m
- plot 3: 1,5 m
- canale centrale: 1,4 m.

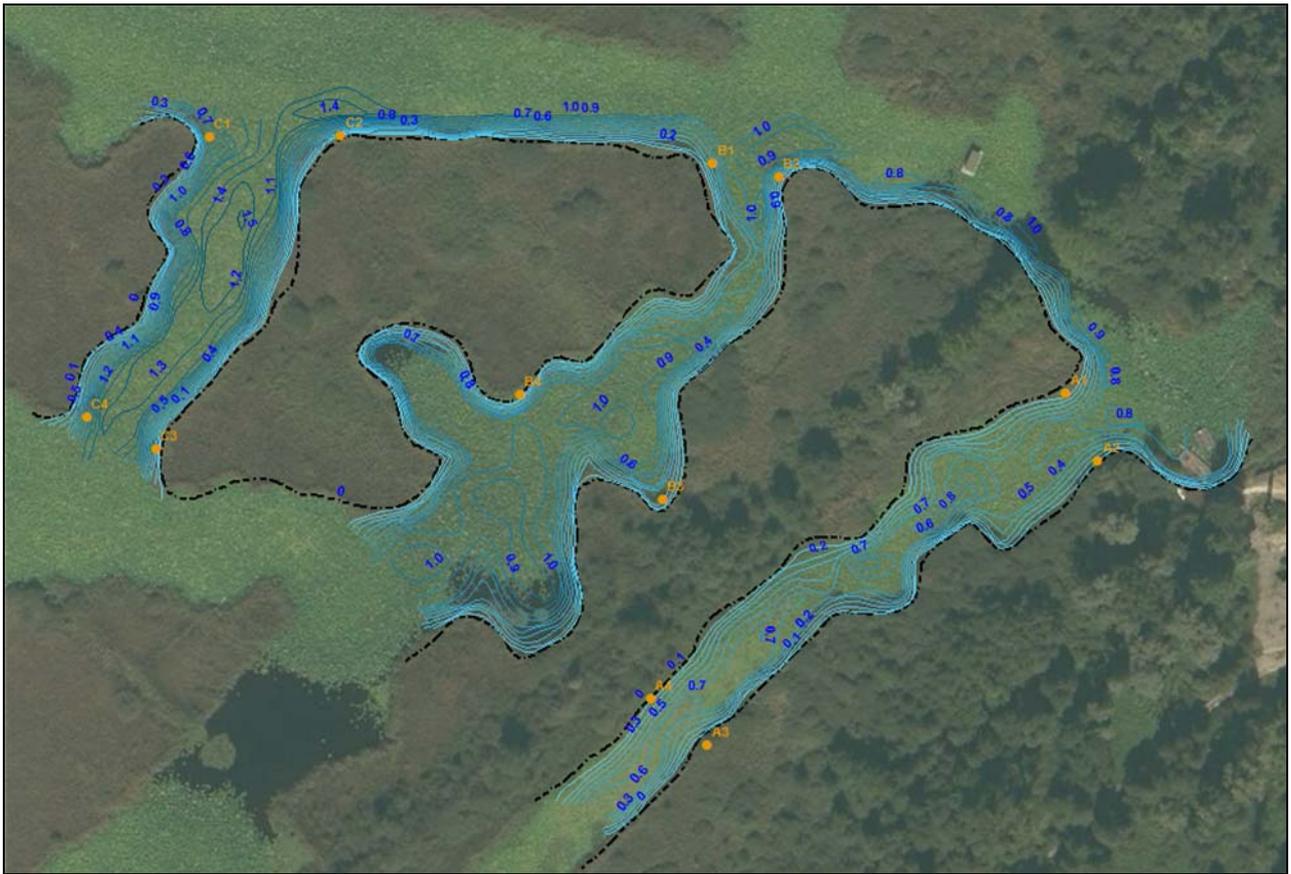


Figura 25 esiti rilievo batimetro monitoraggio conclusivo, plot palude Brabbia

CONCLUSIONI

Come illustrato nella figura seguente i 3 plot oggetto di monitoraggio sono stati interessati da diverse metodologie di rimozione del fior di loto, in particolare:

- plot 1: eradicazione meccanica dei rizomi stagione vegetativa 2013 e 1 sfalcio/stagione vegetativa 2014
- plot 2: 2 sfalcio/stagioni vegetative 2013 e 2014
- plot 3: 1 sfalcio/stagioni vegetative 2013 e 2014

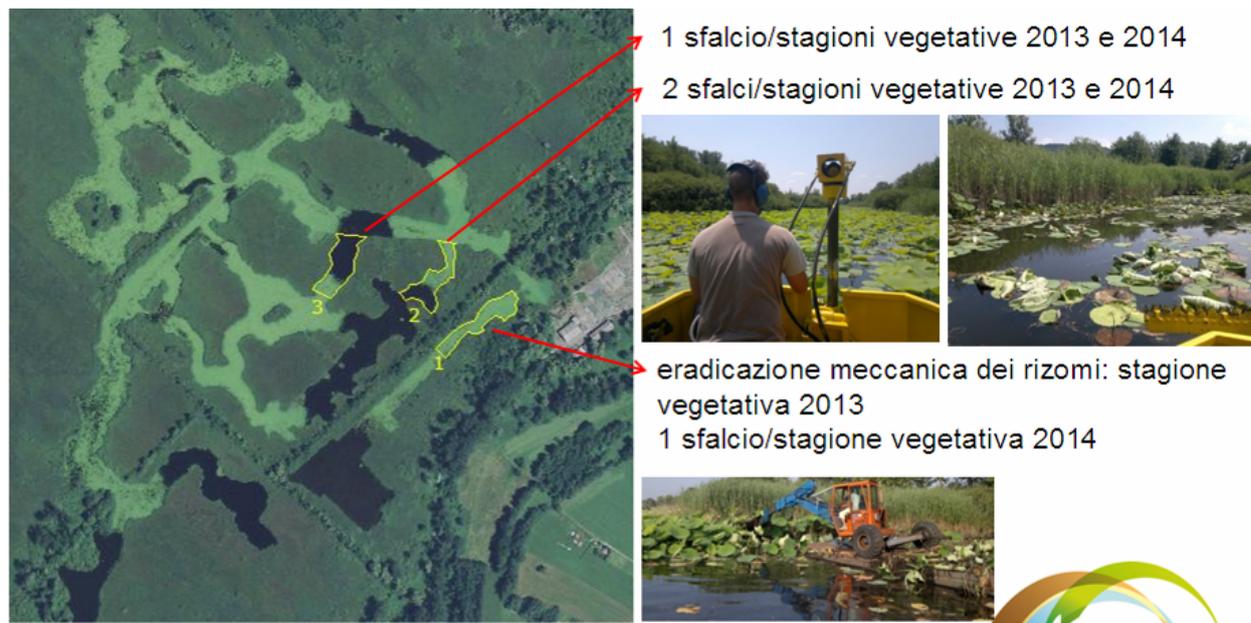


Figura 26 Estratto presentazione monitoraggi 2015 (Dott.sa Raimondi)

Il confronto tra i rilievi batimetrici realizzati ha consentito di verificare le modeste variazioni nelle profondità dei fondali dei plot di intervento (2013-2015).

In particolare si sono verificati:

- plot 1: modesti approfondimenti del fondale pari a circa 15-20 cm
- plot 2: profondità non variate
- plot 3: lieve innalzamento del fondale in un settore limitato (10-20 cm)

3.3 LAGO DI VARESE

Sul lago di Varese sono stati individuati 3 plot di intervento: uno in corrispondenza della località Valle Luna (plot 1 – in prossimità dello sbocco nel lago dell’omonimo corso d’acqua) e due tra loro adiacenti in località Schiranna e Bobbiate (plot 2 e 3 – nel golfo di Capolago distante dalla foce degli immissari del Lago). Nei plot sono state effettuate operazioni di rimozione della Ludwigia.

Per delimitare l’estensione dei plot sono stati installati all’estremità delle aree di intervento pali e boe (8 boe e 12 pali segnalatori). La delimitazione dei plot è riportata nella figura seguente su foto aerea.



Figura 1 delimitazione plot su foto aerea

I pali e le boe installati hanno la funzione di delimitare i plot di intervento e fornire punti di riferimento per i rilievi batimetrici.

3.3.1 INDAGINE SUBACQUEA E MISURE CON DISCO SECHI

Al fine di verificare la consistenza e profondità dei sedimenti presenti sui fondali del Lago sono state effettuate indagini subacquee.

Di seguito si riporta la documentazione fotografica relativa alle immersioni effettuate in data 17 Aprile 2013.

Il subacqueo ha effettuato misure puntuali di profondità dei fondali (come mostrato nella figura seguente) utilizzando un’asta metallica dotata di manubrio.



Figura 2 subacqueo in immersione per misure di profondità

Di seguito si riassumono gli esiti delle misure effettuate nei 3 plot; l'ubicazione dei punti di misura è riportata nelle figure seguenti (S1-S20 in blu, in rosso sono invece indicati i punti di misura dei parametri).

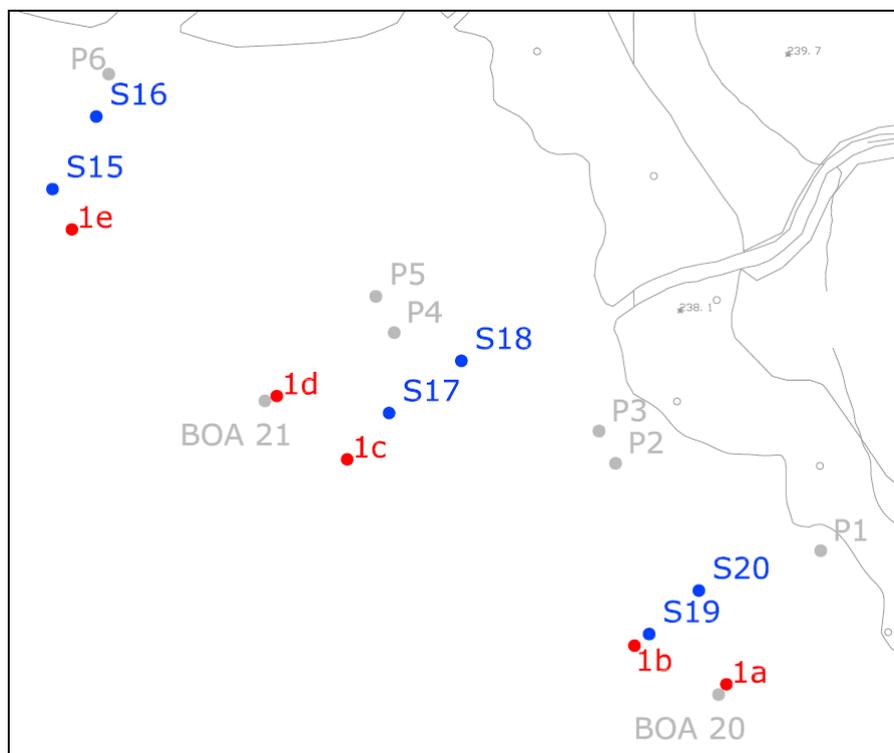


Figura 3 plot 1 ubicazione punti di misura

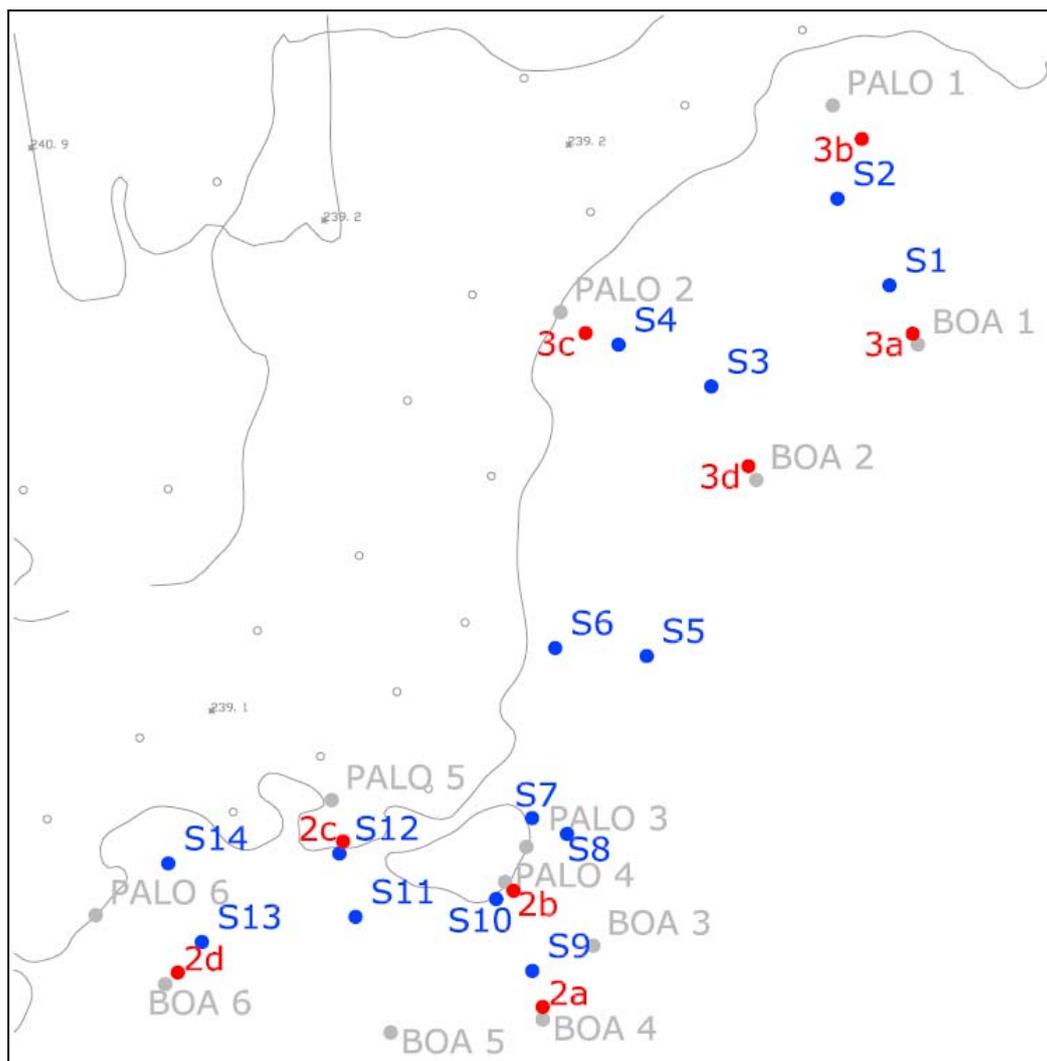


Figura 4 plot 2 e 3: ubicazione punti di misura

Nelle tabelle seguenti “con sforzo” ci si riferisce a limi sabbiosi con componente granulare (sabbia), “senza sforzo” indica invece limi e argille semiliquidi.

PLOT 1

Le profondità sono state misurate in 6 punti.

Nella tabella seguente sono riassunte le caratteristiche rilevate in corrispondenza dei diversi punti di misura.

id punto di misura	profondità raggiunta dall’asta (m)	presenza vegetazione	profondità (m)
s15	2,5 con sforzo	no	2,0
s16	2,5 con molto sforzo	sì	1,5
s17	2,5 con molto sforzo	no	2,5
s18	2,5 con molto sforzo	sì	1,5
s19	2,5 con molto sforzo	no	2,5
s20	sup	sì	0,5

PLOT 2

Le profondità sono state misurate in 6 punti.

Nella tabella seguente sono riassunte le caratteristiche rilevate in corrispondenza dei diversi punti di misura.

id punto di misura	profondità raggiunta dall'asta (m)	presenza vegetazione	profondità (m)
s9	2,5 con minimo sforzo	no	2,0
s10	2,5 con minimo sforzo	sì	1,5
s11	2,0 senza sforzo, ostacolo e poi senza sforzo	no	3,5
s12	2,5 senza sforzo	sì	1,5
s13	2,5 senza sforzo	no	2,0
s14	2,5 senza sforzo	sì	1,5

PLOT 3

Le profondità sono state misurate in 8 punti.

Nella tabella seguente sono riassunte le caratteristiche rilevate in corrispondenza dei diversi punti di misura.

id punto di misura	profondità raggiunta dall'asta (m)	presenza vegetazione	profondità (m)
s1	2,5 senza sforzo	no	2,0
s2	2,5 senza sforzo	sì	1,5
s3	2,5 con minimo sforzo	no	1,5
s4	2,5 con minimo sforzo	sì	1,5
s5	2,0 senza sforzo e 0,5 con sforzo	no	2,5
s6	2,5 senza sforzo	sì	1,2
s7	2,0 senza sforzo e 0,5 con sforzo	no	4
s8	2,5 con minimo sforzo	no	1,5

Di seguito si riporta la documentazione fotografica relativa al sito oggetto di indagine.

La visibilità è risultata molto scarsa per la presenza di acque torbide e di materiale sospeso (Ludwigia) come illustrato nella figura seguente.



Figura 5 presenza di Ludwigia

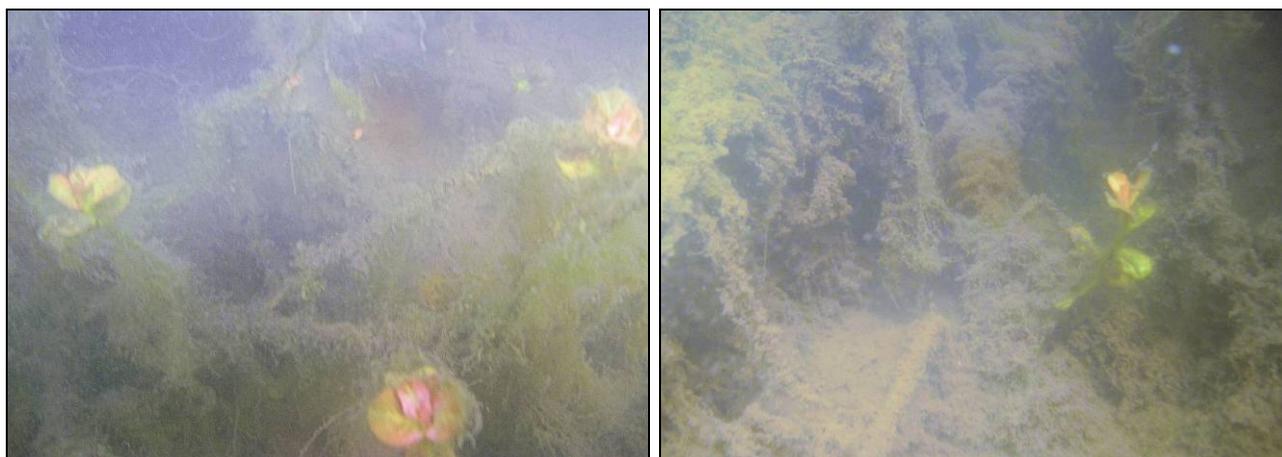


Figura 6 steli e fiori di Ludwigia-immagini subacquee

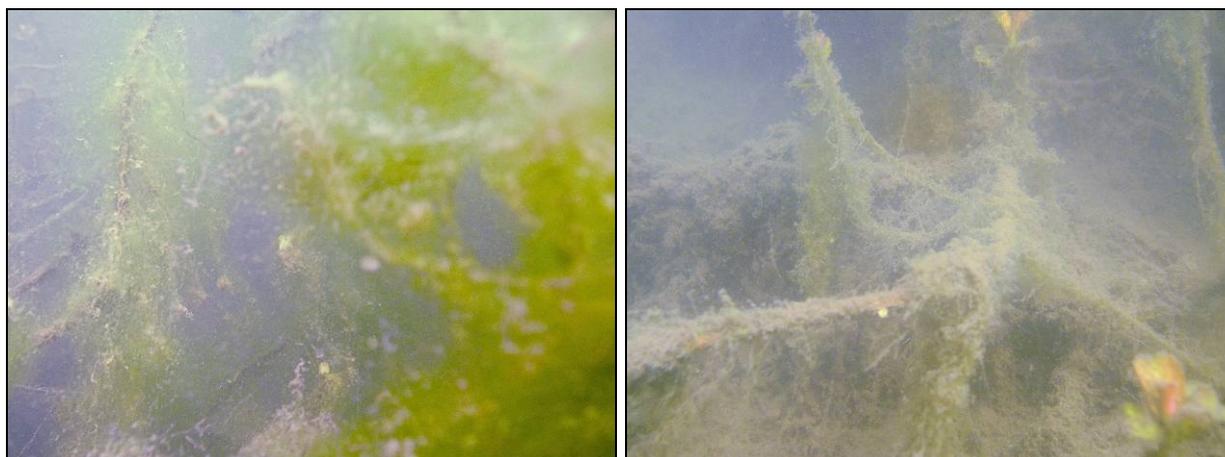


Figura 7 materiale galleggiante

MISURE CON DISCO DI SECCHI

Al fine di raccogliere informazioni sulla torbidità delle acque sono state effettuate misure con il disco di secchi nei punti sotto riportati.



Figura 8 operazioni di misura con disco di Secchi installato su una cordella centimetrata

Gli esiti delle misure sono riassunti nella tabella seguente.

plot	id punto di misura	profondità (m)	visibilità disco (m)	note
1	1a	3,30	1,60	
1	1b	3,20	1,75	
1	1c	2,90	1,60	
1	1d	3,30	1,55	
1	1e	3,10	1,58	
2	2a	3,8	2,50	
2	2b		0,80	
2	2c	0,8	fino al fondo	
2	2d	4,10	2,30	
3	3a	3,30	2,3	
3	3b	0,9	0,5	si vede e si blocca
3	3c	1,25	0,9	
3	3d	3,0	2,3	

3.3.2 RILIEVO TOPOGRAFICO

È stato realizzato un rilievo topografico con gps a doppia frequenza finalizzato all'acquisizione delle posizioni dei pali segnalatori, delle boe e delle coordinate del piezometro posizionato a lato del pontile della Schiranna.

Come descritto nel capitolo introduttivo il rilievo è stato articolato in due fasi: acquisizione delle posizioni con gps a precisione topografica e successivamente taratura di precisione mediante compensazione della rete con punti noti appartenenti alla rete di raffittimento della Provincia di Varese.

In fase di elaborazione e post correzione dei dati sono state imposte le coordinate dei capisaldi acquisiti in modalità fast static e invertite le baseline al fine di georeferenziare correttamente i punti.

Sono stati utilizzati un ricevitore e una base Satellitare Trimble GPS 5700 a doppia frequenza.

Nelle figure seguenti sono visibili le operazioni di acquisizione delle posizioni del piezometro, di un palo segnalatore e di un punto fisso.

Il punto fisso appartiene alla rete di raffittimento della provincia di Varese, è identificato con la sigla V23, posizionato lungo la ciclabile del lago di Varese in località Schiranna ed ha le seguenti coordinate:

- Coord Est: 1'483'721,908
- Coord Nord: 5'072'409,416
- quota (m slm): 244,675

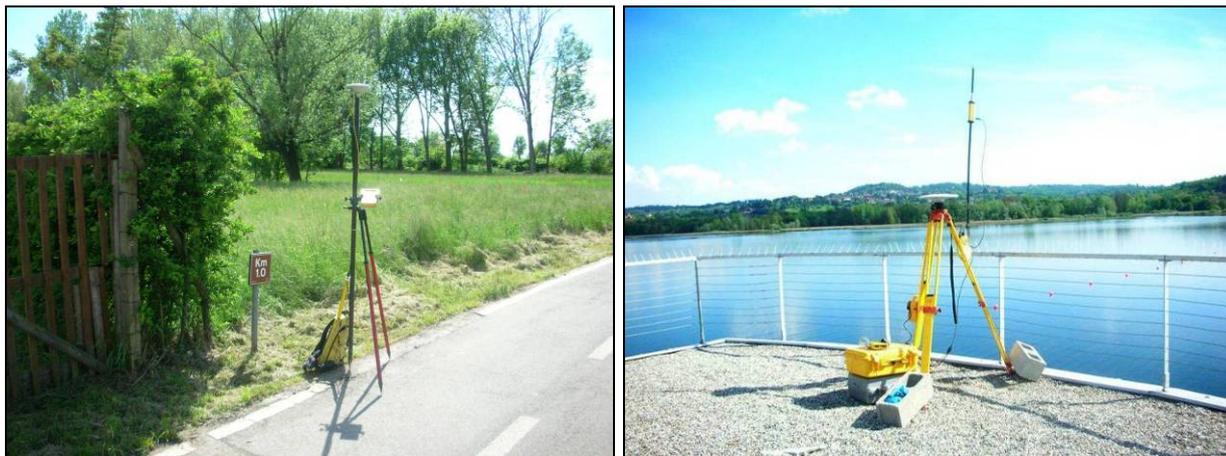


Figura 9 acquisizione di un punto fisso sul lungolago (V23) e base gps montata su una piattaforma sul lago di Varese

Sono stati riscontrati problemi per l'effettuazione del rilievo topografico dovuti a disturbi del segnale radio. Per migliorare la qualità del segnale la base gps è stata spostata più volte e posizionata anche in cima ad una torretta di avvistamento di recente costruzione in riva al lago. Si è fatto ricorso anche all'utilizzo di un'antenna da 5 m per il rover.



Figura 10 base montata sulla torretta di avvistamento e utilizzo dell'antenna da 5 m

I rilievi sono stati effettuati utilizzando la barca per l'avvicinamento dell'operatore, ad eccezione di quello del piezometro. Le sponde del lago non sono percorribili a piedi a causa della presenza di vegetazione e acqua alta. Per acquisire le quote delle sponde era stato ipotizzato di effettuare il rilievo nel periodo invernale camminando sul ghiaccio ma negli inverni 2013-2014 si sono verificate temperature troppo elevate e non si è formato ghiaccio.



Figura 11 acquisizione della posizione di un palo posizionato in acqua

3.3.3 RILIEVO BATIMETRICO

Sono stati effettuati 3 rilievi batimetrici dei 3 plot, uno precedente agli interventi sperimentali di rimozione delle specie invasive (ante operam), uno relativo al post operam e uno finale a Ottobre 2015.

I rilievi batimetrici dei 3 plot sono stati effettuati mediante un ecoscandaglio a doppia frequenza (a precisione centimetrica) abbinato a gps a precisione topografica (centimetrica). L'ecoscandaglio è stato installato su una barca a motore di piccole dimensioni. Le strisciate batimetriche sono state realizzate ove possibile perpendicolarmente e parallelamente alla linea di costa lungo le direzioni individuate dai pali segnalatori. Tra i pali sono state tese durante il rilievo cordelle per meglio delimitare e individuare i tracciati da rilevare.

Al fine di misurare le quote del pelo libero del chiaro è stato installato un piezometro, denominato di seguito "pz Schiranna", posizionato a lato del pontile della canottieri Schiranna.



Figura 12 ubicazione piezometro Schiranna

Si riporta di seguito la documentazione fotografica relativa al piezometro, alle operazioni di rilievo topografico delle coordinate e di misura della soggiacenza. Il diver ha registrato i livelli idrici con frequenza di acquisizione pari a 1 ora. I dati relativi al pelo libero sono stati utilizzati per stabilire l'interfaccia aria-acqua in corrispondenza dei monitoraggi batimetrici.

Le coordinate del piezometro sono state acquisite mediante rilievo topografico (gps) e sono di seguito riportate:

- Nord: 5'072'067,687
- Est: 1'482'904,520
- Quota (m slm): 239,29

Si riporta di seguito la documentazione fotografica relativa al piezometro e alle operazioni di misura della soggiacenza mediante freatimetro centimetrato.



Figura 13 piezometro installato in corrispondenza del un pontile in località Schiranna

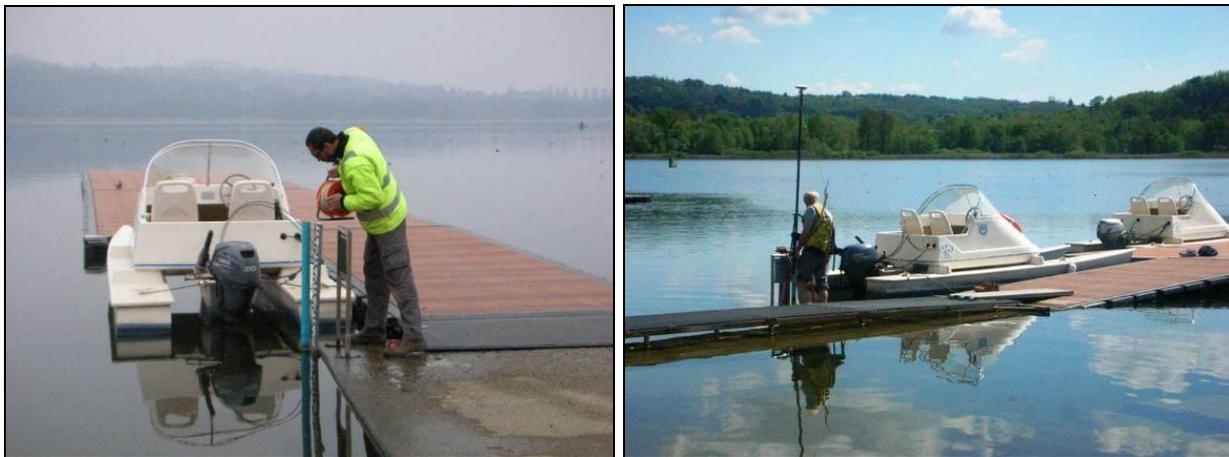


Figura 14 Misura di soggiacenza da testa piezometro mediante freaticometro e acquisizione delle coordinate dello stesso presso il pontile della Schiranna

RILIEVO ANTE OPERAM (2013)

Il primo rilievo è stato effettuato in data 23 Aprile 2013; in tale data si è registrata una soggiacenza nel piezometro pari a **0,71 m**, che corrisponde ad una quota assoluta del pelo libero pari a **238,58 m slm**.

A titolo di esempio si riportano nella figura seguente la posizione e la profondità dei punti rilevati con ecoscandaglio nel plot 1.

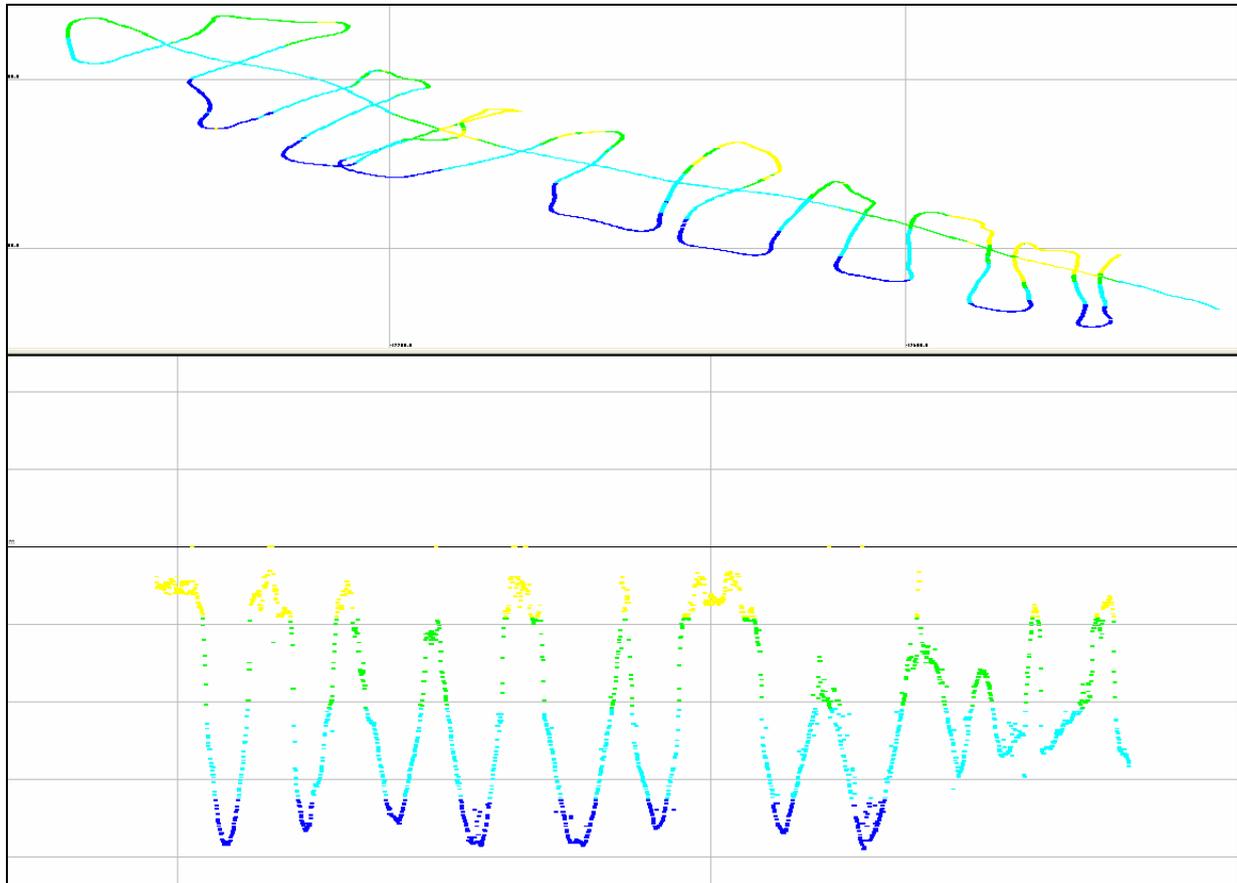


Figura 15 Esiti strisciate plot 1 (planimetria e profondità punti)

Nelle tavole allegate (2.1 a e 2.1 b) e nelle figure seguenti sono riportate le profondità dei plot, ricavate dal rilievo batimetrico e riferite alla quota del pelo libero del chiaro.

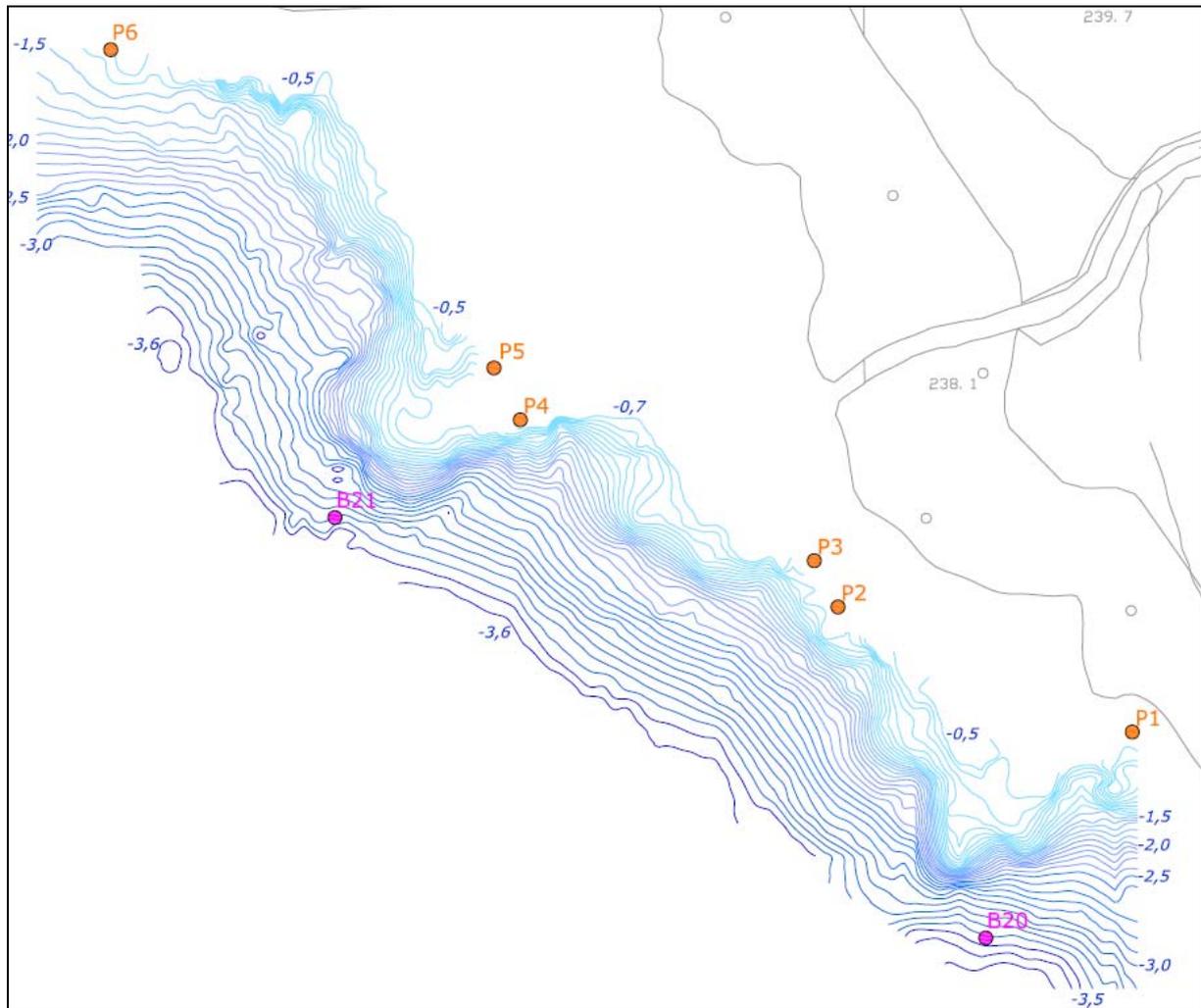


Figura 16 esiti 1°rilievo batimetrico plot 1 – Valle Luna (pali in arancione, boe in fucsia)

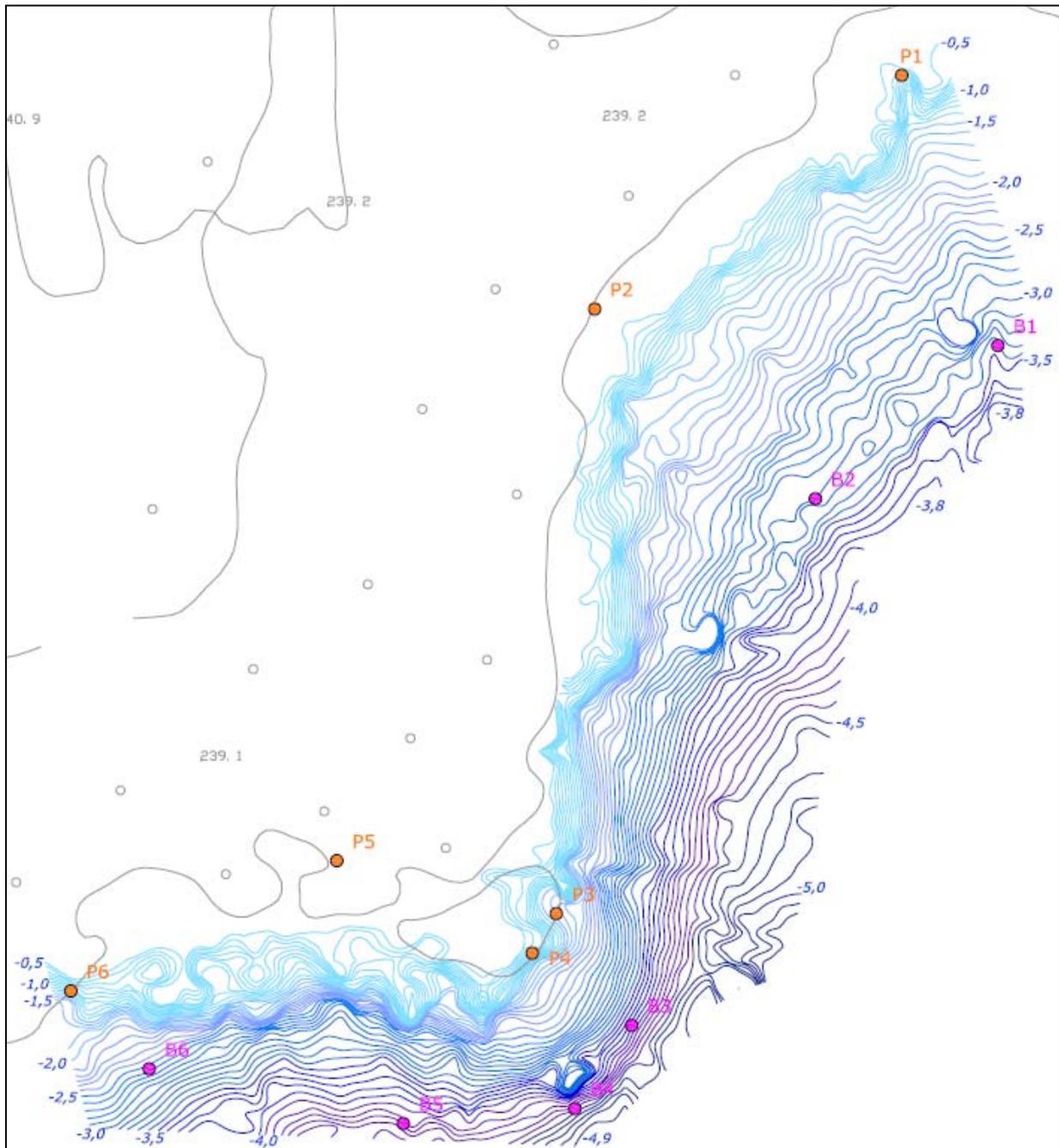


Figura 17 esiti 1° rilievo batimetrico plot 2 e 3 –Schiranna- Bobbiate (pali in arancione, boe in fucsia)

RILIEVO POST OPERAM (2014)

A Gennaio 2014 sono state realizzati i rilievi batimetrici post operam. In particolare i plot 1 e 3 sono stati rilevati il 7 Gennaio mentre il plot 2 il 14 Febbraio 2014. I livelli statici misurati nel piezometro nelle due date sono risultati pari rispettivamente a **0,31** e **0,21** m da bp. Per consentire un confronto con il rilievo ante operam nelle Tavole 2 a e 2b i livelli sono stati riferiti al pelo libero misurato nel 2013 (0.71 m).

I livelli idrici più elevati hanno consentito al natante di avvicinarsi meglio alla linea di costa. Di seguito si riporta l'ubicazione dei punti acquisiti mediante ecoscandaglio.



Figura 18 Plot 1-Valleluna: punti acquisiti mediante ecoscandaglio



Figura 19 Plot 2-3 Schiranna-Bobbiate: punti acquisiti mediante ecoscandaglio

A titolo di esempio si riportano nella figura seguente la posizione e la profondità dei punti rilevati con ecoscandaglio nel plot 1.

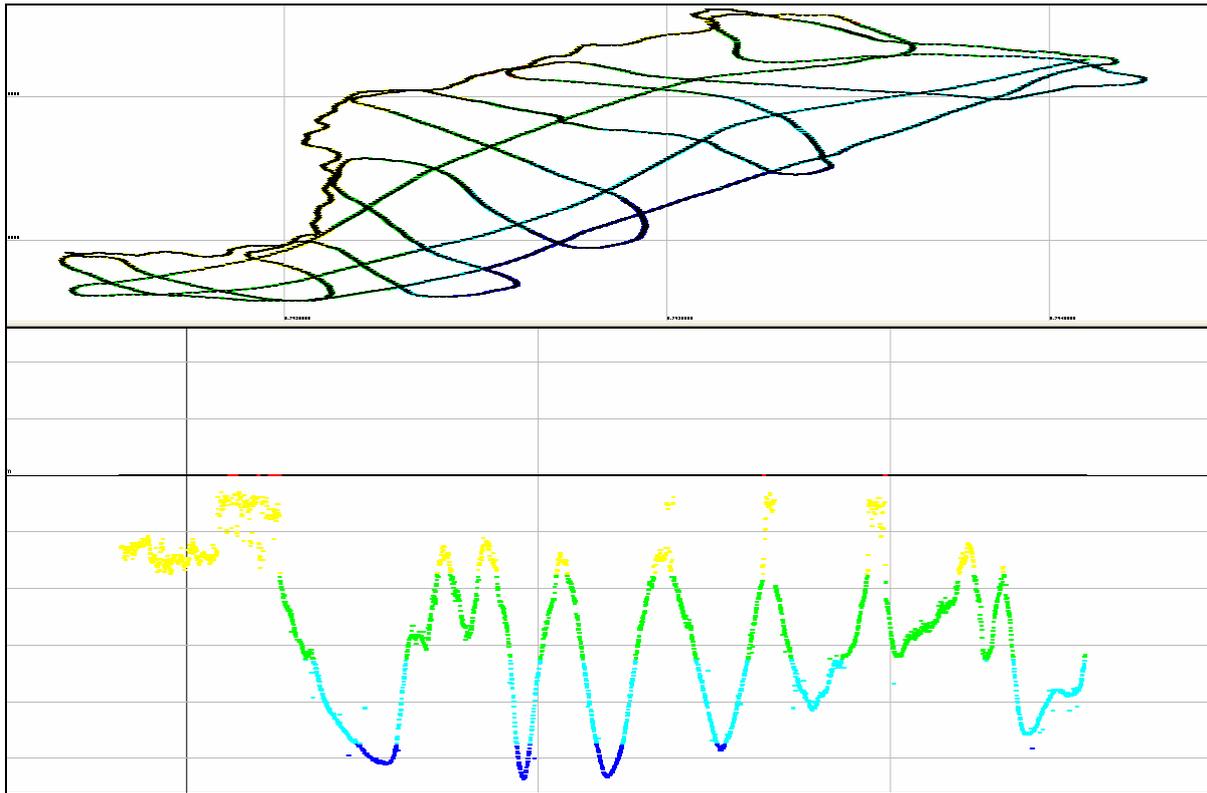


Figura 20 Plot 1: posizione punti rilevati con ecoscandaglio e profondità

L'esito del rilievo batimetrico post operam è riportato nelle tavole allegate (2.2 a e 2.2 b) e riassunto di seguito.

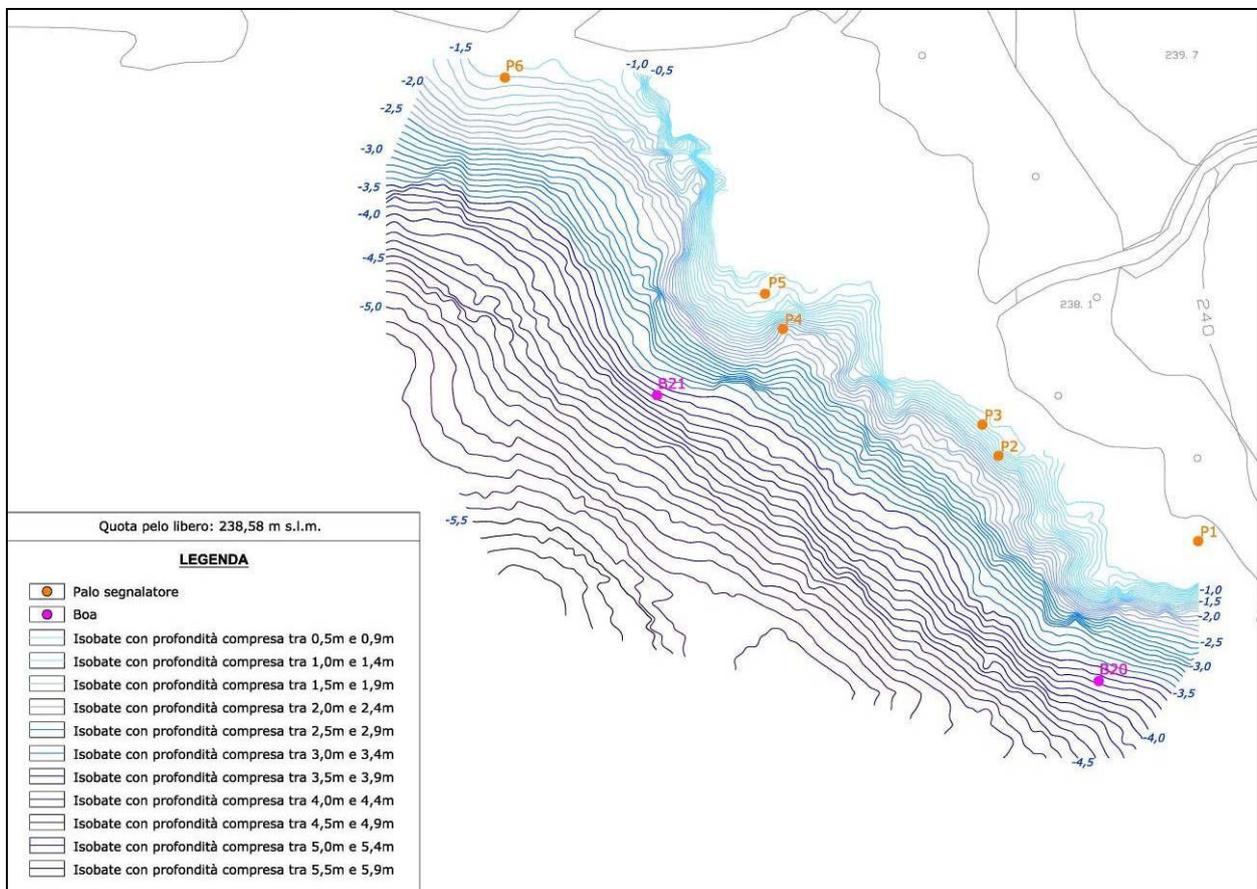


Figura 21 Plot 1: Esito rilievo batimetrico 2014

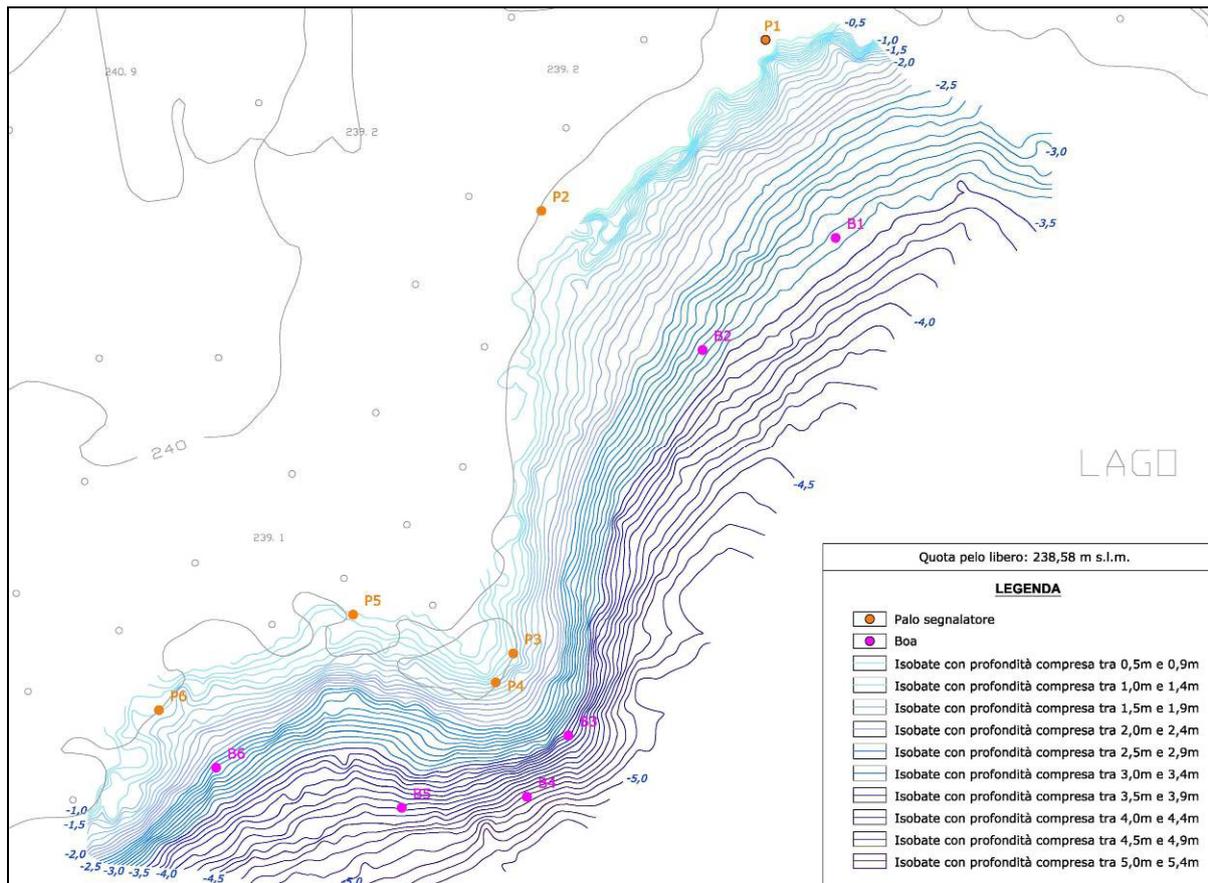


Figura 22 Plot 2-3: Esito rilievo batimetrico 2014

Il confronto batimetrico ante e post operam per i 3 plot di intervento ha evidenziato:

- plot 1: modeste variazioni nell'area ovest e variazioni nell'ordine dei 50 cm nell'area compresa tra i pali P2 e P4
- plot 2: approfondimento di circa 50 cm in corrispondenza dell'area delimitata dai pali p5-P6
- plot 3: approfondimento di circa 50-60 cm nell'area a valle del punto P2; profondità sostanzialmente invariate in corrispondenza dell'area sottesa ai pali P1-P2.

RILIEVO FINALE (2015)

Il rilievo batimetrico finale è stato effettuato in data **27 Ottobre 2015**. La soggiacenza misurata nel piezometro era pari a 0,86 m, che corrisponde ad una quota assoluta del pelo libero di 238,42 m slm, 24 cm più basso rispetto a quello del rilievo ante operam.

Nelle tavole allegate (Tavole 2.3 a e 2.3 b) e nelle figure seguenti sono riportate le profondità dei plot, ricavate dal rilievo batimetrico, riferite alla quota del pelo libero del chiaro in occasione del primo rilievo, al fine di rendere i rilievi tra loro paragonabili.

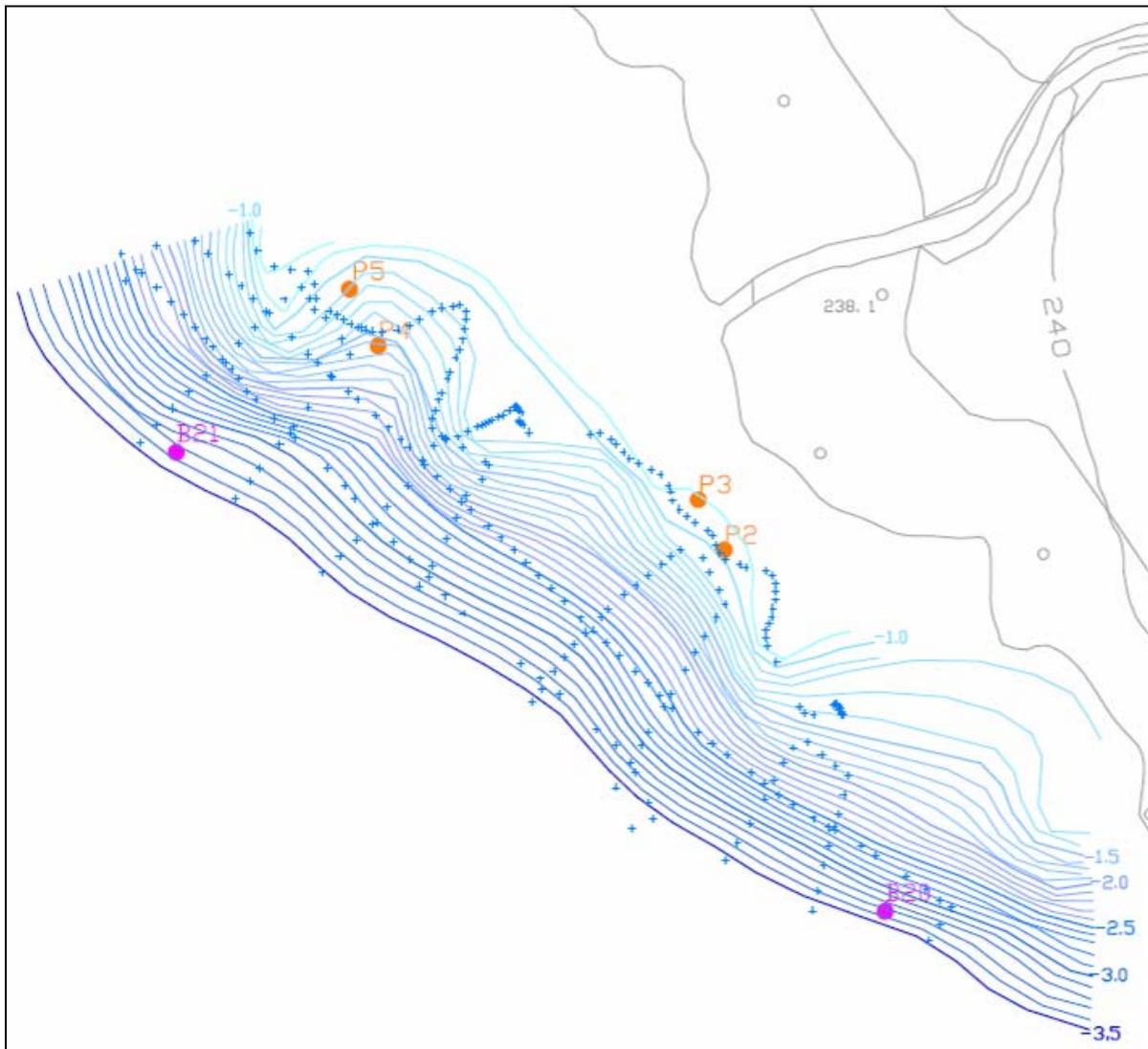


Figura 23 esiti rilievo batimetrico finale plot 1 – Valle Luna

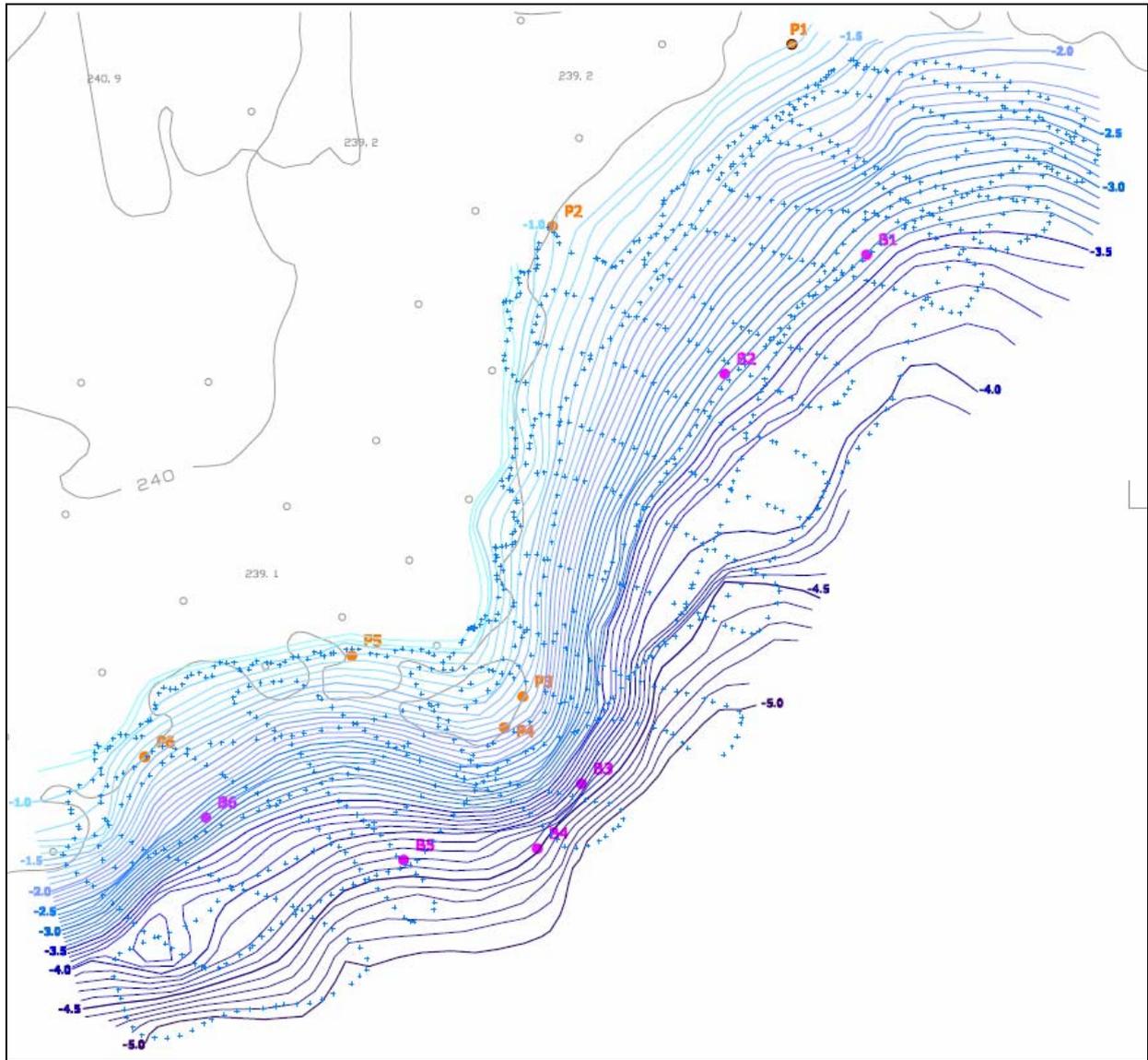


Figura 24 esiti rilievo batimetrico finale plot 2 e 3 –Schiranna-Bobbiate

CONFRONTO ANTE OPERAM (2013)-FINALE (2015)

Il confronto tra gli esiti delle batimetrie realizzate ante operam nell'Aprile 2013 e post operam (finale) nel Novembre 2015 ha consentito di individuare modeste variazioni nelle profondità dei fondali.

Al fine di meglio identificare l'entità delle variazioni e individuare le cause delle stesse di seguito sono state indicate su foto aerea:

- esiti del rilievo del Novembre 2015: punti strisciate sonar in azzurro, isobate in scala di blu
- isobate relative alla profondità di 1,5 m evidenziate in grassetto rispettivamente in azzurro per il rilievo del Novembre 2015 e in giallo (tratteggiato) per quello dell'Aprile 2013
- tratteggio verde per il plot di controllo
- tratteggio fucsia per le aree di intervento (ludwigia di terra per il plot 1)
- linee blu per i corsi d'acqua Valle Luna e Valle del Fieno

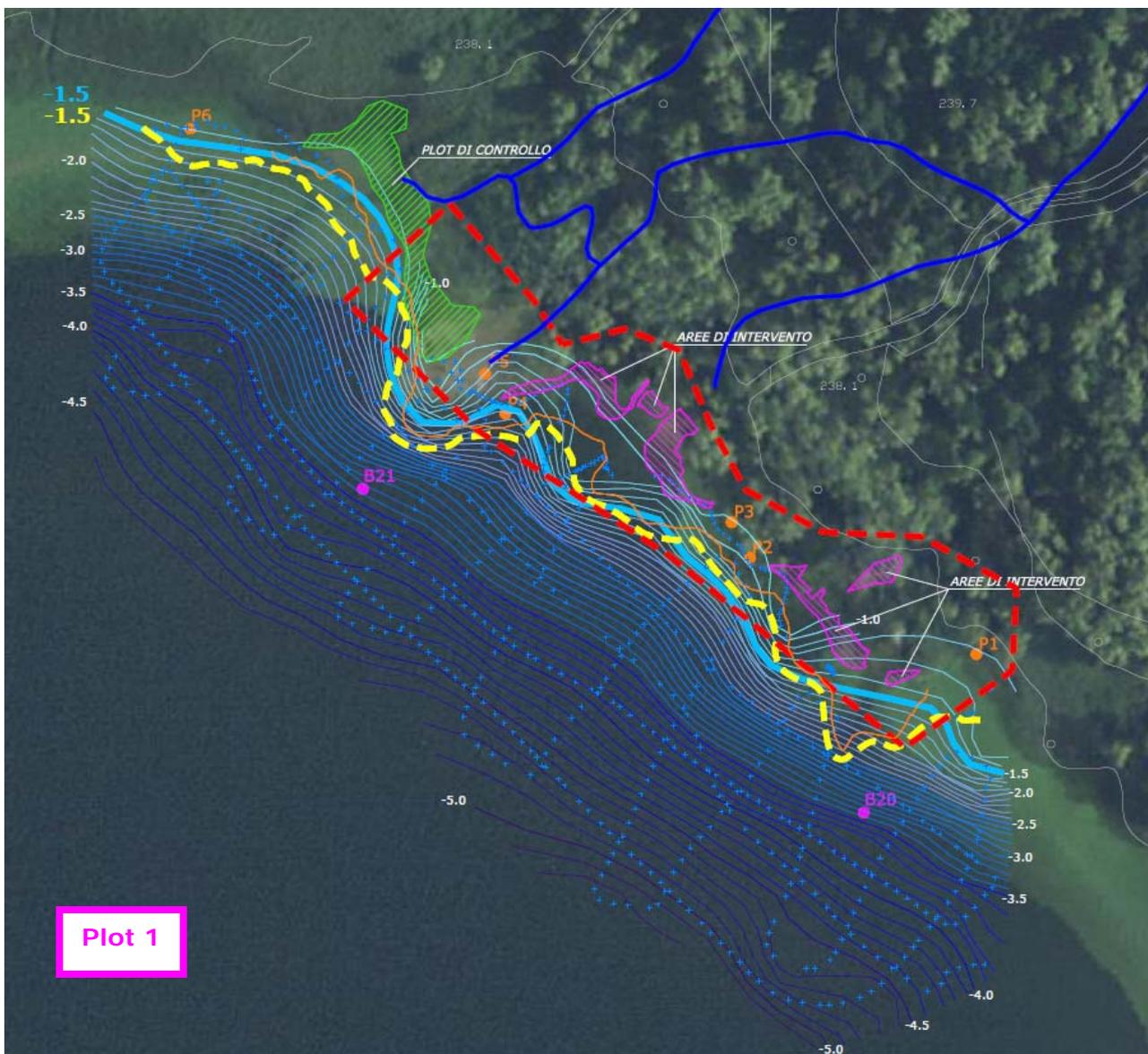


Figura 25 **plot 1** – confronto profondità fondale 2013-2015

Per il **plot 1** si nota un arretramento dell'isobata corrispondente alla profondità di 1,5 m nel 2015 nel settore nord-occidentale mentre nel settore meridionale le linee sono quasi sovrapponibili. Le maggiori profondità dei fondali in un'area non oggetto di interventi di rimozione della vegetazione sono probabilmente dovute alle piene dei torrenti Valle Luna-Valle del Fieno che potrebbero aver movimentato i sedimenti presenti. In particolare si sono verificate piene significative del corso d'acqua nell'autunno 2014 a seguito di precipitazioni particolarmente abbondanti.



Figura 26 Foce Valle Luna Luglio 2013

Nelle figure seguenti si può osservare un confronto tra la foce del Valle Luna-Valle del Fieno nel 2012 e 2015.



Figura 27 Foce Valle Luna-Valle del Fieno 2012-2015 (google earth)

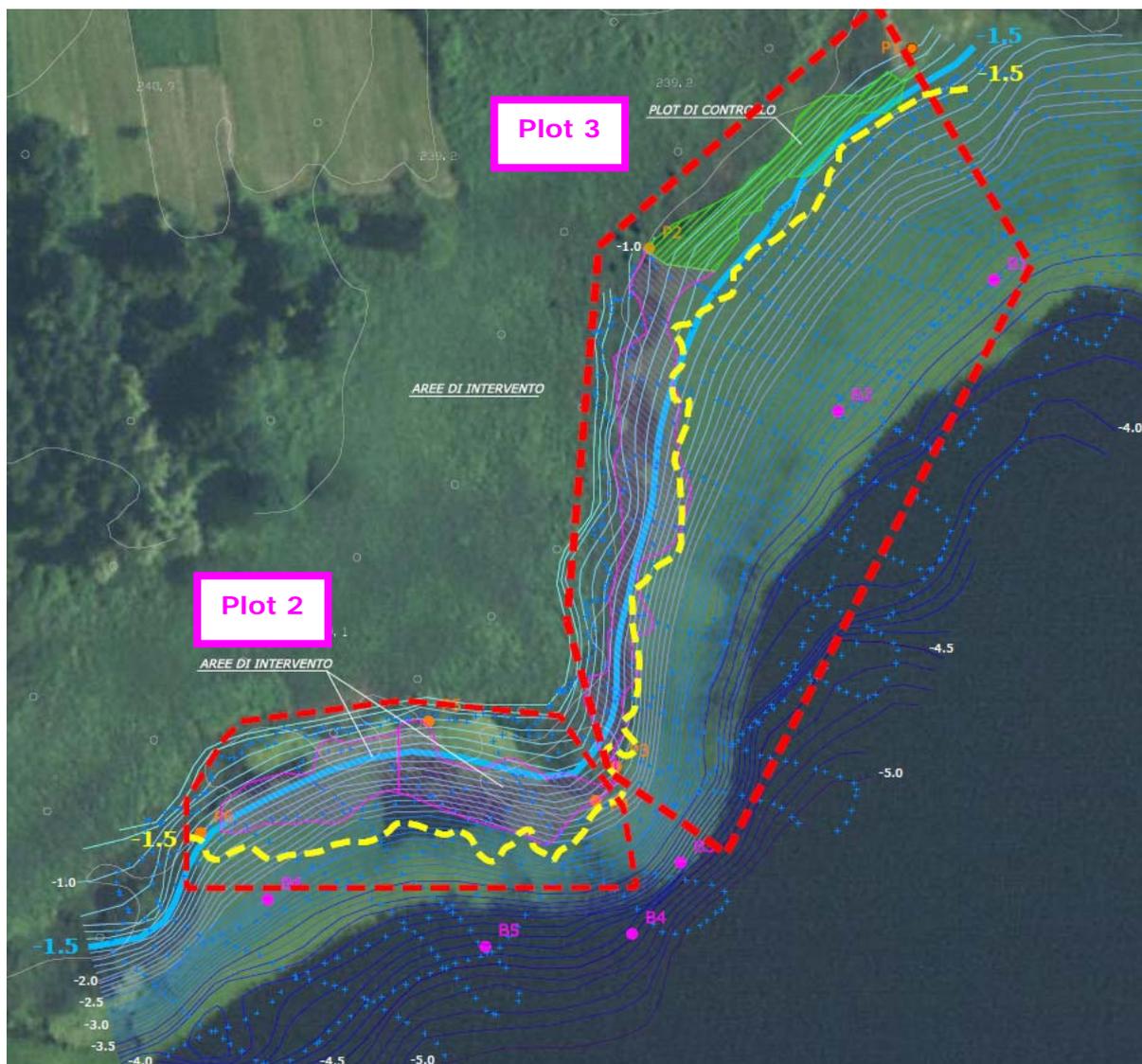


Figura 28 **plot 2-3** – confronto profondità fondale 2013-2015

Osservando la Figura 28 dall'alto in basso si notano:

- sostanziale coincidenza nel **plot 3** tra le isobate relative alla profondità di 1,5 m nel 2013 (giallo) e 2015 (azzurro) nel plot di controllo ubicato nel settore settentrionale
- nel settore centrale del **plot 3** meridionale si nota un approfondimento del fondale
- in corrispondenza delle due sottoaree del **plot 2** le profondità del fondale risultano maggiori nel 2015 rispetto al 2013 (linea gialla più lontana dalla costa).

Ad eccezione del subplot 3 di controllo gli altri settori sono stati interessati nel settembre 2014 da un solo intervento di eradicazione meccanica "blanda" (evitando cioè di rimuovere le formazioni di elofite frammiste a Ludwigia). Durante l'intervento è stata posta attenzione anche all'eradicazione con mezzi meccanici delle eventuali formazioni sommerse in fase di rivegetazione.

La presenza di Ludwigia nel Novembre 2015, periodo in cui è stata realizzata l'ultima campagna di misure batimetriche è indicata nella figura seguente in giallo. Si può notare come la vegetazione sia presente nel plot di controllo, non oggetto di interventi di eradicazione, ubicato nel settore nord orientale e solo sporadicamente in formazioni puntiformi lungo la costa.

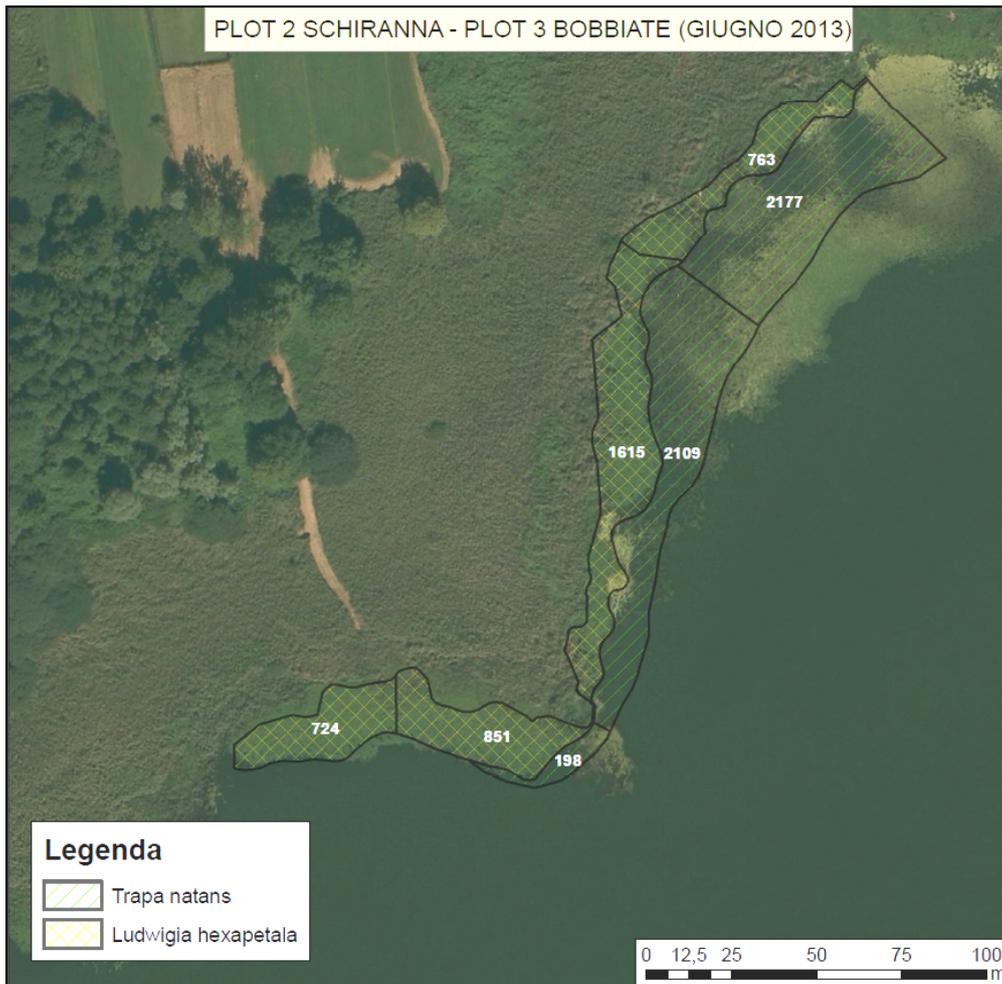


Figura 29 **plot 2-3** – estensione Ludwigia e Trapa natans (Giugno 2013)

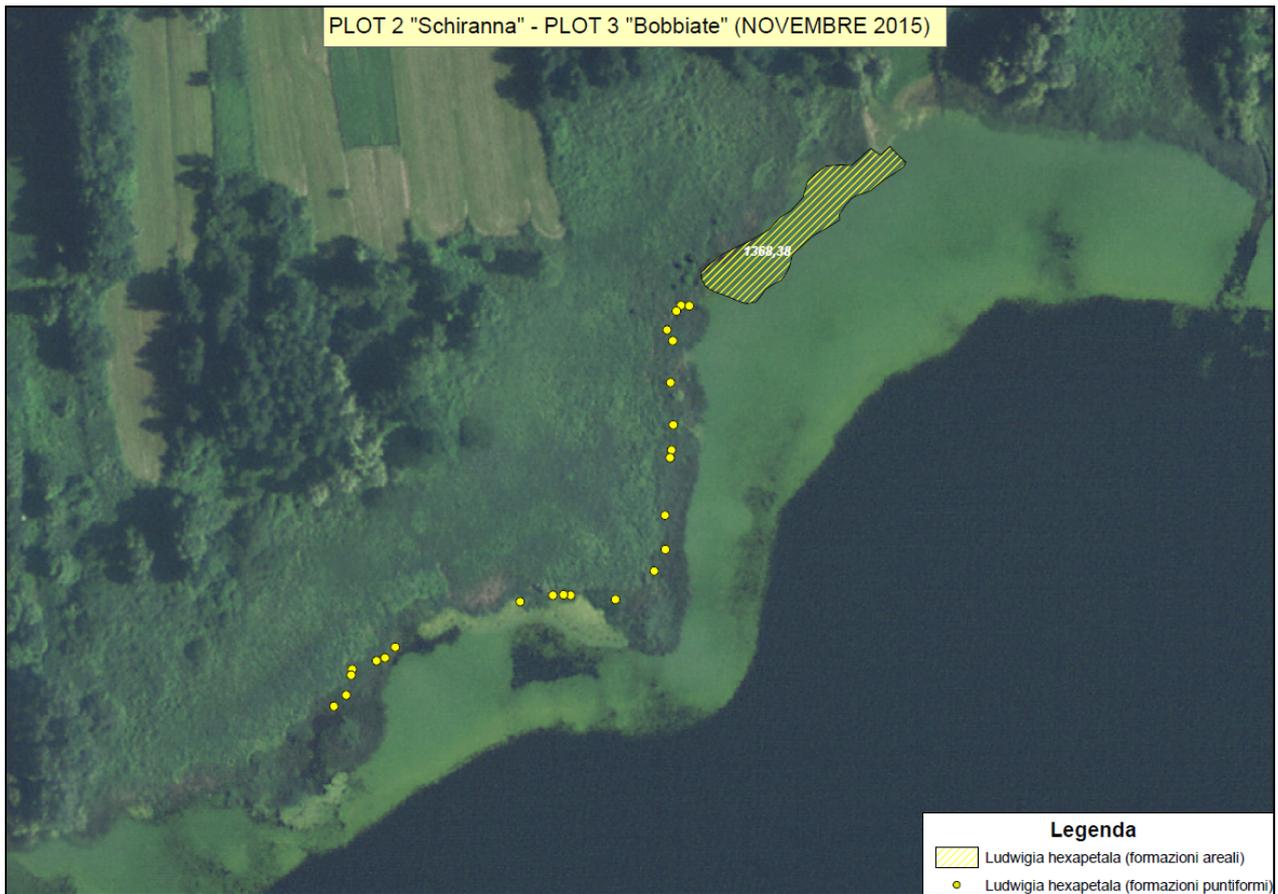


Figura 30 **plot 2-3** – estensione Ludwigia (Novembre 2015)

4 ESITO MONITORAGGI LIVELLI IDRICI

Nel presente capitolo si riassumono gli esiti del monitoraggio dei livelli idrici e si forniscono indicazioni sulla situazione meteorologica del periodo 2013-2015.

4.1 ANDAMENTO PRECIPITAZIONI

Al fine di avere un quadro della piovosità degli anni in cui è stato realizzato il monitoraggio sono stati raccolti e qui di seguito riportati in grafici i dati pluviometrici relativi alla stazione meteorologica di Varese (Vidoletti) distante circa 10 km dai siti in studio.

Nel grafico seguente relativo alle precipitazioni annuali nel periodo 1986-2015 gli anni interessati dal monitoraggio idrico sono evidenziati da un tratteggio rosso.

Osservando il grafico si può notare che il 2014 rappresenta un anno molto piovoso mentre il 2013 e 2015 sono poco piovosi (per il 2015, viola, sono disponibili le precipitazioni fino a fine Ottobre).

Riassumendo i dati annuali si registrano 1600 mm nel 2013, 2090 mm nel 2014 e 1300 mm nei primi 10 mesi del 2015.

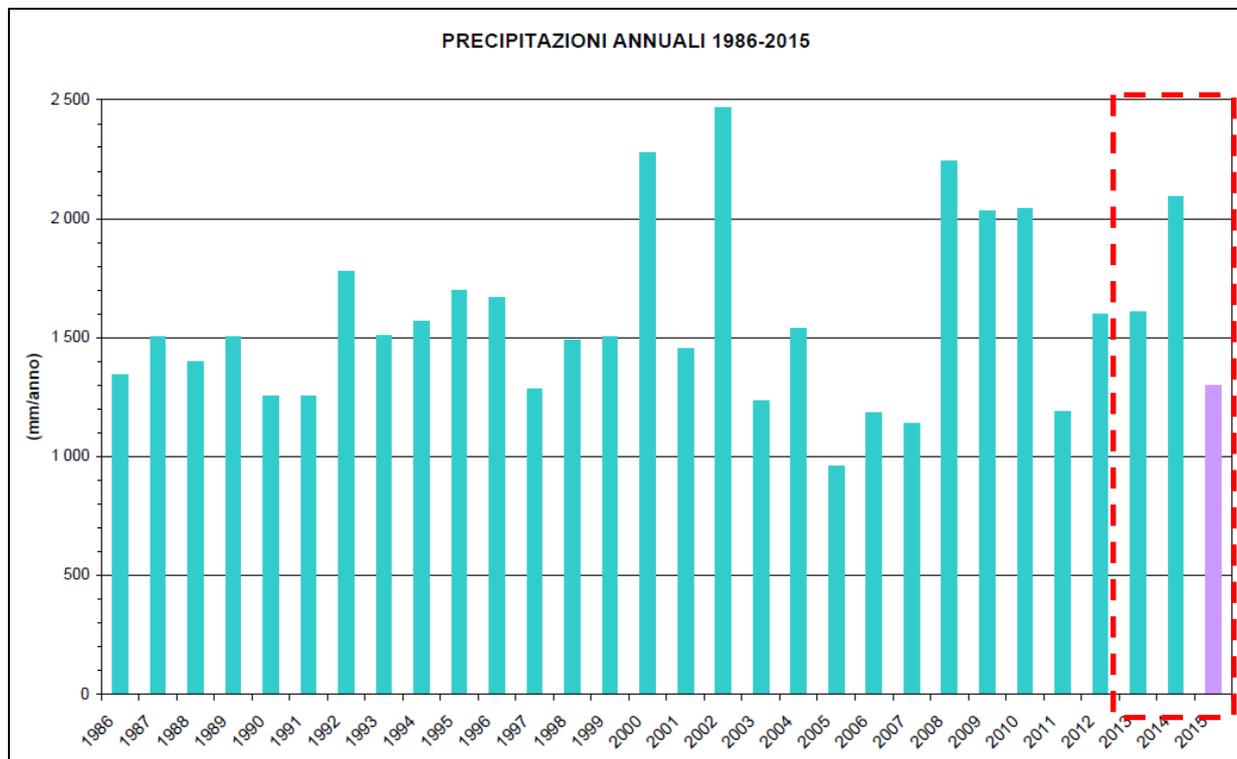


Figura 1 Varese – precipitazioni annuali (1986-2015)

Al fine di individuare gli andamenti stagionali delle precipitazioni per il periodo Gennaio 2013-Ottobre 2015 si riportano di seguito le precipitazioni mensili.

Il grafico evidenzia variazioni significative nelle precipitazioni con minime pari a 24 mm nel mese di Settembre 2014 e massime pari a 584 mm nel mese di Novembre 2014.

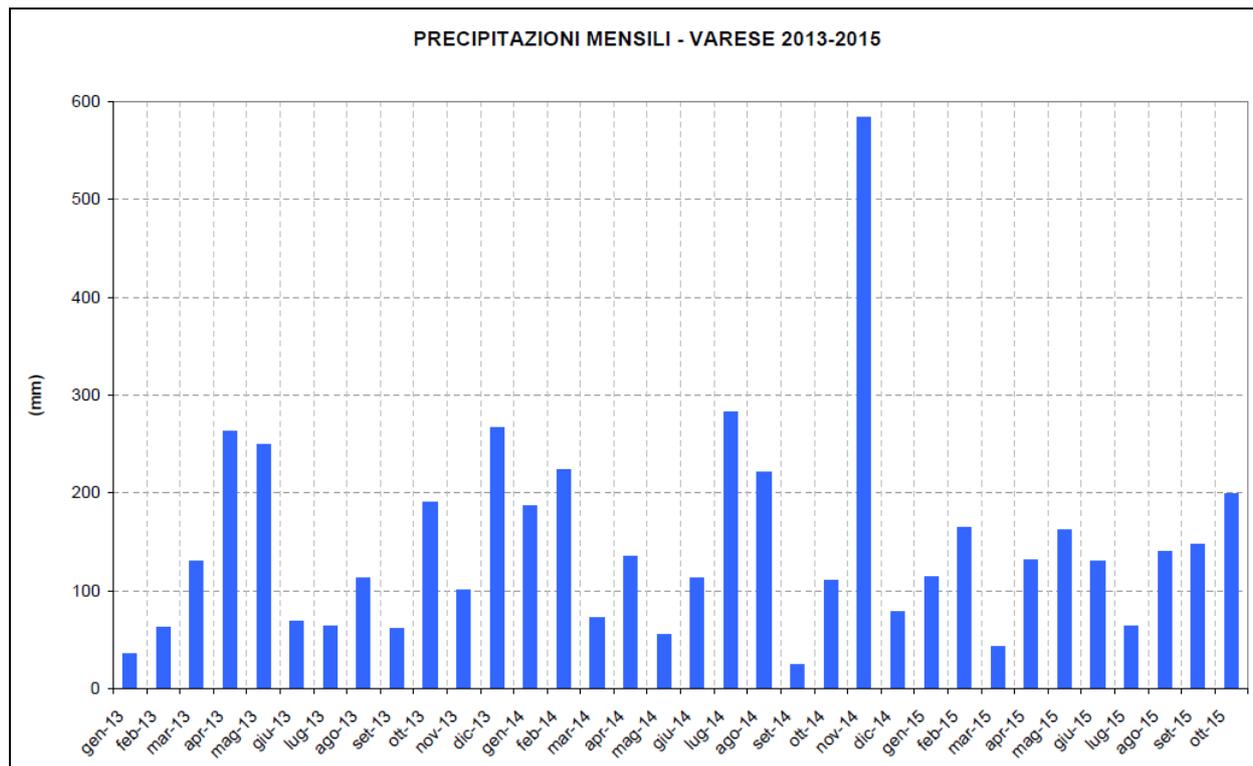


Figura 2 Varese – precipitazioni mensili

4.2 PALUDE BRABBIA

I livelli idrici in corrispondenza del chiaro della Palude Brabbia sono stati monitorati per il periodo compreso tra Marzo 2013 e Novembre 2015 mediante trasduttore di pressione abbinato a datalogger con frequenza di acquisizione pari a 1 ora.

Gli andamenti dei livelli sono riportati nella figura seguente ed evidenziano numerose oscillazioni e risalite marcate a seguito di periodi piovosi.

Riassumendo gli esiti si registrano:

- valori di soggiacenza compresi tra 1,09 m in data 29/07/15 e -0,21 m in data 18/11/14 (intervallo dei valori pari a 1,3 m)
- valori minimi nei mesi di Luglio-Agosto 2013, Giugno e Ottobre 2014, Aprile e Luglio-Agosto 2015
- valori massimi nei mesi di Maggio e Dicembre 2013, Agosto e Novembre 2014
- risalite marcate e rapide: +0,7m a fine Dicembre 2013 e +1,18 m a Novembre 2014

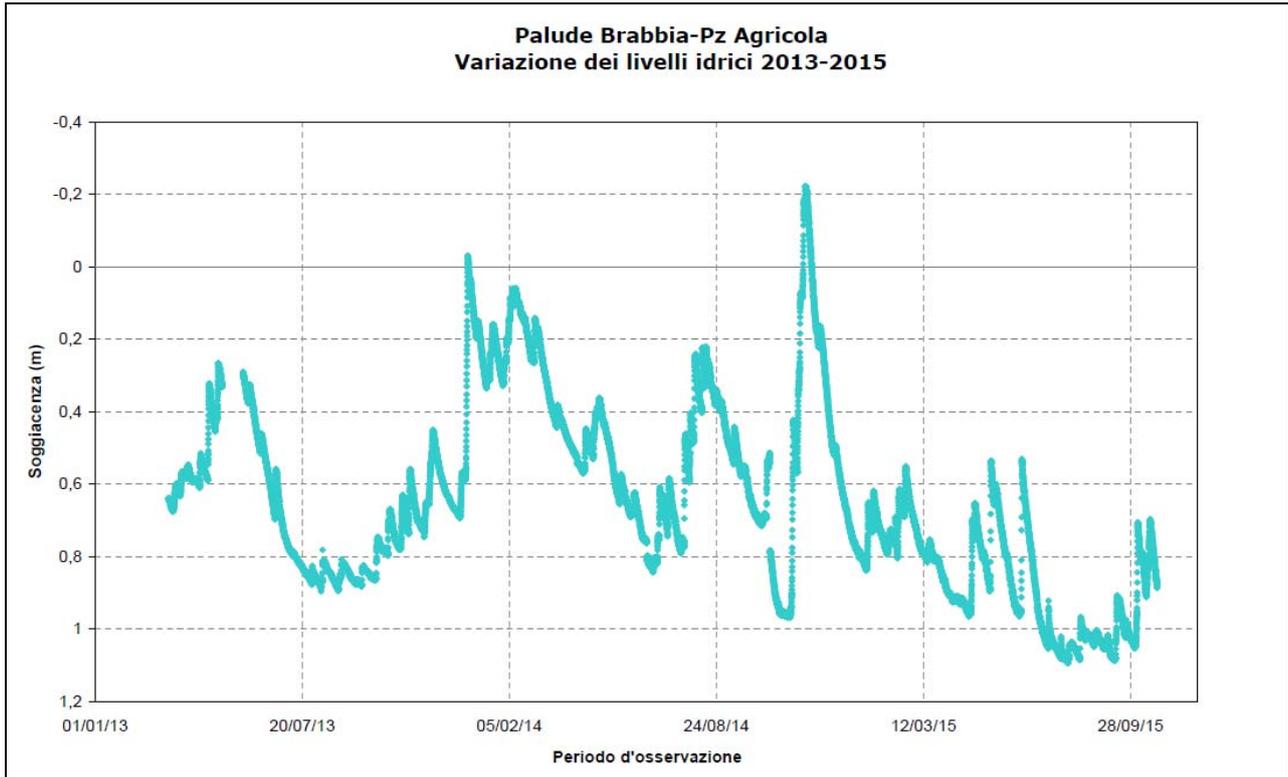


Figura 3 pz Palude Brabbia: andamento livelli idrici

Per meglio visualizzare le variazioni nei livelli si riportano di seguito due fotografie relative al Marzo 2013 in condizioni siccitose e Novembre 2014 in condizioni molto piovose (piezometro sottacqua).



Figura 4 Marzo 2013



Figura 5 Novembre 2014 piezometro sottacqua

4.3 LAGO DI VARESE

I livelli idrici in corrispondenza del lago di Varese sono stati monitorati in corrispondenza di un piezometro posizionato presso un pontile in località la Schiranna nel periodo compreso tra Marzo 2013 e Ottobre 2015.

Gli andamenti dei livelli sono riportati nella figura seguente ed evidenziano numerose oscillazioni e risalite marcate a seguito di periodi piovosi.

Riassumendo gli esiti si registrano:

- valori di soggiacenza compresi tra 1,49 m in data 13/09/15 e -0,15 m in data 18/11/14 (intervallo dei valori pari a 1,64 m)
- valori minimi nei mesi di Ottobre 2013 e 2014 e Settembre 2015
- valori massimi nei mesi Dicembre 2013 e Novembre 2014
- risalite marcate e rapide: +0,86 m a fine Dicembre 2013 e +1,48 m a Novembre 2014

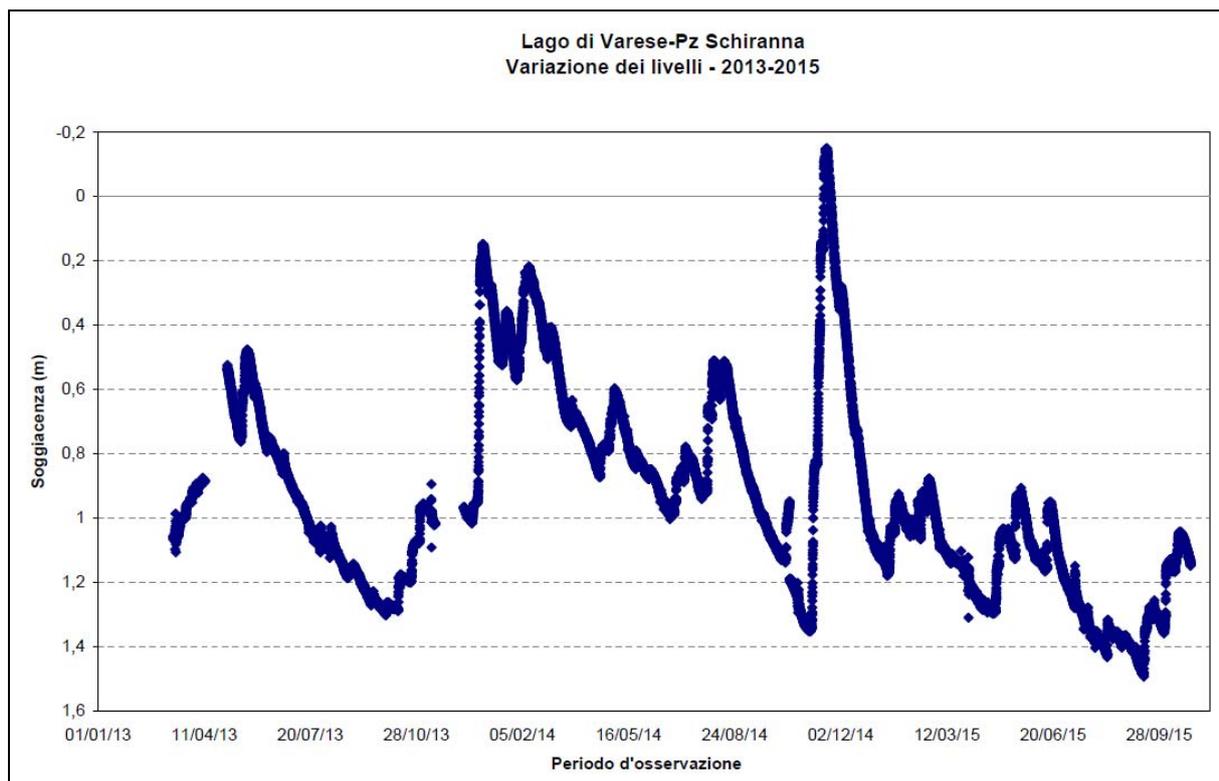


Figura 6 Lago di Varese pz Schiranna: andamento livelli idrici

Per meglio visualizzare l'entità delle variazioni nei livelli si riportano di seguito fotografie relative al Febbraio 2013 in condizioni siccitose, Febbraio 2014 e Novembre 2014 in condizioni molto piovose (piezometro sottacqua nel secondo caso).

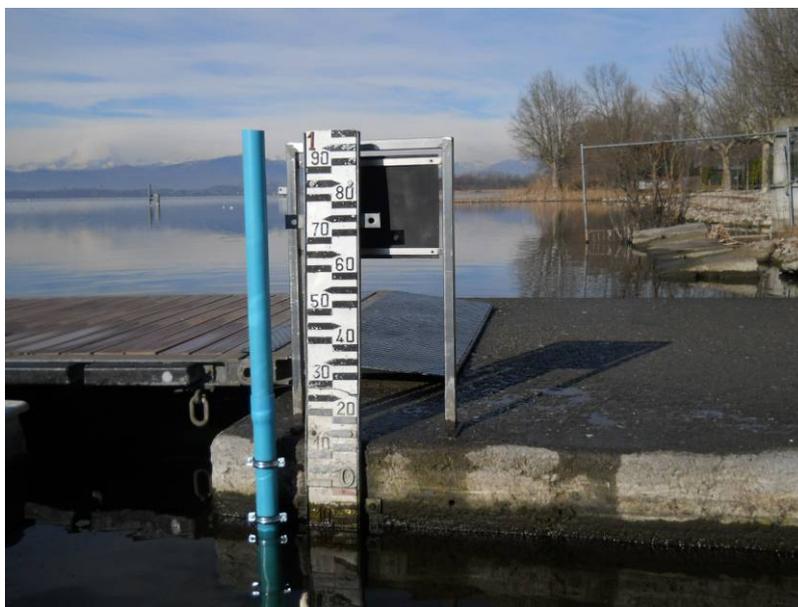


Figura 7 Pz Schiranna Febbraio 2013



Figura 8 Pz Schiranna Febbraio 2014



Figura 9 Pz Schiranna Novembre 2014

4.4 BRINZIO - CAVALLITT

Al fine di individuare le variazioni dei livelli nel chiaro di Cavallitt sono state effettuate misure periodiche mediante freatimetro centimetrato dotato di segnalatore ottico ed acustico in corrispondenza di un piezometro posizionato nel Gennaio 2013 nel settore sud orientale del chiaro.

Sono state effettuate complessivamente 8 misure dei livelli, riassunte nella tabella seguente.

Data	Soggiacenza (m da bp)
31/01/2013	0,52
29/03/2013	0,50
03/12/2013	0,52
02/04/2014	0,52
01/12/2014	0,49
25/03/2015	0,50
27/08/2015	asciutto
11/11/2015	0,50

I livelli mostrano variazioni minime nell'ordine di pochi cm (0,49-0,52 m da bp) ad eccezione del mese di Agosto 2015 in cui il piezometro era asciutto (vedi foto seguenti).



Figura 10 Misura soggiacenza Dicembre 2013



Figura 11 Piezometro asciutto Agosto 2015

MISURE DI PORTATA

In corrispondenza dell'emissario dell'area umida sono stati realizzati due test salini finalizzati all'individuazione della portata in uscita. Il test salino viene utilizzato nei casi in non vi siano le condizioni tecniche ed economiche per impostare misure in continuo mediante stramazzi ed idrometrografi. Questo test si basa sull'immissione di una soluzione con volume noto di soluzione salina (acqua e NaCl) con concentrazione nota e nella misura, a valle flusso, del transito dell'onda salina. Le misure sono effettuate mediante cronometro e conducimetro portatile. Il conducimetro misura in campo la conducibilità elettrica specifica dell'acqua, proporzionale alla quantità di sali disciolti. Poiché nei corsi d'acqua, in condizioni standard, le variazioni di conducibilità elettrica specifica sono determinate dal transito delle acque della soluzione immessa, è possibile quantificare il flusso di sali e, con appositi algoritmi, risalire alla portata in transito.

Nel corso delle 8 campagne di monitoraggio effettuate è stata verificata la possibilità di realizzare test salini. L'emissario è risultato spesso privo di acqua o con presenza di acqua non sufficiente ad una corretta esecuzione del test. In un caso la presenza di ghiaccio ha impedito all'operatore di realizzare l'immissione della soluzione salina.

Di seguito si riportano a titolo di esempio alcune fotografie della soglia in legno posizionata in corrispondenza dell'emissario e risultata spesso asciutta con portate nulle.



Figura 12 Aprile 2014 e Agosto 2015 assenza di portata in corrispondenza della soglia sull'emissario

I test salini sono stati eseguiti in data 3 Dicembre 2013, 1 Dicembre 2014 e 27 Ottobre 2015 immediatamente a valle della soglia di regolazione realizzata sull'emissario.



Figura 13 Ubicazione test salino a valle della soglia (Dicembre 2014)

Un esempio di curva di restituzione del cloruro di sodio (NaCl) è riportata nella figura seguente (27/10/15).

Sono state individuate portate molto basse pari rispettivamente a:

- 1,68 l/s 3 Dicembre 2013
- 2,21 l/s 1 Dicembre 2014
- 0,26 l/s 27 Ottobre 2015

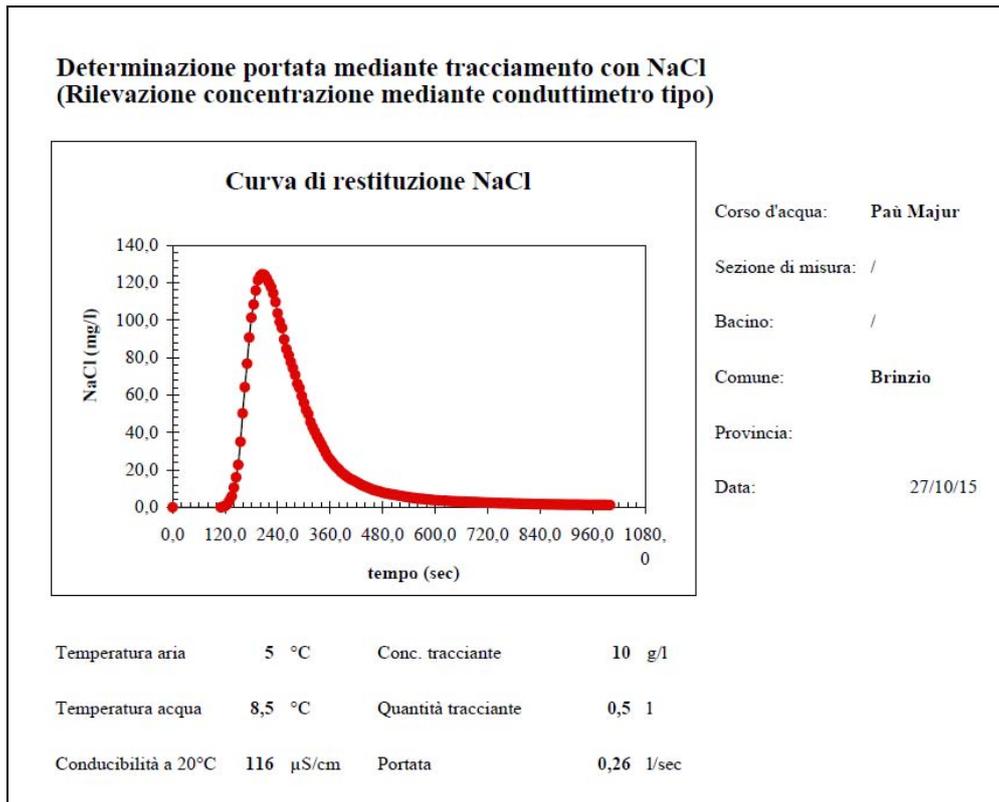


Figura 14 Test salino: curve di restituzione 27/10/15

Per quanto le misure siano puntuali, e non continue, dal monitoraggio effettuato risulta evidente che il deflusso idrico dell'area umida avviene solo saltuariamente; in genere la ricarica avviene in seguito alle precipitazioni e la scarica si attua attraverso l'emissario solo poco dopo le stesse.

In altri periodi la perdita idrica si attua attraverso l'evapotraspirazione, rallentata dall'ombrosità del sito.

4.5 MOTTA D'ORO

In corrispondenza dell'area umida è stato installato un piezometro (22 Gennaio 2013).

I livelli di soggiacenza nel piezometro sono stati misurati periodicamente mediante freatimetro centimetrato dotato di segnalatore ottico ed acustico e sono stati utilizzati per individuare l'interfaccia acqua-aria per le operazioni di rilievo batimetrico.

Pur non avendo a disposizione misure in continuo nel corso del monitoraggio è stato possibile individuare significative oscillazioni nei livelli idrici.

In corrispondenza del piezometro posizionato nel settore orientale del chiaro sono state effettuate complessivamente 8 campagne di misura dei livelli; gli esiti sono riassunti nella tabella seguente. I livelli sono compresi tra 0,9 m e 0,35 m da bp; il piezometro è risultato asciutto in data 2/09/15.

Data	Soggiacenza (m da bp)
29/03/2013	0,90
03/12/2013	0,82
27/02/2014	0,35
02/04/2014	0,66
06/11/2014	0,37
25/03/2015	0,61
11/11/2015	0,80
02/09/2015	asciutto

Si riportano di seguito anche alcune fotografie scattate in periodi siccitosi e piovosi.



Figura 15 Installazione piezometro Gennaio 2013



Figura 16 Piezometro e asta idrometrica (Novembre 2014)

Nel Settembre 2015 al termine di un'estate molto seccitosa il piezometro è risultato completamente fuori acqua.



Figura 17 Piezometro e asta idrometrica (Settembre 2015)

Le variazioni nei livelli sono molto più marcate rispetto a quelle riscontrate presso l'area umida di Cavallitt (Brinzio) nello stesso periodo di monitoraggio.

5 ESITI MISURE CHIMICO FISICHE

Al fine di caratterizzare il contesto entro cui si sviluppano le azioni nelle aree umide nell'ambito del Progetto LIFE è stato previsto un piano di misurazione dei parametri chimico fisici delle acque nei 4 ambiti di intervento. Nel presente capitolo si riassumono gli esiti dei 3 anni di monitoraggio dei parametri abiotici: conducibilità elettrica specifica, pH, temperatura e ossigeno disciolto

5.1 CRONOLOGIA E UBICAZIONE INDAGINI

5.1.1 PALUDE BRABBIA

I monitoraggi sono stati realizzati in corrispondenza dell'inizio e della fine della stagione vegetativa negli anni 2013 e 2014 e anche durante la stagione vegetativa nel 2015. Complessivamente sono state realizzate 8 campagne di misura così distribuite:

- 2013: 10 Aprile
- 2014: 23 Gennaio, 11 Aprile, 1 Novembre
- 2015: 7 Aprile, 29 Giugno, 20 Luglio e 23 Ottobre

Le misure sono state effettuate mediante sonda multiparametrica dotata di sensori che sono stati immersi a diverse profondità: superficiale e profondo (0,5-1 m).



Figura 1 sonda multiparametrica utilizzata per le misure chimico-fisiche

L'ubicazione dei punti di misura, riportata nella figura seguente, è stata scelta sulla base di considerazioni sulla geometria dei plot, accessibilità e ripercorribilità delle misure anche in condizioni di diversa fioritura.

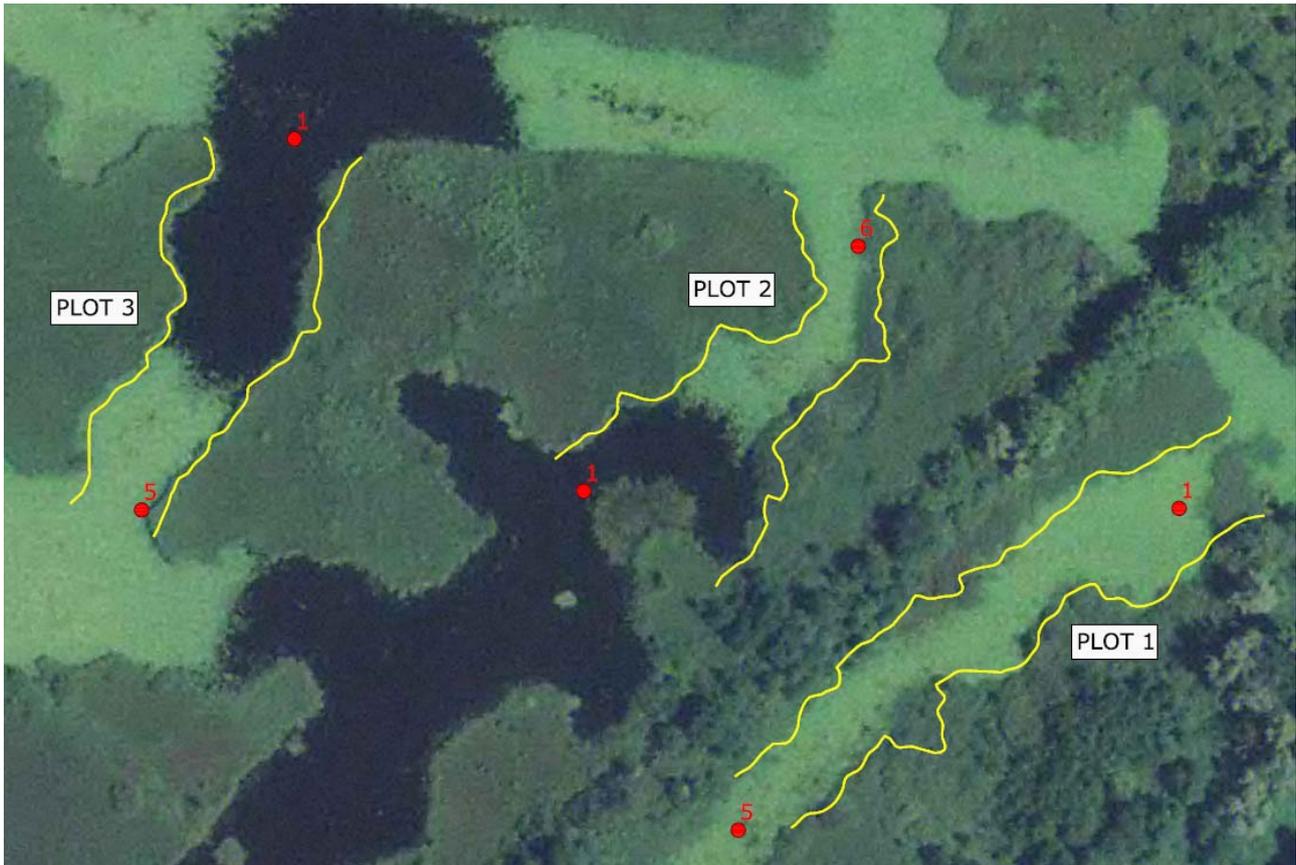


Figura 2 ubicazione punti di misura e monitoraggio nei 3 plot

5.1.2 LAGO DI VARESE

Nel comparto lago di Varese sono stati individuati 3 plot di intervento: uno in corrispondenza della località Valleluna (plot 1) e due tra loro adiacenti in località Schiranna e Bobbiate (plot 2 e 3).

I monitoraggi sono stati realizzati in corrispondenza dell'inizio e della fine della stagione vegetativa negli anni 2013 e 2014 e anche durante la stagione vegetativa nel 2015. Complessivamente sono state realizzate 8 campagne di misura (di cui due estive integrative) così distribuite:

- 2013: 17 Aprile
- 2014: 1 Gennaio, 11 Aprile, 13 Novembre
- 2015: 7 Aprile, 30 Giugno, 3 Agosto, 27 Ottobre

Le misure sono state effettuate mediante sonda multiparametrica dotata di sensori che sono stati immersi a diverse profondità (da 0 a 3 m).



Figura 3 sonda multiparametrica utilizzata per le misure chimico-fisiche sul lago

L'ubicazione dei punti di misura, riportata nelle figure seguenti è stata scelta sulla base di considerazioni sulla geometria dei plot; sono stati individuati più punti all'interno di ogni plot di intervento posizionati in prossimità di punti fissi quali pali e boe in corrispondenza di differenti profondità del fondale.

I punti di misura e i punti fissi di riferimento sono così identificati:

- pali: arancione
- boe: bianco
- punti di misura chimico-fisica: rosso (1a, 2a, 3a)



Figura 4 plot 1 ubicazione punti di misura (in rosso)

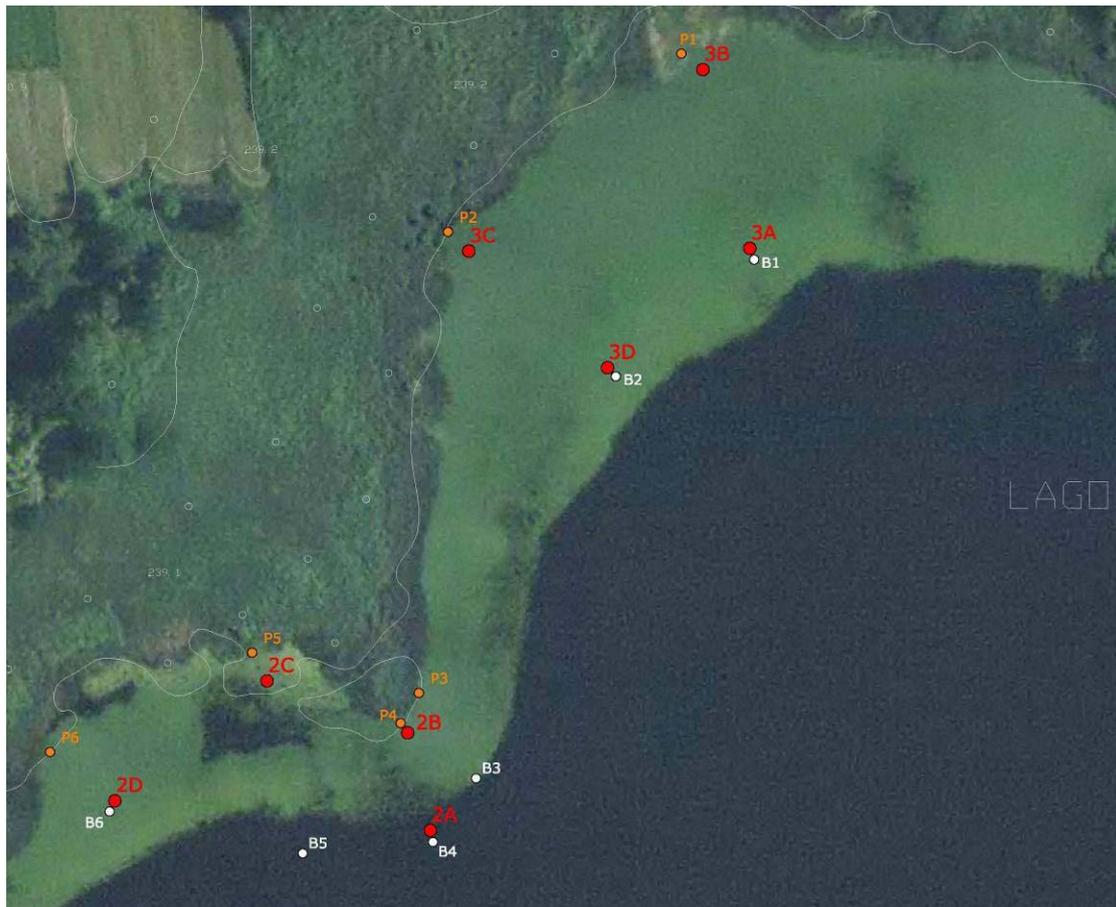


Figura 5 plot 2 e 3: ubicazione punti di misura (in rosso)

5.1.3 BRINZIO - CAVALLITT

Sono state effettuate misure chimico-fisiche in corrispondenza dell'area umida di Cavallitt (Brinzio) in due punti di misura posizionati in corrispondenza del piezometro ubicato nell'area sud-orientale del chiaro e dell'emissario (zona nord-ovest del chiaro).

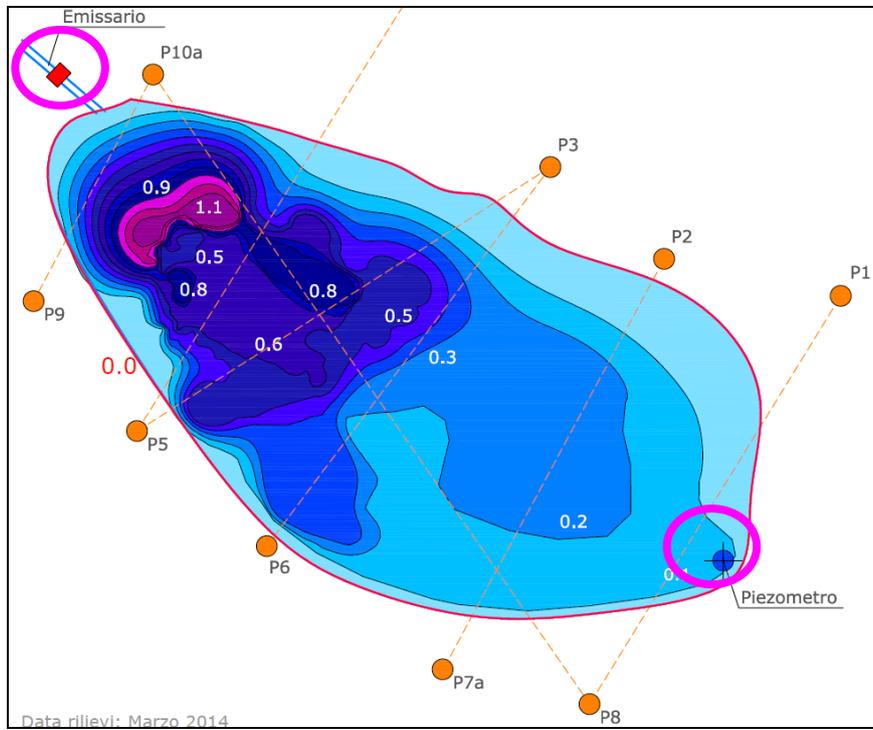


Figura 6 posizione punti di misura piezometro e emissario (cerchio fucsia)

Complessivamente sono state realizzate 8 campagne di misura così distribuite:

- 2013: 31 Gennaio, 29 Marzo, 3 Dicembre
- 2014: 2 Aprile, 1 Dicembre
- 2015: 25 Marzo, 27 Agosto, 11 Novembre

Le misure sono state effettuate mediante sonda multiparametrica.



Figura 7 misure chimico-fisiche in corrispondenza del piezometro e dell'emissario

5.1.4 GAVIRATE - MOTTA D'ORO

Sono state effettuate misure chimico-fisiche in corrispondenza del piezometro posizionato ai margini del chiaro e della passerella in legno. I due punti sono stati scelti perché rappresentativi delle condizioni del chiaro nell'area centrale più profonda (passerella) e laterale meno profonda (piezometro). I due punti sono posizionati in aree che non sono state interessate se non marginalmente dagli interventi di scavo di approfondimento e rimozione di specie invasive.

Complessivamente sono state realizzate 8 campagne di misura così distribuite:

- 2013: 29 Marzo, 3 Dicembre
- 2014: 27 Febbraio, 2 Aprile, 6 Novembre
- 2015: 25 Marzo, 2 Settembre, 11 Novembre

Le misure sono state effettuate mediante sonda multiparametrica.



Figura 8 misure chimico-fisiche in corrispondenza del piezometro e della passerella

5.2 ESITI MONITORAGGI

5.2.1 PALUDE BRABBIA E LAGO DI VARESE

I profili verticali sono stati rilevati in due differenti contesti, ovvero Palude Brabbia e Lago di Varese.

Nella Palude Brabbia i contesti monitorati sono rappresentati da canali scavati artificialmente nella torba, teoricamente interconnessi; in realtà i moti idrici in palude hanno intensità molto modesta, per cui diversi bacini sono semi-indipendenti.

Nel Lago di Varese sono stati definiti 3 plot, di cui uno (il numero 1) maggiormente influenzato dagli apporti degli immissari e segnatamente prossimo alla foce del Rio Valle Luna; gli altri 2 plot sono ubicati nel Golfo di Capolago.

La particolarità di entrambi i corpi idrici è la loro modesta profondità: nel Lago di Varese la profondità massima è pari a circa 25 m, ma nel settore di indagine (golfo di Capolago) la massima profondità del fondale è pari a circa 4 metri. Anche nella Palude Brabbia le profondità dei chiari sono ridotte, in genere inferiori a 2 m. Un'ulteriore caratteristica di entrambi i corpi idrici superficiali è la ridotta dimensione del bacino drenante, in proporzione a quella delle superfici lacustre e palustre: nel caso del Lago di Varese circa il 20% del bacino è occupato dal Lago stesso. Questa configurazione determina un'importanza significativa delle precipitazioni dirette sulle superfici lacustre e palustre ed un effetto conseguente sui parametri chimico-fisici misurati nell'ambito di questo monitoraggio.

I profili sono stati rilevati semestralmente, all'inizio ed alla fine della stagione vegetativa; nel 2015 la frequenza delle misurazioni è stata incrementata nella stagione estiva per evidenziare con maggior dettaglio le variazioni avvenute. È opportuno sottolineare che la data delle misure è comunque influenzata dall'andamento meteorologico; le uscite in barca sono in genere avvenute per motivi logistici in giornate non piovose e non ventose e quindi i risultati non sono rappresentativi di tutte le condizioni meteo. I dati sono riassunti in tabelle fornite in allegato.

Al fine di avere un quadro delle condizioni meteorologiche incontrate durante i campionamenti nei grafici seguenti si riportano le date di campionamento per i comparti Lago di Varese e Palude Brabbia confrontate con le temperature registrate a Varano Borghi e con i livelli idrici misurati nei chiari.

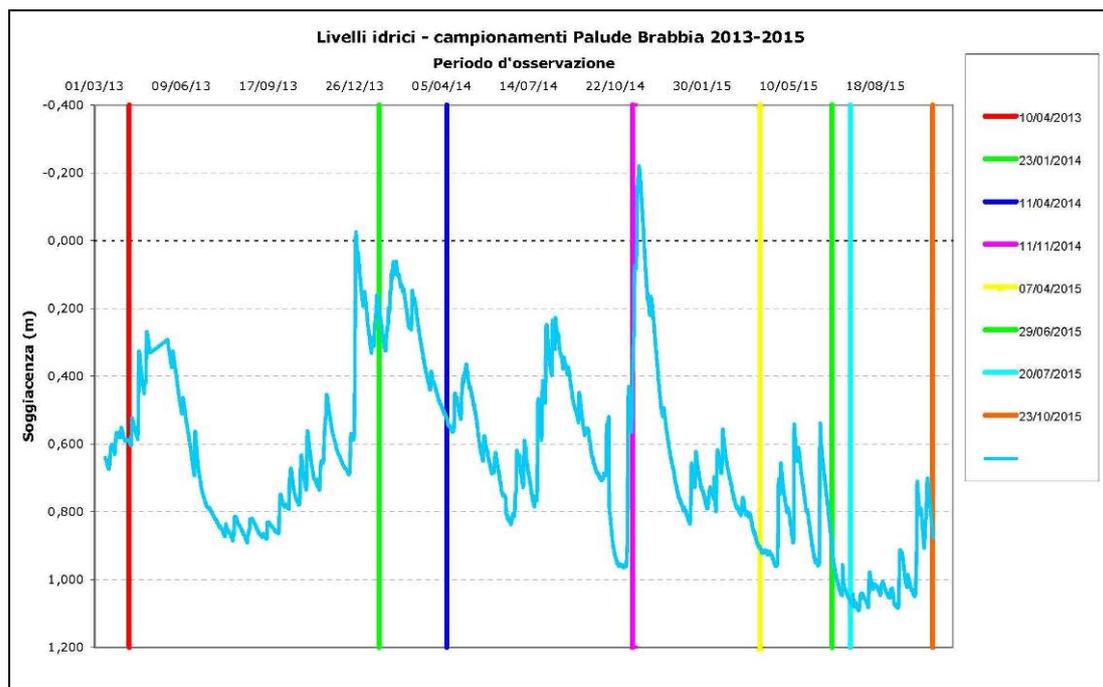


Figura 9 Campionamenti Brabbia – livelli idrici

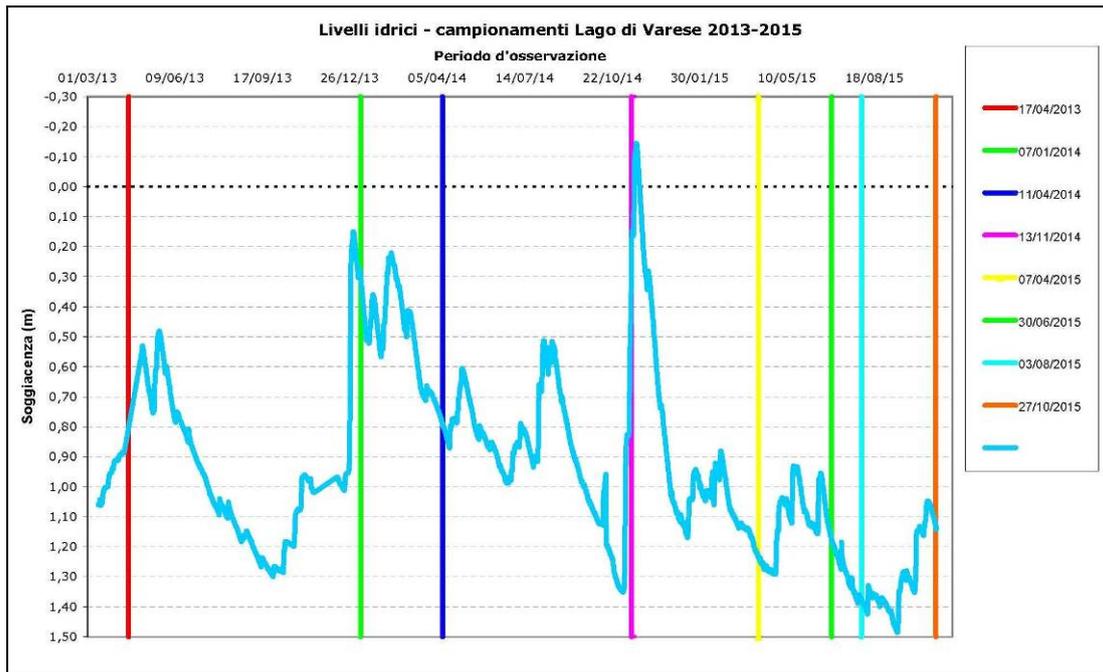


Figura 10 Campionamenti Lago di Varese – livelli idrici

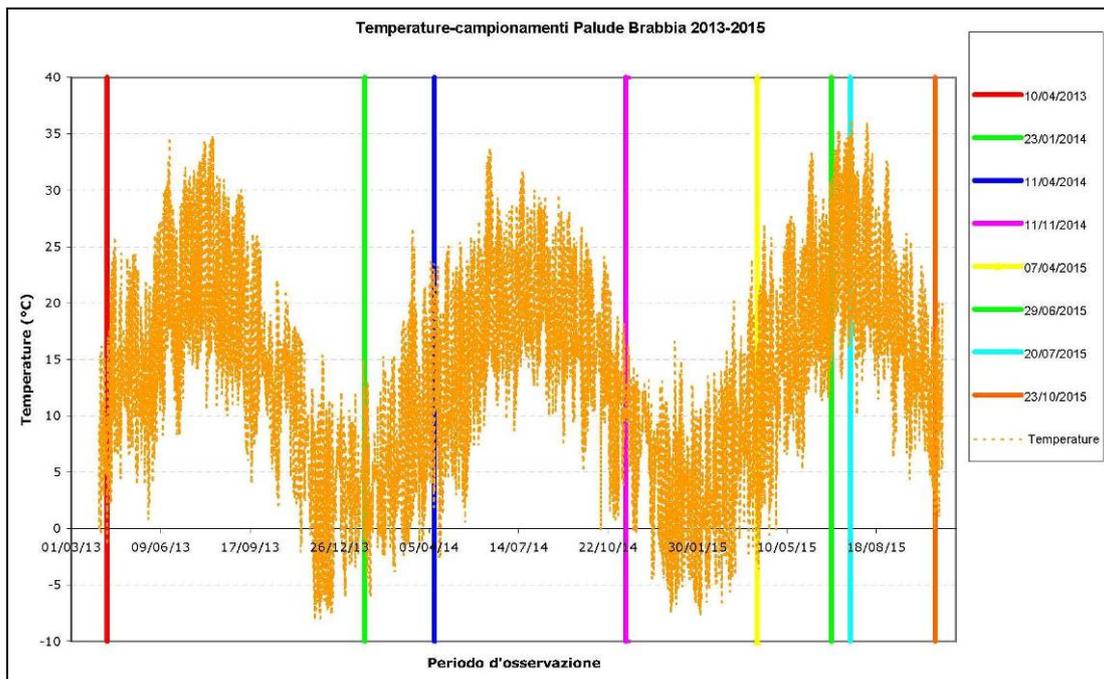


Figura 11 Campionamenti Brabbia – temperature

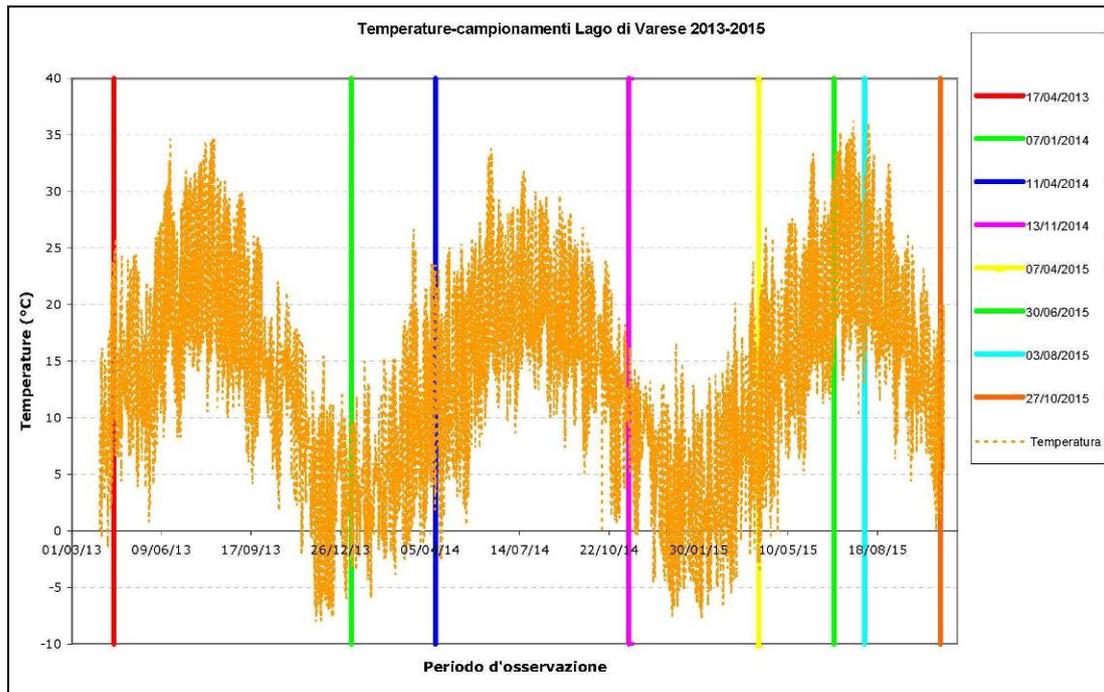


Figura 12 Campionamenti Lago di Varese – temperature

Di tutte le misure, solo la prima (aprile 2013) è da considerarsi ante operam. Le altre sono successive alla prima campagna di eradicazione della Ludwigia (Lago di Varese) e del Fiore di Loto (Palude Brabbia). Dopo le eradicazioni le ricrescite sono state modeste o nulle, quindi le campagne di misura sono riferite a condizioni di assenza di esotiche.

Nel caso del Lago di Varese sono stati monitorati punti rappresentativi di aree dove sono stati effettuati gli interventi di rimozione della Ludwigia (ad esempio 1E) e di altre in cui non è stato fatto nulla (a.e. 3A). In questo modo è possibile confrontare l'evoluzione dei parametri in condizioni diverse.

1) Temperatura.

Il parametro temperatura è quello maggiormente utilizzato per descrivere l'idrodinamica dei bacini lacustri e palustri in quanto la rappresentazione delle variazioni rispetto alla verticale evidenzia con facilità la presenza di fenomeni di stratificazione del corpo idrico o, al contrario, di rimescolamento. In generale, il peso specifico dell'acqua a 4° C è massimo, per cui nelle stagioni estreme (estate ed inverno) i corpi idrici si stratificano, con alla base acqua a 4° C e poi una progressiva variazione per raccordarsi ai valori della superficie; nelle stagioni intermedie, quando la temperatura superficiale raggiunge i 4° C, la stratificazione termica viene meno e le acque si mescolano.

In entrambi gli ambiti di monitoraggio le profondità del fondale sono modeste per cui i fenomeni di stratificazione indotti dalla presenza di acqua a 4° C non si verificano, o comunque non sono stati rilevati.

Nell'ambito della Palude Brabbia le temperature rilevate variano da 4.6°C (Plot 1, gennaio 2014) a 30.6°C (Plot 1 e 3 Luglio 2015): in generale l'inerzia termica è modesta e la temperatura dell'acqua tende ad essere influenzata direttamente da quella dell'aria, nonché dall'intensità e dalla temperatura delle precipitazioni. Negli inverni più freddi la superficie ghiaccia; è opportuno rilevare che questo fenomeno si sta verificando con sempre minore frequenza ed intensità, presumibilmente come conseguenza del riscaldamento globale del pianeta.

Nei profili verticali misurati (rappresentati da 2 punti di misura, uno superficiale ed uno a circa 1 m di profondità) la temperatura tende a diminuire con la profondità in modo simile nelle diverse campagne. In genere il valore profondo è 1-2° C inferiore a quello superficiale. Le differenze di temperatura tra i 3 canali sono modeste.

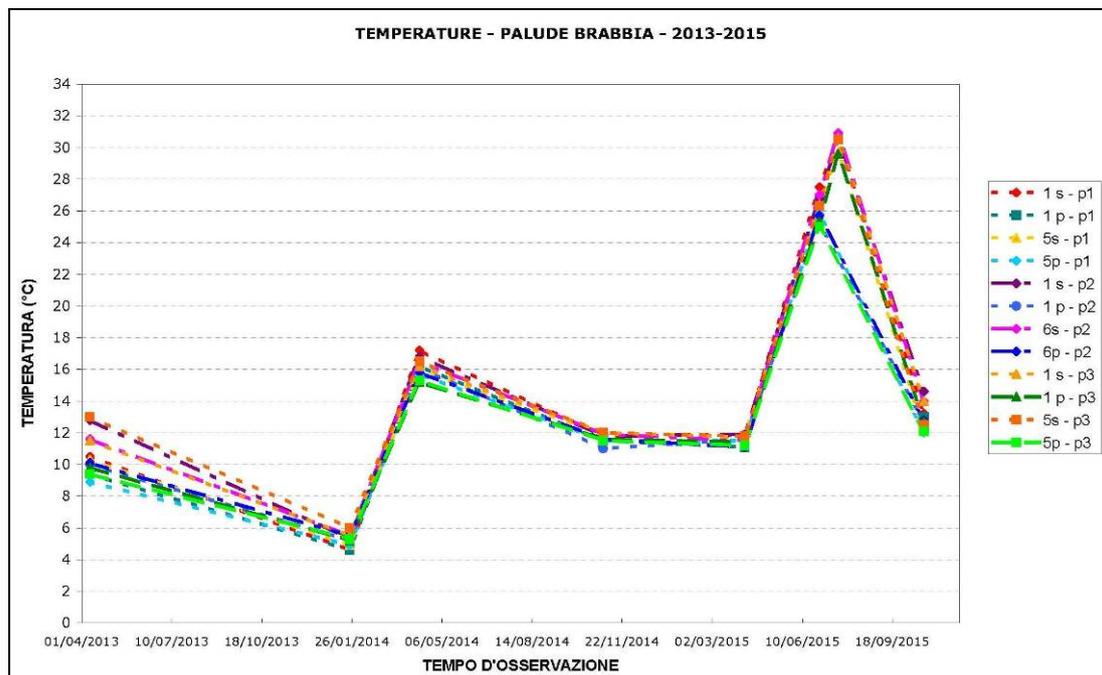


Figura 13 Temperature plot Brabbia

Nel Lago di Varese i profili sono relativi a profondità di 4 metri. Le temperature misurate variano tra 6.5-7.5°C (minime nel gennaio 2014) a 29-30° C (estate 2015). Non si riscontrano differenze significative tra i 3 plot. Nella maggior parte dei profili la temperatura cambia modestamente con la profondità, con una tendenza lieve alla diminuzione. In alcuni casi, soprattutto nelle campagne di misura dell'aprile e del giugno 2015, la temperatura scende rapidamente tra 0 e 1-2 m dalla superficie; sotto tale quota il parametro si stabilizza o decresce più lievemente. Questa configurazione presumibilmente rappresenta una stratificazione data dal riscaldamento diurno e dall'assenza di correnti in grado di rimescolare

le acque. Non si osservano differenze significative nei punti di controllo (1c, 1d) situati in prossimità della foce del Valle Luna.

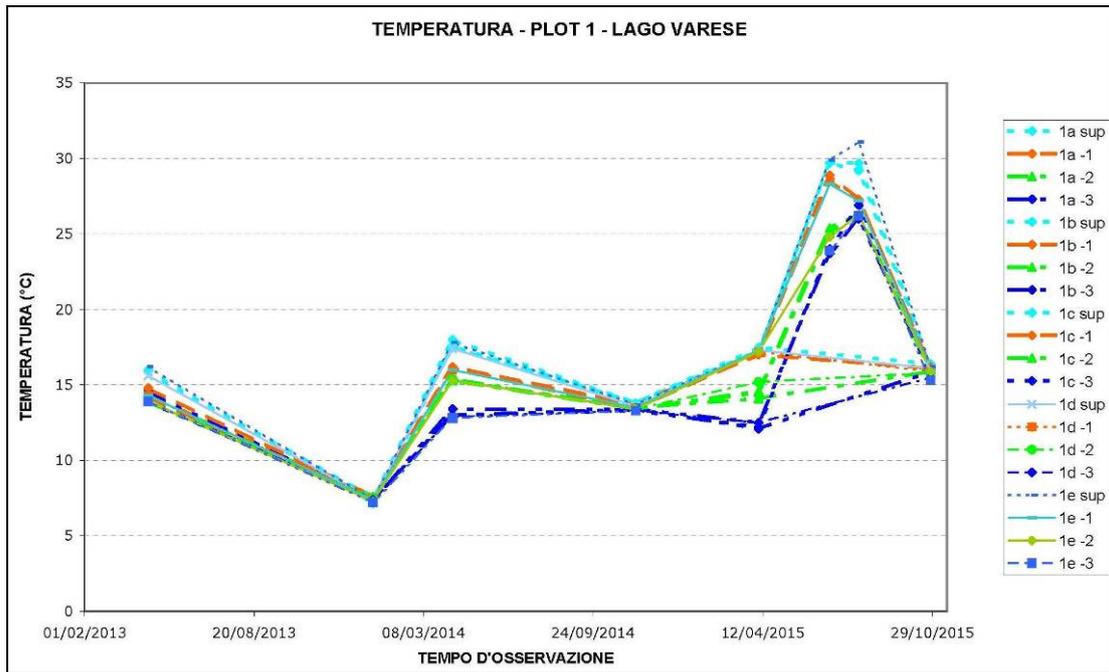


Figura 14 Temperature - plot 1 Lago di Varese

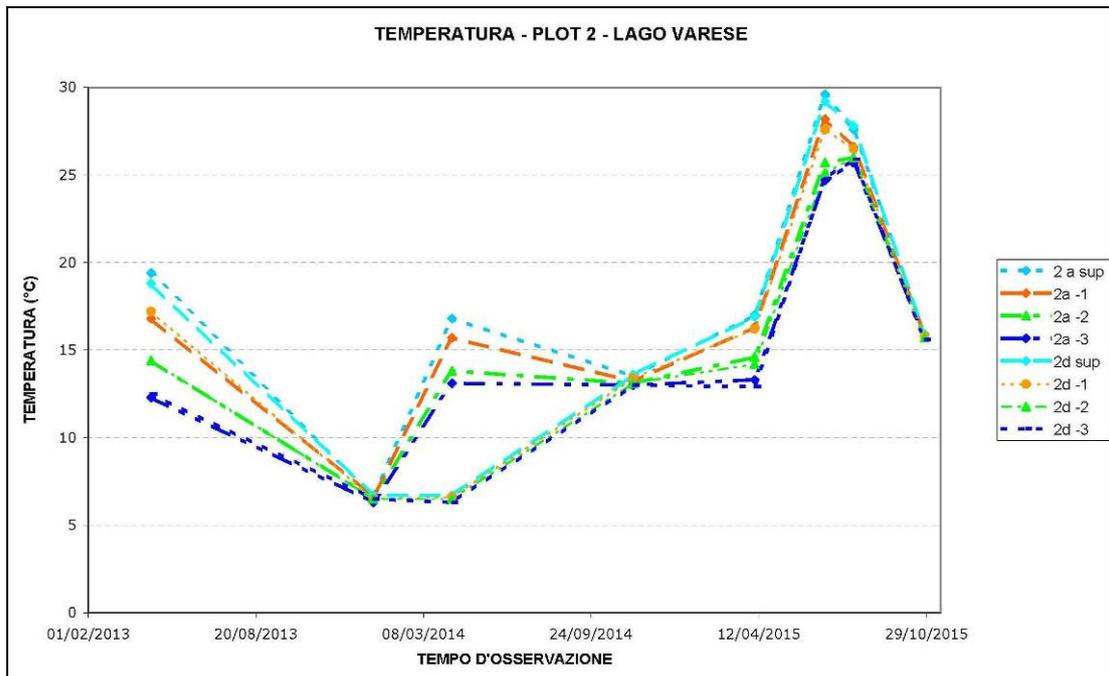


Figura 15 Temperature - plot 2 Lago di Varese

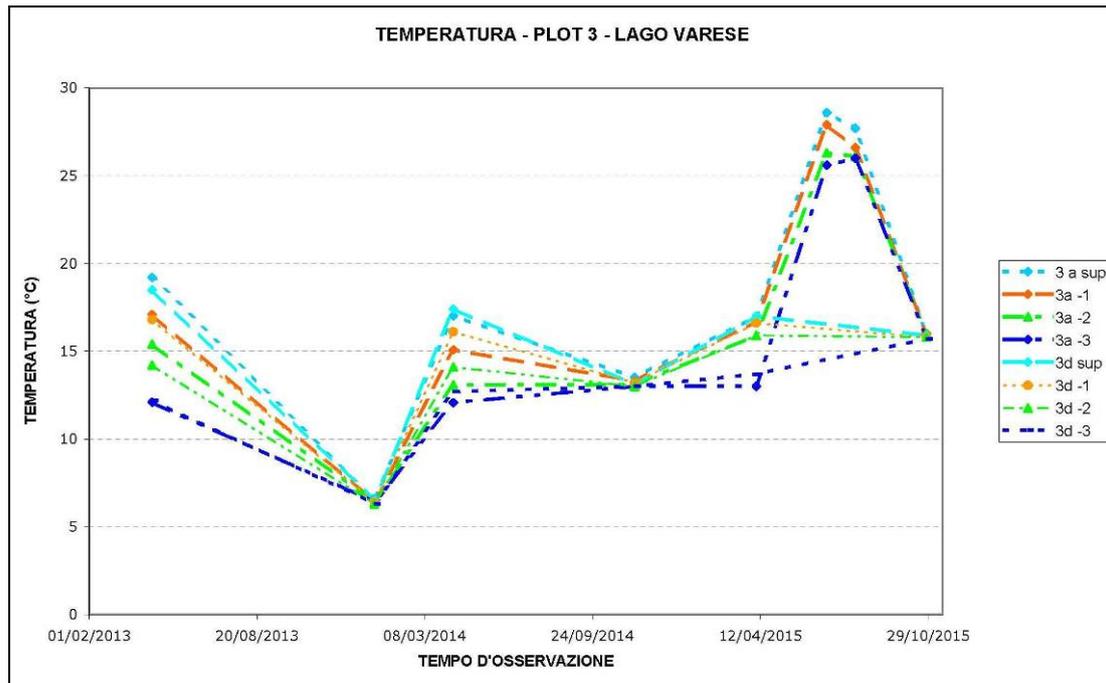


Figura 16 Temperature - plot 3 Lago di Varese

Il confronto tra i dati misurati nei due bacini evidenzia che la Palude Brabbia tende ad essere più fredda d'inverno e più calda d'estate rispetto al Lago di Varese.

2) Conducibilità elettrica specifica

Questo parametro è direttamente proporzionale alla mineralizzazione delle acque, che a sua volta dipende da vari fattori, ma principalmente dall'entità e dalle caratteristiche degli apporti idrici: le precipitazioni dirette sulla superficie lacustre tendono a rendere le acque meno mineralizzate, mentre gli apporti idrici dai bacini drenanti tendono ad aumentarne la mineralizzazione. Inoltre le acque provenienti da porzioni di bacino con rocce carbonatiche (principalmente presenti nel settore settentrionale del bacino del Lago di Varese) tendono ad essere maggiormente mineralizzate; viceversa nel bacino drenato dalla Palude Brabbia gli affioramenti di rocce carbonatiche sono di modesta estensione e quindi le acque drenate sono meno mineralizzate.

Nella Palude Brabbia è stata riscontrata una significativa variabilità dei valori, compresi tra 150 e 380 microsiemens/cm; i valori minimi sono stati registrati nella campagna di misura del novembre 2014 e i massimi nel maggio – giugno 2015, tranne nei punti 1-1 e 1-5, (aprile 2013). I valori misurati sono rappresentativi di acque oligominerali, poco mineralizzate. In genere si osserva un lieve incremento dei valori nel punto di misura in profondità; questa tendenza è maggiormente significativa in alcune specifiche campagne di misura, in genere quelle primaverili ed è disomogenea nei 3 diversi canali.

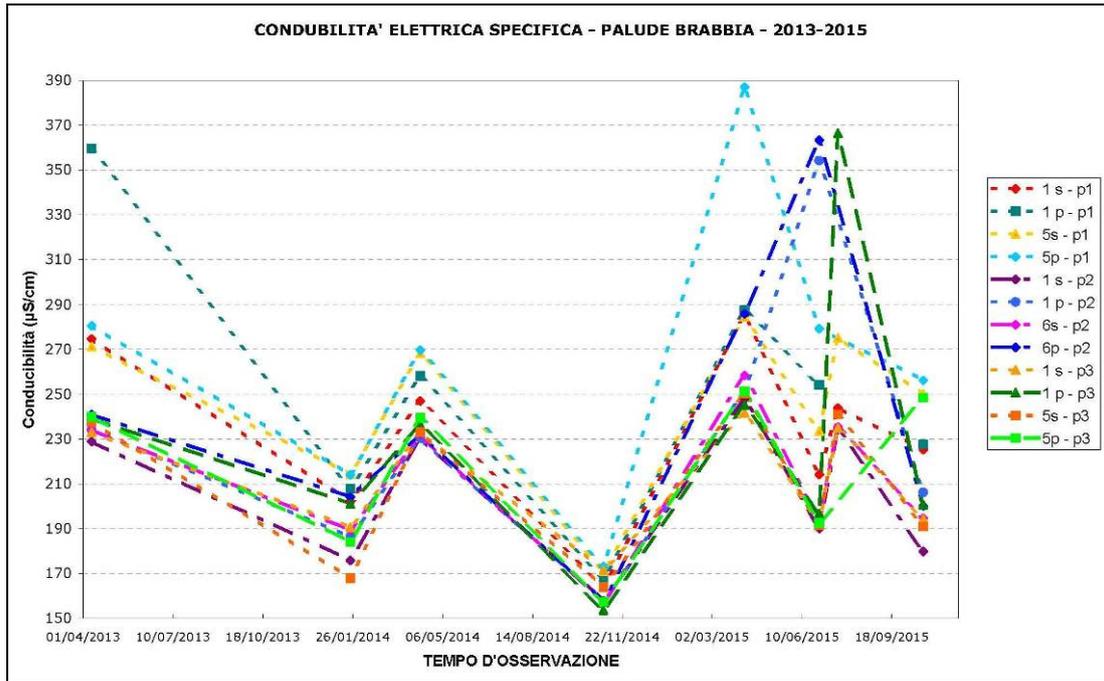


Figura 17 Palude Brabbia – conducibilità elettrica specifica

Anche nel Lago di Varese si evidenzia una significativa differenza dei valori nelle diverse campagne: si passa da un minimo di circa 150 a Giugno 2015 a un massimo di 390 microsiemens/cm a Aprile 2013.

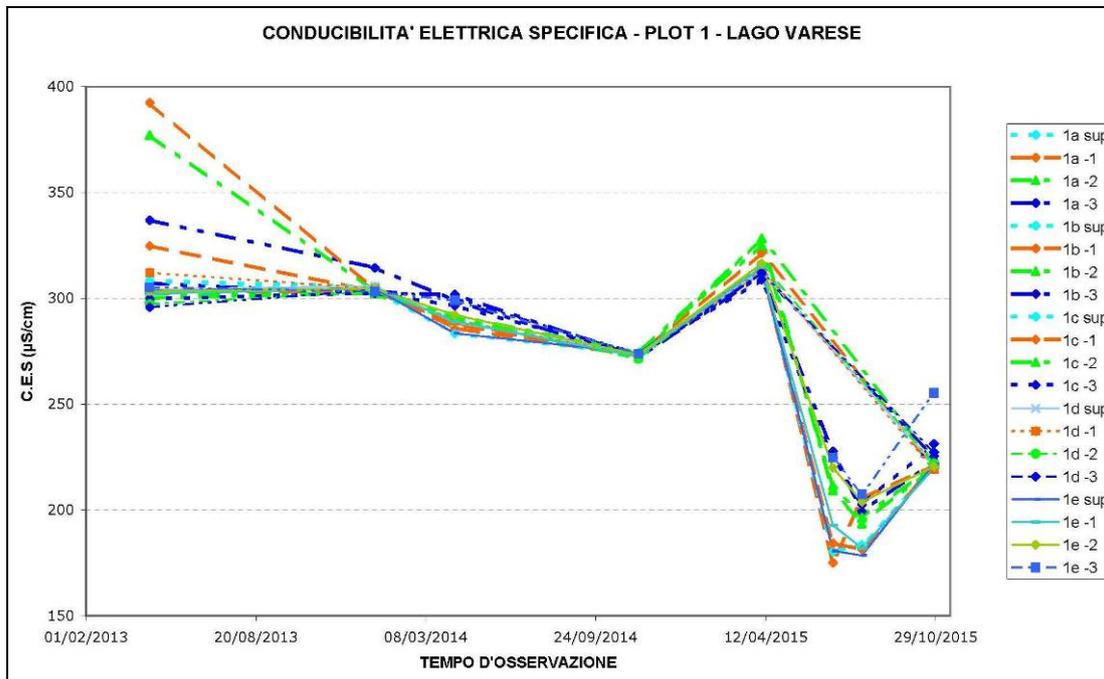


Figura 18 CES - plot 1 Lago di Varese

Tali differenze sono presumibilmente causate dalla diminuzione di salinità data dalle precipitazioni meteoriche dirette sulla superficie lacustre.

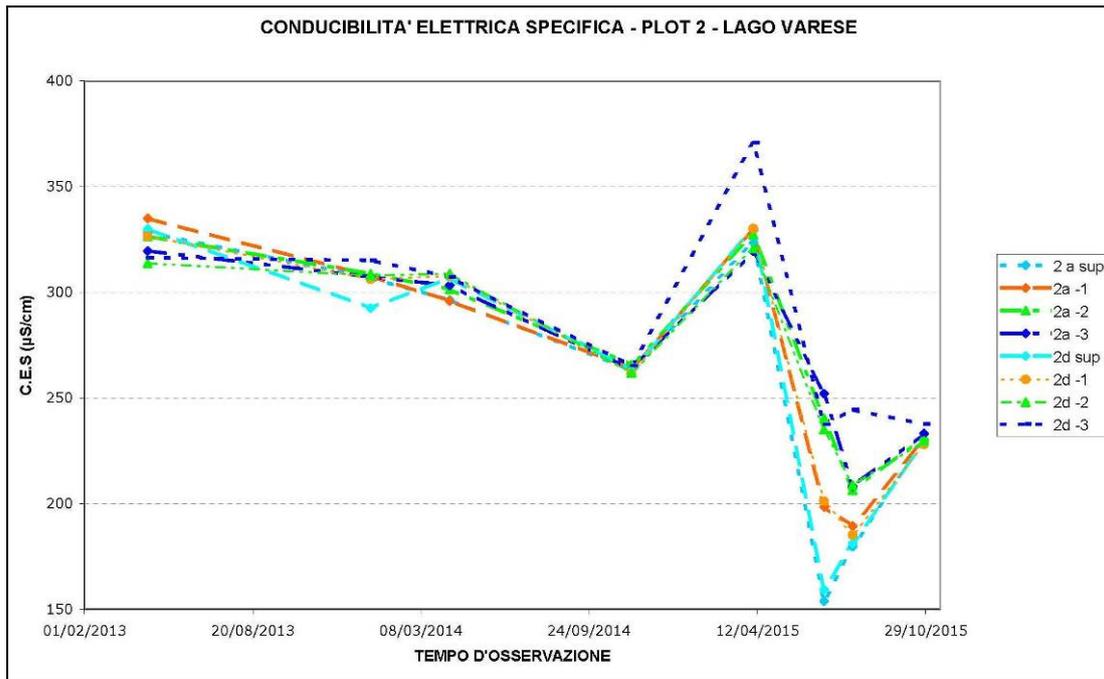


Figura 19 CES - plot 2 Lago di Varese

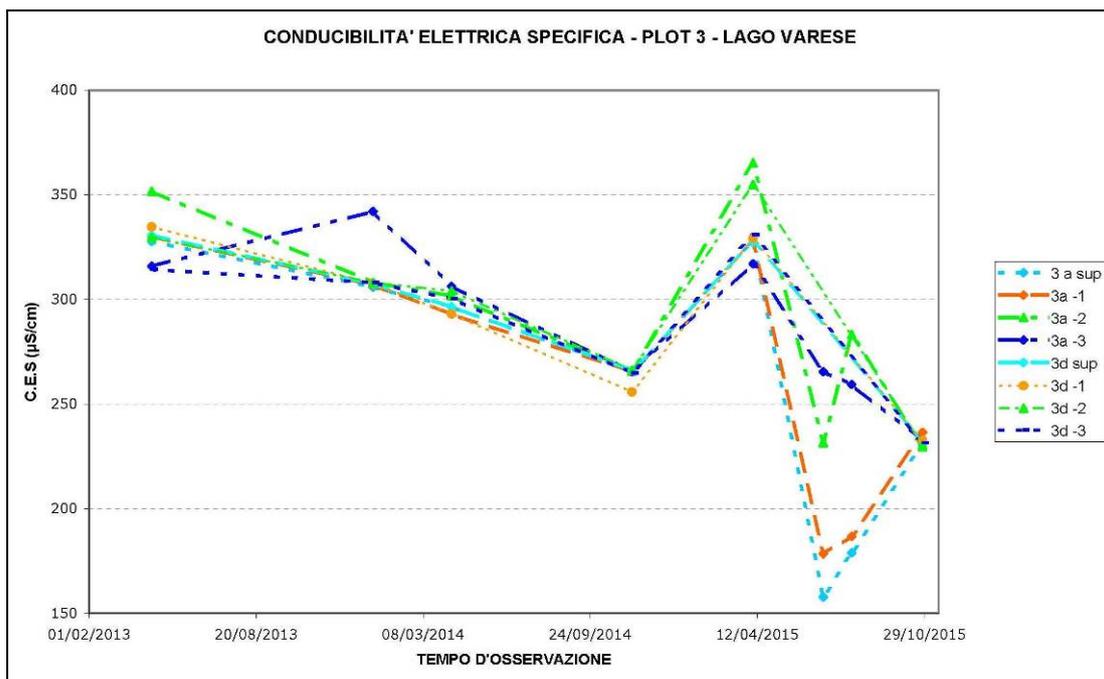


Figura 20 CES - plot 3 Lago di Varese

3) Ossigeno disciolto

Le acque monitorate presentano una quantità di ossigeno disciolto assai variabile nel corso dell'anno e sostanzialmente paragonabile per le varie stazioni di misura. Si osserva una tendenza alla diminuzione con la profondità.

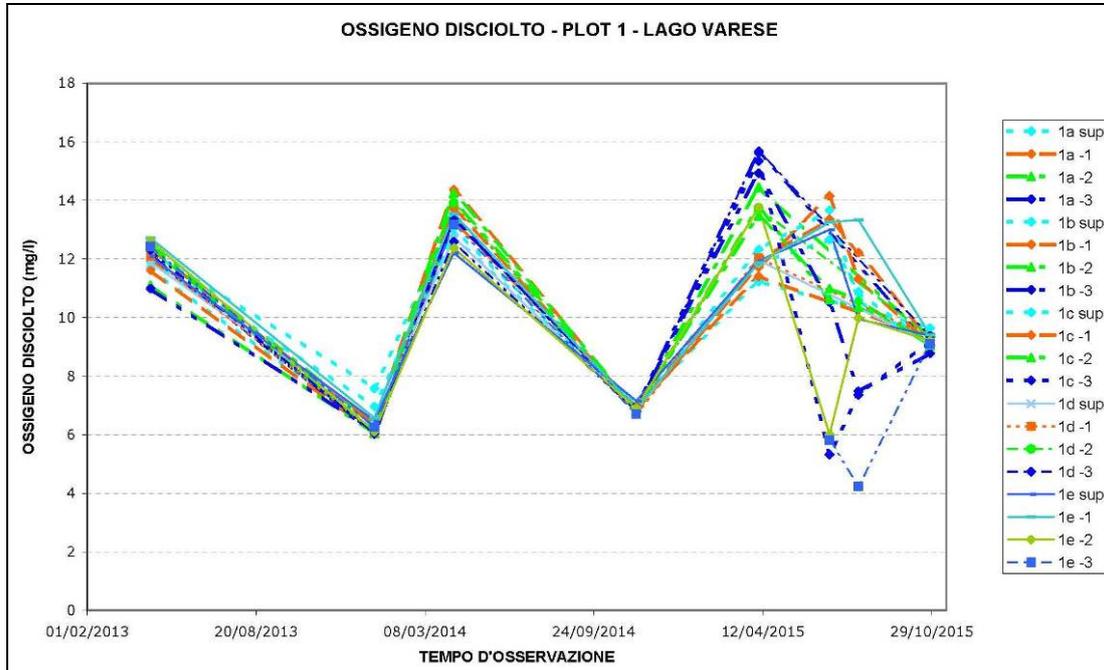


Figura 21 OD - plot 1 Lago di Varese

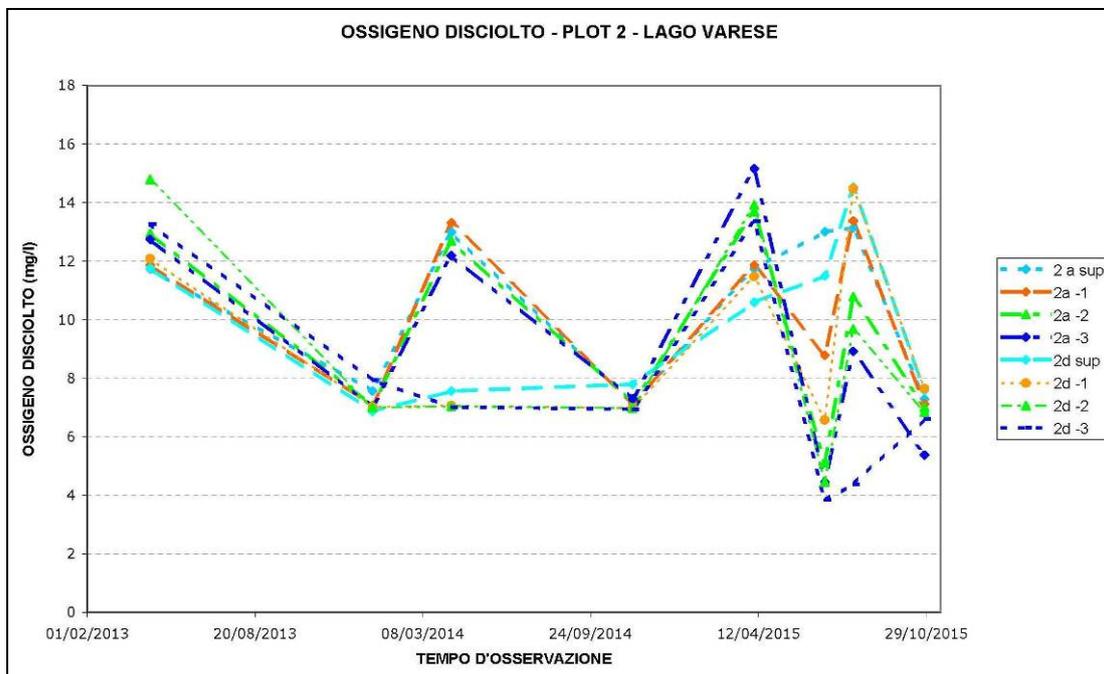


Figura 22 OD - plot 2 Lago di Varese

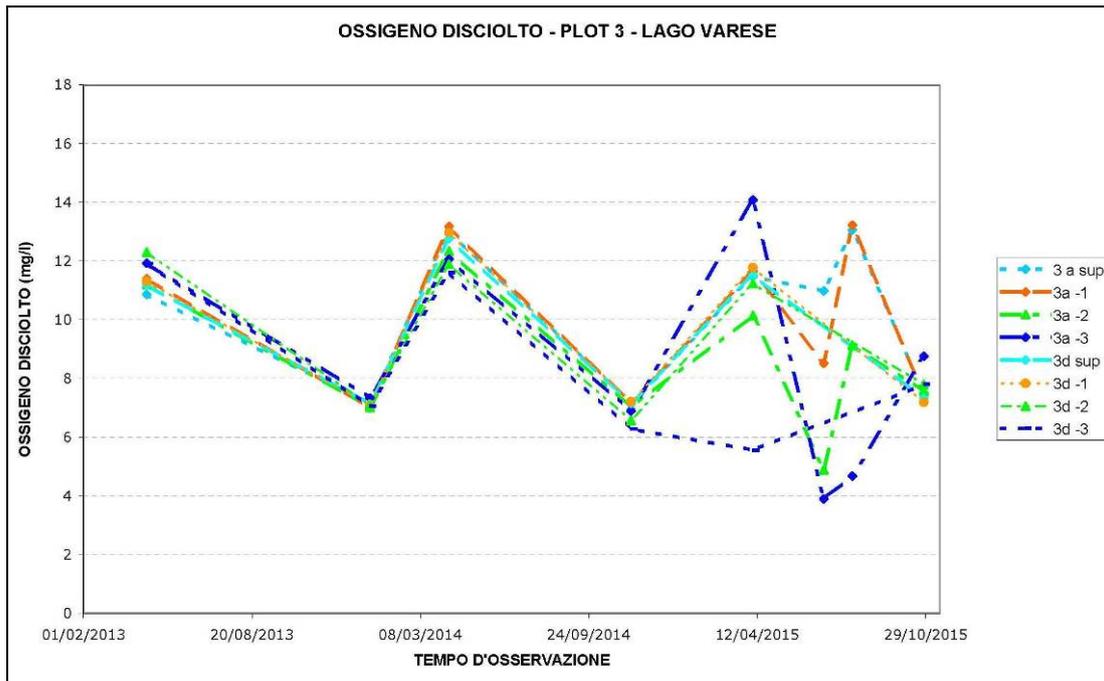


Figura 23 OD - plot 3 Lago di Varese

4) pH

Si osservano significative variazioni del pH delle acque monitorate con frequenti condizioni di marcata basicità, alternate a stagioni a pH neutro o lievemente acido (plot 1 e 2). In genere il pH tende a mantenersi costante e a decrescere lievemente con la profondità.

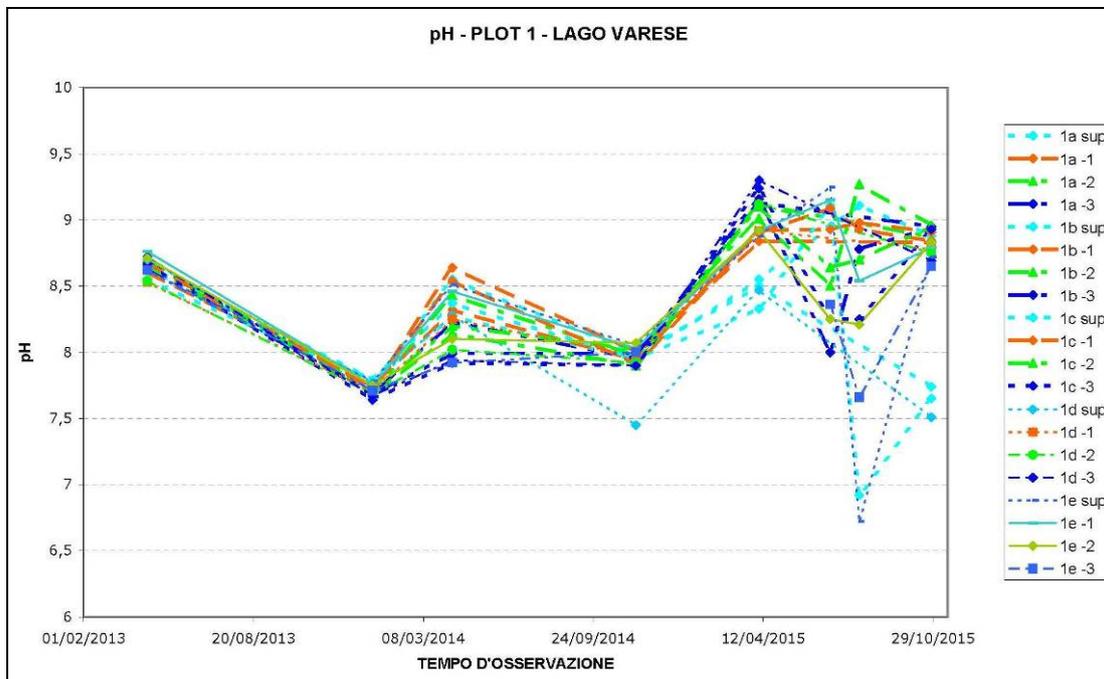


Figura 24 pH - plot 1 Lago di Varese

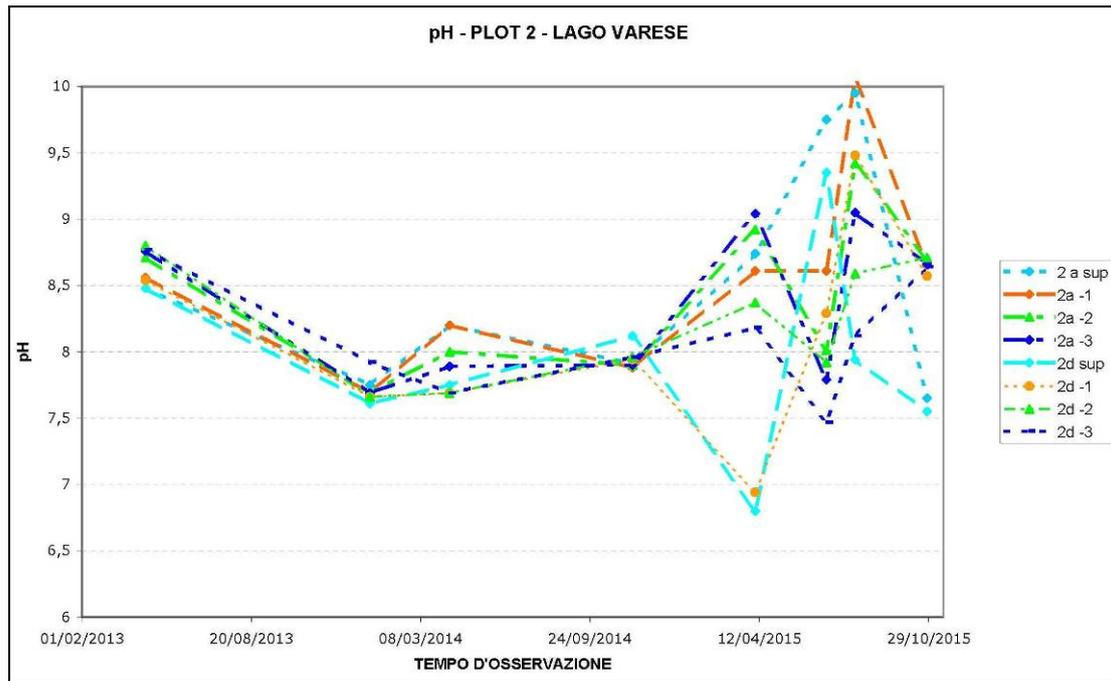


Figura 25 pH - plot 2 Lago di Varese

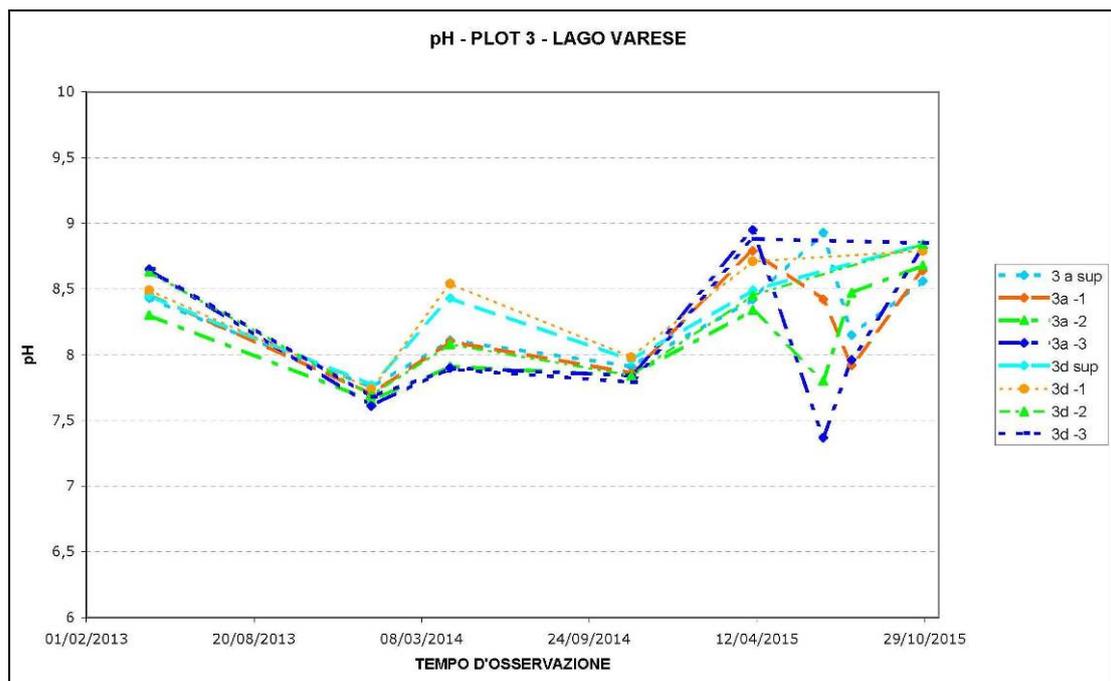


Figura 26 pH - plot 3 Lago di Varese

5.2.2 MONITORAGGIO DI ZONE UMIDE OGGETTO DI INTERVENTI DI SISTEMAZIONE

I monitoraggi hanno avuto frequenza semestrale, in genere all’inizio ed alla fine della stagione vegetativa. I dati raccolti permettono quindi esclusivamente un inquadramento di massima. Inoltre le dimensioni volumetriche dei corpi idrici sono ridotte, nell’ordine delle decine di metri cubi; conseguentemente i valori dei parametri misurati sono influenzati fortemente dalle condizioni meteo (temperatura, precipitazioni).

I parametri misurati sono riassunti nelle tabelle seguenti.

PAU MAJUR - BRINZIO							
id punto di misura	data	profondità (m)	conducibilità (µS/cm)	pH	temperatura (°C)	ossigeno disciolto (mg/l)	
piezometro	31/01/2013	0,515	84,43	6,2	2,8	2,19	
	29/03/2013	0,50	233,20	7,07	6,30	6,20	
	03/12/2013	0,52	254,10	6,76	4,50	2,92	
	02/04/2014	0,52	185,00	6,40	9,70	6,41	
	01/12/2014	0,49	141,00	6,78	10,10	3,30	
	25/03/2015	0,50	153,40	6,44	7,60	5,99	
	27/08/2015	asciutto	-	-	-	-	-
	11/11/2015	0,50	144,50	6,00	12,10	1,83	
emissario	31/01/2013	-	241,80	6,48	3,10	0,33	
	29/03/2013	-	121,20	6,92	4,70	4,30	
	03/12/2013	-	168,60	6,76	1,90	3,76	
	02/04/2014	-	119,10	6,55	11,30	7,43	
	01/12/2014	-	85,29	6,64	9,90	5,33	
	25/03/2015	-	139,6	6,64	7,7	5,76	
	27/08/2015	-	89,18	8,15	26	10,35	
	11/11/2015		110,5	5,68	9,2	3,78	

MOTTA D'ORO - GAVIRATE						
id punto di misura	data	profondità (m)	conducibilità (µS/cm)	pH	temperatura (°C)	ossigeno disciolto (mg/l)
piezometro	29/03/2013	0,90	100,40	6,46	5,50	4,79
	03/12/2013	0,82	131,90	6,13	1,90	1,79
	27/02/2014	0,35	53,18	6,35	5,40	7,97
	02/04/2014	0,66	107,60	6,65	11,00	7,00
	06/11/2014	0,37	42,03	6,77	10,70	6,66
	25/03/2015	0,61	43,38	6,86	9,50	5,77
	11/11/2015	0,80	49,05	7,13	10,50	1,79
	02/09/2015	asciutto				
passerella	29/03/2013	0,00	79,16	6,43	5,60	2,30
	03/12/2013	0,11	115,40	6,14	1,30	2,47
	27/02/2014	-0,10	53,68	6,29	5,40	6,63
	02/04/2014	0,23	58,67	6,24	11,30	5,47
	06/11/2014	0,00	30,96	7,63	11,00	8,33
	25/03/2015	0,00	40,49	6,53	9,30	5,41
	02/09/2015	1,44	48,64	9,10	22,50	3,49
	11/11/2015		44,63	6,81	8,00	4,44

Temperatura

Entrambi i bacini palustri durante l'inverno gelano. Nelle misurazioni effettuate i valori oscillano tra 2 e 10° C.

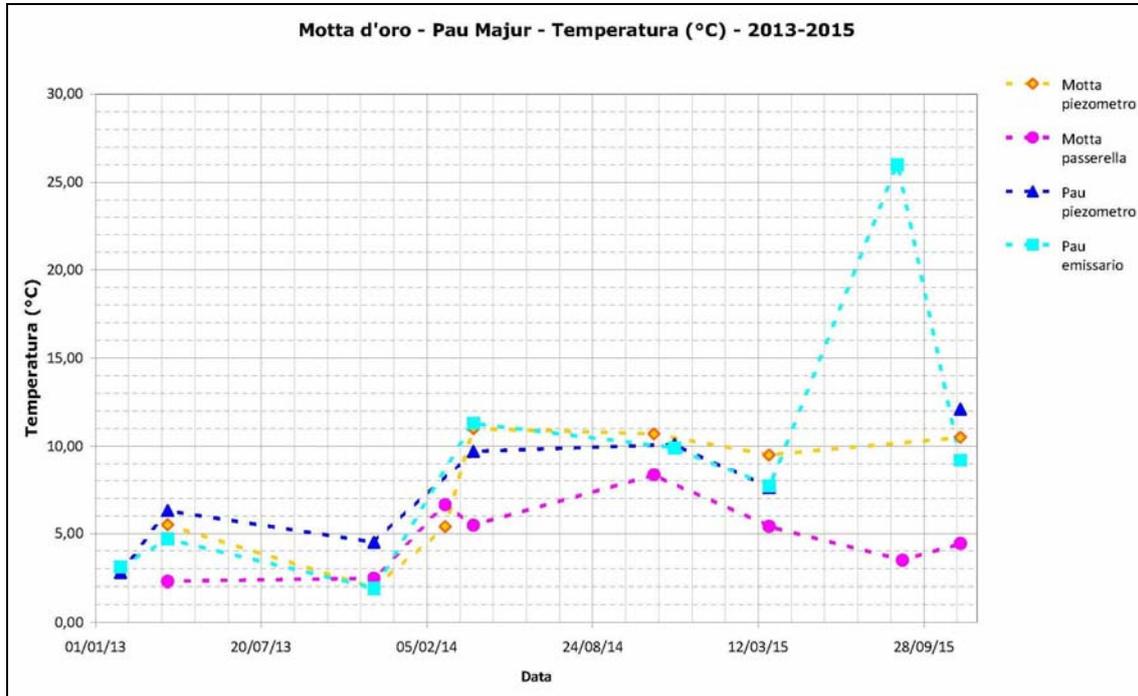


Figura 27 Motta d'Oro-Pau Majur - temperatura

Conducibilità elettrica specifica

Questo parametro è direttamente proporzionale alla mineralizzazione dell'acqua.

I valori misurati presso la Motta d'Oro indicano acque poco mineralizzate. Questo dato permette di circoscrivere il bacino alimentante l'area umida. Il bacino è geologicamente costituito da calcari ricoperti da depositi glaciali. I bassi valori di conducibilità indicano che le acque scolanti non sono venute a contatto in modo significativo con i calcari che conferiscono immediatamente una mineralizzazione media alle acque a seguito del rapido sviluppo del fenomeno di dissoluzione carsica. Conseguentemente si può affermare che lo stagno della Motta d'oro è alimentato esclusivamente da acque provenienti dai depositi glaciali superficiali.

I valori misurati presso Pau Majur sono più alti, ma comunque all'interno del range delle acque oligominerali, poco mineralizzate; questa indicazione è coerente con le caratteristiche geologiche del bacino di alimentazione, costituito principalmente da granfiro, rocca magmatica ipoabissale. I dati raccolti nel bacino e presso l'emissario indicano che le acque acquisiscono contenuto salino nella loro permanenza nel bacino.

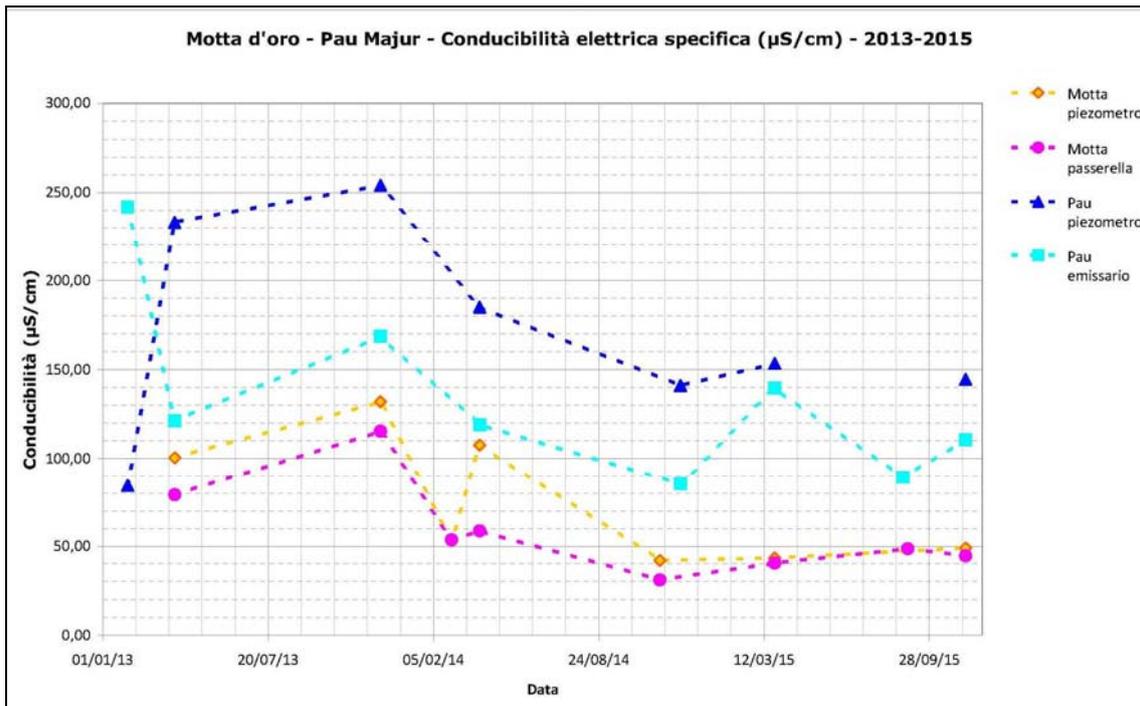


Figura 28 Motta d'Oro-Pau Majur - CES

pH

I valori di pH misurati sono frequentemente inferiori a 7 in entrambi i bacini: si tratta quindi di acque lievemente acide. Questa condizione è conseguente alla scarsa presenza di rocce carbonatiche nel bacino drenante, ipotizzabile anche sulla base dei dati di conducibilità elettrica specifica. Si riscontra una tendenza all'aumento del pH principalmente riferito alla Motta d'oro. Il numero di dati disponibile non permette tuttavia di confermare questa tendenza e di dare una spiegazione.

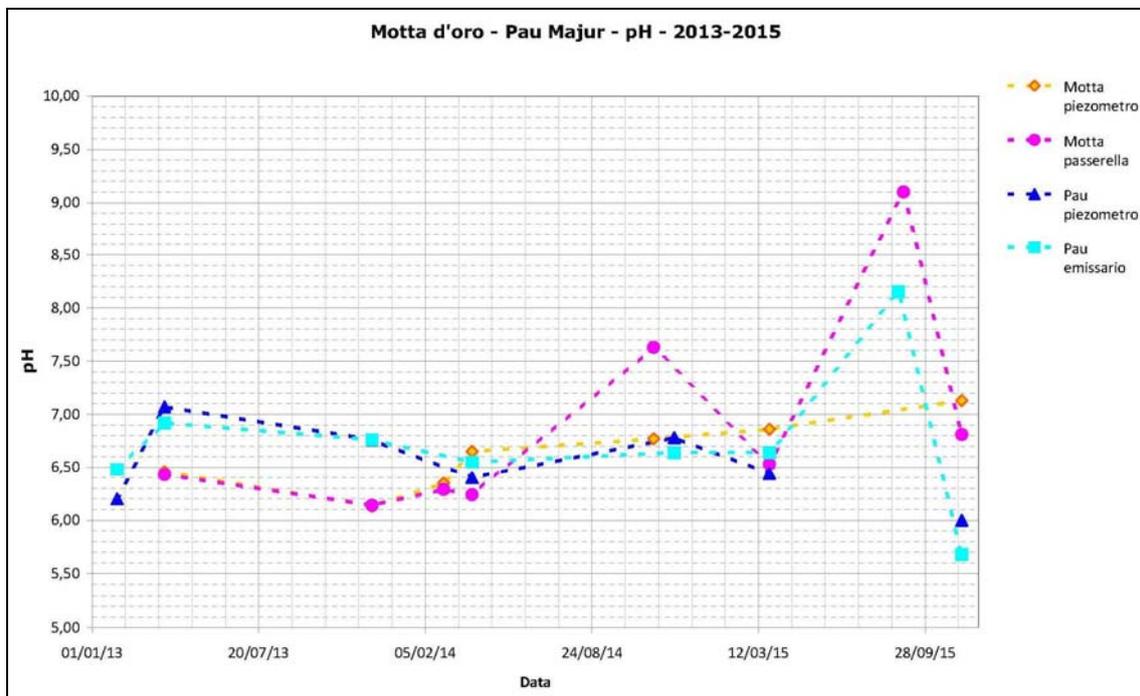


Figura 29 Motta d'Oro-Pau Majur - pH

Ossigeno disciolto

I valori ottenuti sono piuttosto simili nelle due aree umide e variabili in modo rilevante nel corso dell'anno, con valori più bassi nei mesi invernali. Le acque hanno un buon grado di ossigenazione anche nei periodi estivi, per quanto afferabile con l'esiguo numero di dati a disposizione.

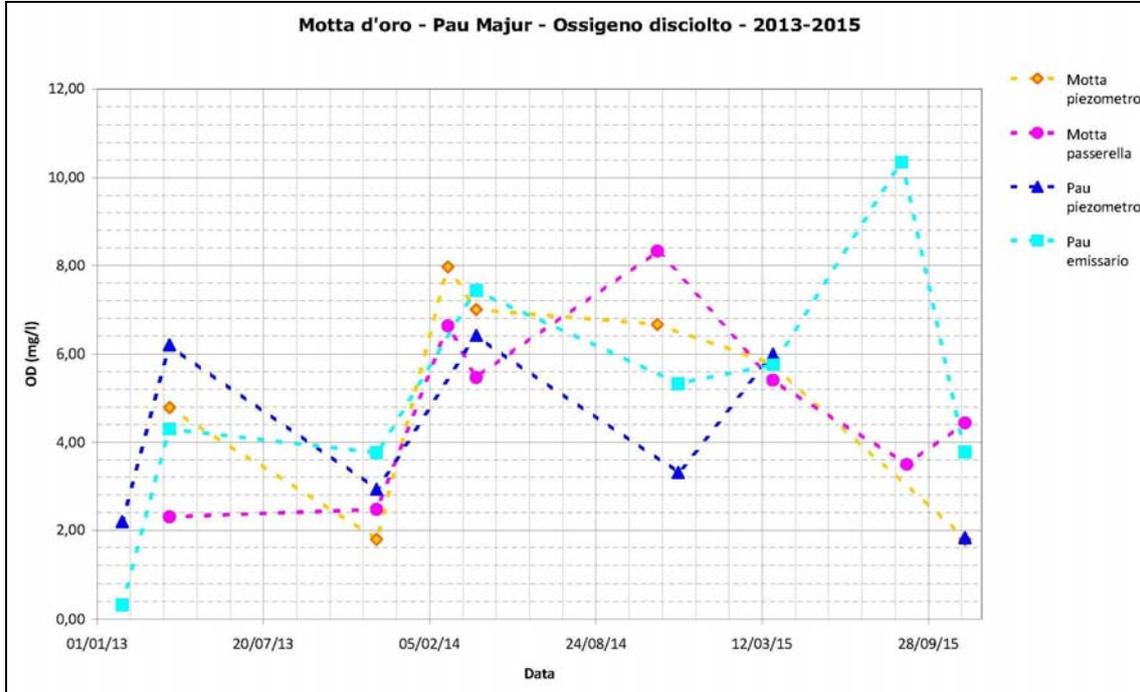


Figura 30 Motta d'Oro-Pau Majur – ossigeno disciolto

Conclusioni aree umide montane

I dati raccolti permettono di inquadrare le acque di entrambi i bacini come poco mineralizzate, lievemente acide, in genere ossigenate, e con temperatura fortemente influenzata dalle condizioni meteo. Non sono riconoscibili in maniera univoca variazioni dei parametri indotte dai lavori effettuati.

6 CONCLUSIONI

Sono stati descritti nei capitoli precedenti gli esiti dei monitoraggi effettuati nel periodo 2013-2015 su quattro siti oggetto di interventi nell'ambito del progetto LIFE10/NAT/IT/241 TIB "TRANS INSUBRIAN BIONET".

I siti di Motta d'Oro (Gavirate) e Cavallitt (Brinzio) sono stati oggetto di interventi di riqualificazione che hanno previsto scavi di approfondimento dei chiari in fase di progressivo interrimento e rimozione di esotiche.

Nei siti ubicati in Palude Brabbia e sul Lago di Varese sono invece stati realizzati interventi sperimentali di rimozione di specie invasive (Fior di Loto e Ludwigia). Per tali sperimentazioni sono state individuate 3 aree (plot) per ogni ambito, a loro volta suddivise in settori sottoposti a diverse sperimentazioni.

6.1 ESITI MONITORAGGI

Al fine di inquadrare le condizioni ambientali negli anni di intervento sono stati raccolti i dati relativi alla pluviometria e alle temperature. Il 2014 ha rappresentato un anno molto piovoso, con precipitazioni eccezionali nel mese di Novembre, mentre il 2013 e 2015 sono stati poco piovosi.

I monitoraggi ante operam sono stati finalizzati a raccogliere i dati necessari per la corretta definizione delle condizioni stazionali dei siti di intervento con particolare attenzione a estensione, profondità e caratteristiche fisiche dei diversi siti; i post operam (uno ravvicinato a inizio 2014 e l'altro nell'autunno 2015) alla verifica della corretta esecuzione degli interventi e/o al loro effetto sull'ambiente fisico.

LIVELLI IDRICI

I livelli idrici in corrispondenza dei canali della Palude Brabbia e dei plot del Lago di Varese sono stati monitorati in continuo nei 3 anni di monitoraggio mediante trasduttori di pressione abbinati a datalogger installati in piezometri oggetto di rilievo topografico.

In entrambi i siti sono state registrate oscillazioni marcate nei livelli con rapide risalite dopo gli eventi di pioggia. Le variazioni sono più marcate nel comparto Lago di Varese, con un intervallo dei valori pari a 1,64 m contro 1,3 m per la Palude Brabbia.

Nei siti di Cavallitt e Motta d'Oro sono state realizzate periodiche misure manuali dei livelli, mediante freatimetro centimetrato, che hanno evidenziato variazioni modeste, nell'ordine di pochi centimetri, per Cavallitt e più marcate per Motta d'Oro, superiori a 60 cm.

In corrispondenza dell'emissario del chiaro di Cavallitt sono state effettuate misure di portata mediante test salini; per quanto le misure siano puntuali, e non continue, dal monitoraggio effettuato risulta evidente che il deflusso idrico dell'area umida avviene solo saltuariamente; in genere la ricarica avviene in seguito alle precipitazioni e la scarica si attua attraverso l'emissario solo poco dopo le stesse.

BATIMETRIE

I rilievi batimetrici effettuati nel 2013 hanno consentito di definire le caratteristiche geometriche dei siti (con particolare attenzione alla profondità dei fondali), dati utilizzati per la progettazione degli interventi.

Brinzio e Gavirate

Nel 2014 è stata verificata la corretta esecuzione degli interventi di approfondimento dei chiari di Cavallitt e Motta d'Oro mediante misure batimetriche effettuate con ecoscandaglio. Nel corso dei sopralluoghi per i monitoraggi dei livelli idrici è stato poi possibile osservare le aree umide in periodi di prolungata siccità, quali l'agosto 2015, verificando la buona riuscita degli interventi che hanno favorito la presenza di battente idrico nei settori oggetto di scavi di approfondimento (in condizioni ante operam le aree sarebbero state presumibilmente asciutte).

Per Palude Brabbia e Lago di Varese sono stati eseguiti oltre ai rilievi ante e post operam anche misure finali nell'autunno del 2015.

Palude Brabbia

Il confronto tra i rilievi batimetrici 2013-2015 ha consentito di verificare modeste variazioni nelle profondità dei fondali dei plot di intervento (2013-2015).

In particolare si sono verificati:

- plot 1: modesti ma uniformi approfondimenti del fondale pari a circa 15-20 cm
- plot 2: profondità non variate
- plot 3: lieve innalzamento del fondale in un settore limitato (10-20 cm)

Il primo plot è stato interessato da eradicazione meccanica dei rizomi nella stagione vegetativa 2013 e da sfalcio nella stagione vegetativa 2014. I plot 2 e 3 sono stati oggetto di sfalci nelle stagioni vegetative 2013 e 2014 (doppio sfalcio nel plot 2).

L'approfondimento piuttosto uniforme del plot 1 può essere ricondotto alla rimozione meccanica dei rizomi mentre le scarse o nulle variazioni di profondità dei plot 2 e 3 possono essere dovute al fatto che lo sfalcio del fior di loto non ha di per sé interessato la profondità dei fondali. La presenza di modesti moti idrici può poi determinare variazioni nei depositi sui fondali.

Lago di Varese

Il confronto tra gli esiti delle batimetrie realizzate nel 2013 e 2015 ha consentito di individuare modeste variazioni nelle profondità dei fondali.

Per il plot 1, Valle Luna, si nota un approfondimento (inferiore a 0,5 m) nel settore nord-occidentale mentre nel settore meridionale non si registrano variazioni. Le maggiori profondità dei fondali in un'area non oggetto di interventi di rimozione della vegetazione sono probabilmente dovute alle piene dei torrenti Valle Luna-Valle del Fieno che potrebbero aver movimentato i sedimenti presenti. In particolare si sono verificate piene significative del corso d'acqua nell'autunno 2014 a seguito di precipitazioni particolarmente abbondanti.

Per i plot 2 e 3 (Schiranna e Bobbiate) si notano approfondimenti dei fondali in entrambe le sottoaree del plot 2 e nella sottoarea 3.1 (quella sottoposta ad interventi del plot 3).

Queste aree sono in effetti state interessate da interventi di eradicazione meccanica della Ludwigia, mentre la sottoarea 3.2 che ha avuto funzione di controllo.

Canali Brabbia

Sono stati effettuati rilievi batimetrici estesi a tutti i canali della palude Brabbia al fine di indagarne la profondità e l'estensione. La lunghezza totale dei canali è di circa 5.45 km, i canali hanno in genere fondo piatto e sponde molto ripide. La profondità media, riferita alla quota del pelo libero di 238.35 m slm, è di 1.06 m, la massima è poco superiore ai 2 m.

PARAMETRI ABIOTICI

Al fine di caratterizzare il contesto entro cui si sviluppano le azioni nelle aree umide è stato realizzato un piano di misurazione dei parametri chimico fisici delle acque nei 4 siti di intervento. È stata utilizzata per le misure una sonda multiparametrica dotata di sensori che sono stati immersi a diverse profondità.

I profili verticali della variazione dei parametri sono stati rilevati semestralmente, all'inizio ed alla fine della stagione vegetativa; nel 2015 la frequenza delle misurazioni è stata estesa alla stagione estiva per evidenziare con maggior dettaglio le variazioni avvenute.

L'andamento dei parametri durante la stagione vegetativa in presenza delle specie vegetali oggetto di intervento è specificatamente analizzato nella relazione sui monitoraggi biotici a cura della Dott.ssa B. Raimondi, redatta nell'ambito del medesimo progetto.

Palude Brabbia e Lago Di Varese

I settori dei corpi idrici di Palude Brabbia e Lago di Varese oggetto di studio presentano profondità modeste (2-4 m). Per entrambi i siti i bacini drenanti hanno dimensioni ridotte;

questa configurazione determina un'importanza significativa delle precipitazioni dirette sulle superfici lacustre e palustre ed un effetto conseguente sui parametri chimico-fisici misurati nell'ambito di questo monitoraggio.

Di tutte le misure, solo la prima (aprile 2013) è da considerarsi ante operam. Le altre sono successive alla prima campagna di eradicazione della Ludwigia (Lago di Varese) e del Fiore di Loto (Palude Brabbia). Dopo le eradicazioni le ricrescite sono state modeste o nulle, quindi le campagne di misura sono riferite a condizioni di assenza di esotiche.

TEMPERATURE

In entrambi gli ambiti di monitoraggio le profondità del fondale sono modeste per cui non si verificano significativi fenomeni di stratificazione termica. Il confronto tra i dati misurati evidenzia che la Palude Brabbia tende ad essere più fredda d'inverno e più calda d'estate rispetto al Lago di Varese.

CONDUCIBILITÀ ELETTRICA SPECIFICA

Questo parametro è direttamente proporzionale alla mineralizzazione delle acque, che a sua volta dipende da vari fattori, ma principalmente dall'entità e dalle caratteristiche degli apporti idrici: le precipitazioni dirette sulla superficie lacustre tendono a rendere le acque meno mineralizzate, mentre gli apporti idrici dai bacini drenanti tendono ad aumentarne la mineralizzazione. Inoltre le acque provenienti da porzioni di bacino con rocce carbonatiche (principalmente presenti nel settore settentrionale del bacino del Lago di Varese) tendono ad essere maggiormente mineralizzate; viceversa nel bacino drenato dalla Palude Brabbia gli affioramenti di rocce carbonatiche sono di modesta estensione e quindi le acque drenate sono meno mineralizzate.

In entrambi i siti il range di valori riscontrati è rappresentativo di acque oligominerali, poco mineralizzate (con valori compresi tra 150 e 390 microsiemens/cm).

OSSIGENO DISCIOLTO

Le acque monitorate presentano una quantità di ossigeno disciolto assai variabile nel corso dell'anno e sostanzialmente paragonabile per le varie stazioni di misura. Si osserva una tendenza alla diminuzione con la profondità.

pH

Si osservano significative variazioni del pH delle acque monitorate con frequenti condizioni di marcata basicità, alternate a stagioni a pH neutro o lievemente acido. In genere il pH tende a mantenersi costante e a decrescere lievemente con la profondità.

Cavallitt e Motta D'oro

TEMPERATURA

Entrambi i bacini palustri durante l'inverno gelano. Nelle misurazioni effettuate i valori oscillano tra 2 e 10° C.

CONDUCIBILITÀ ELETTRICA SPECIFICA

I valori misurati presso la Motta d'Oro indicano acque poco mineralizzate. Questo dato permette di circoscrivere il bacino alimentante l'area umida. Il bacino è geologicamente costituito da calcari ricoperti da depositi glaciali. I bassi valori di conducibilità indicano che le acque scolanti non sono venute a contatto in modo significativo con i calcari che conferiscono immediatamente una mineralizzazione media alle acque a seguito del rapido sviluppo del fenomeno di dissoluzione carsica. Conseguentemente si può affermare che lo stagno della Motta d'oro è alimentato esclusivamente da acque provenienti dai depositi glaciali superficiali.

I valori misurati presso Pau Majur sono più alti, ma comunque all'interno del range delle acque oligominerali, poco mineralizzate; questa indicazione è coerente con le caratteristiche geologiche del bacino di alimentazione, costituito principalmente da granofiro, rocca magmatica ipoabissale. I dati raccolti nel bacino e presso l'emissario indicano che le acque acquisiscono contenuto salino nella loro permanenza nel bacino.

pH

I valori di pH misurati sono frequentemente inferiori a 7 in entrambi i bacini: si tratta quindi di acque lievemente acide. Questa condizione è conseguente alla scarsa presenza di rocce carbonatiche nel bacino drenante, ipotizzabile anche sulla base dei dati di conducibilità elettrica specifica. Si riscontra una tendenza all'aumento del pH principalmente riferito alla Motta d'oro. Il numero di dati disponibile non permette tuttavia di confermare questa tendenza e di dare una spiegazione.

OSSIGENO DISCIOLTO

I valori ottenuti sono piuttosto simili nelle due aree umide e variabili in modo rilevante nel corso dell'anno, con valori più bassi nei mesi invernali. Le acque hanno un buon grado di ossigenazione anche nei periodi estivi, per quanto afferabile con il set di dati a disposizione.

I dati raccolti permettono di inquadrare le acque di entrambi i bacini come poco mineralizzate, lievemente acide, in genere ossigenate, e con temperatura fortemente influenzata dalle condizioni meteo. Non sono riconoscibili in maniera univoca variazioni dei parametri indotte dai lavori effettuati.

6.2 MONITORAGGIO POST PROGETTO

Al fine di controllare gli esiti degli interventi realizzati sui quattro siti per un periodo di circa 10 anni sono state individuate alcune attività di monitoraggio ritenute più significative.

Livelli idrici

Monitoraggio in continuo dei livelli idrici su tutti e quattro i siti in studio mediante trasduttore di pressione abbinato a datalogger con frequenza di acquisizione pari ad un'ora (i piezometri non sono stati rimossi al termine del monitoraggio appena concluso). Scopo dell'azione è monitorare le oscillazioni nei livelli in corrispondenza di diverse condizioni ambientali (anni più o meno piovosi) per valutare eventuali correlazioni con la crescita di specie esotiche.

Batimetrie

Al fine di verificare la presenza di eventuali fenomeni di deposizione di materiale vegetale sui fondali e di monitorare il possibile progressivo interrimento dei chiari oggetto di scavi di riapertura e approfondimento si propone di realizzare rilievi batimetrici di controllo ogni due anni. Si prevede di utilizzare un ecoscandaglio abbinato a gps topografico nei siti di Brabbia e Lago di Varese e tecnica mista (misure manuali, rilievo topografico ed eventuale utilizzo ecoscandaglio) nei siti di Cavallitt e Motta d'Oro.

Parametri chimico-fisici

Per i siti di Cavallitt e Pau Majur, che hanno ruolo di habitat per l'erpetofauna e presentano dimensioni ridotte con elevato rischio di fenomeni di interrimento, è auspicabile effettuare 3 sopralluoghi all'anno in particolare nella stagione riproduttiva, in estate e in autunno, per verificare la presenza di battente idrico e misurare i parametri abiotici.

Nei due siti più estesi, Brabbia e Lago di Varese, sarebbe utile monitorare nel tempo l'omogeneità o meno delle condizioni stazionali mediante campagne di misura ripetute in diverse stagioni. Si ipotizzano 3 campagne all'anno (inizio e termine stagione vegetativa e periodo estivo) per la misura dei parametri temperatura, pH, OD e C.E.S.

Se questo monitoraggio risultasse troppo oneroso (è necessario utilizzare una barca) potrebbe essere prevista almeno una campagna di misura dei parametri in concomitanza con i rilievi batimetrici previsti ogni due anni.