



PARCHIVERBANOTICINO - IL LAGO MAGGIORE, IL FIUME TICINO SUBLACUALE E LE AREE NATURALI PROTETTE. VERIFICA E SPERIMENTAZIONE DI SCENARI DI GESTIONE SOSTENIBILI E CONDIVISI.

ID 481668 CUP G19C18000070007

WP4 - Valutazione degli effetti delle variazioni dei livelli sul sistema lago attraverso nuovi indicatori

**Attività WP4_02 - Rilievo delle aree per il controllo dell'estensione della vegetazione igrofila dell'intero lago e loro valenza come indicatori della gestione dei livelli
- RILIEVO DELLA MORFOLOGIA DEI LITORALI**



REPORT CONCLUSIVO FEBBRAIO 2023

DOTT. ING. BENIAMINO BARENGHI
beniaminobarenghi@yahoo.it

SOMMARIO

1	INTRODUZIONE: IL PROGETTO PARCHIVERBANOTICINO	3
2	PROGRAMMA DI LAVORO	4
2.1	RILIEVI BATIMETRICI	6
2.1.1	Attività eseguite e metodologie di indagine	6
2.2	RILIEVI TOPOGRAFICI	7
2.2.1	Attività eseguite e metodologia d'indagine	7
2.3	RILIEVO LIDAR	9
2.3.1	Attività eseguite e metodologie d'indagine	9
3	RISULTATI.....	11
3.1	RILIEVI BATIMETRICI	11
3.1.1	Stazione B1 – LBR 01.....	11
3.1.2	Stazione B2 – LBR 02.....	12
3.1.3	Stazione B3 – LBR 03, LBR 04.....	13
3.1.4	Stazione B4 – LBR 05, LBR 06.....	14
3.1.5	Stazione B5 – LBR 07, LBR 08, LBR 09	15
3.1.6	Stazione B6 – LBR 10.....	16
3.2	RILIEVI TOPOGRAFICI TRAMITE GPS	17
3.2.1	Stazione R1 – LBR 01.....	17
3.2.2	Stazione R2 – LBR 02.....	18
3.2.3	Stazione R3 e R4 – LBR 03, LBR 04	19
3.2.4	Stazioni R5 e R6 – LBR 05, LBR 06	20
3.2.5	Stazione R7, R8 e R9 – LBR 07, LBR 08, LBR 09	21
3.2.6	Stazione R10 – LBR 10.....	22
3.2.7	Stazione R11 – LR 11.....	23
3.2.8	Stazione R12 e R13 – LR 12, LR 13	24
3.3	RILIEVO LIDAR	25
3.3.1	Rilievo Lidar L1 – LBR 01	25
3.3.2	Rilievo Lidar L2 – LBR 02	26
3.3.3	Rilievo Lidar L3 – LBR 03, LBR 04	27
3.3.4	Rilievo Lidar L4 – LBR 05, LBR 06	28
3.3.5	Rilievo Lidar L5 – LBR 07, LR 08, LR 09, LBR 10	29
3.3.6	Rilievo Lidar L6 – LR 11	30
3.3.7	Rilievo Lidar L7 – LR 12, LR 13.....	31
4	CONCLUSIONI.....	32

1 INTRODUZIONE: IL PROGETTO PARCHIVERBANOTICINO

“Il Progetto Interreg ParchiVerbanoTicino (ID 481668) è stato ammesso a finanziamento così come stabilito nel D.d.s. n. 18691 del 12/12/2018, pubblicato sul B.U.R.L. Serie Ordinaria n. 51 del 17/12/2018, di cui il Consorzio del Ticino è partner. Il progetto è promosso da un partenariato composto di due capifila, uno italiano, l’Ente gestore delle aree protette del Ticino e del Lago Maggiore e uno svizzero, la Fondazione Bolle di Magadino e dai seguenti partner: Parco lombardo della Valle del Ticino, Università degli Studi dell’Insubria, Consorzio del Ticino, CNR e Riserva Naturale Pian di Spagna e Lago di Mezzola.

Il Progetto nasce dall’esigenza, espressa da numerosi soggetti del territorio, di cooperare ai fini di definire un sistema di regolazione del Lago Maggiore e del fiume Ticino efficiente e sostenibile anche in termini ambientali, in particolare, in relazione alla presenza di aree di elevato valore naturalistico su sponda piemontese e lombarda. Fra queste si citano le principali, ossia il Parco naturale del Ticino (anche ZSC e ZPS) in Piemonte, il Parco regionale della Valle del Ticino e il Parco naturale del Ticino in Lombardia (anche ZPS). Lungo le sponde del lago e il corso del fiume Ticino si susseguono poi anche altre aree appartenenti alla rete ecologica europea Natura 2000, la più estesa è la ZSC Boschi del Ticino.

Il progetto ParchiVerbanoTicino è articolato in 8 Work package (WP). Le attività di interesse per il Lago Maggiore a carico del Consorzio del Ticino sono contenute nel WP3 “Valutazione degli effetti della variazione dei livelli attraverso indicatori disponibili” e WP04 “Valutazione degli effetti dei livelli sul sistema lago attraverso nuovi indicatori”. La presente relazione rappresenta il report finale dell’attività svolta nell’ambito delle attività che riguardano il WP4_02 azione A4.2 “Rilievo delle aree perilacuali e dell’estensione della vegetazione igrofila dell’intero lago e loro valenza come indicatori della gestione dei livelli”. L’esigenza di monitorare le aree perilacuali deriva dal presupposto che la regolazione dei deflussi dal lago tramite la diga della Miorina influisce direttamente sui livelli del lago modificandone il naturale regime idrologico; ciò potrebbe avere effetti in particolare sulle comunità riparie.

Nello specifico, il report qui presentato riguarda il resoconto delle attività di rilevamento della morfologia dei litorali eseguita attraverso rilevamenti topografici da terra, rilievi della batimetria delle aree litorali e rilevamenti aerei eseguiti tramite tecnologia LIDAR “Rilievo della morfologia dei litorali”. Tali rilievi sono propedeutici per le attività collegate che prevedono l’osservazione degli effetti delle variazioni dei livelli lacustri e la loro ipotetica connessione con variazioni dello stato e dell’estensione delle comunità riparie e la modifica dei litorali. L’elaborazione dei rilievi è stata eseguita sempre nell’ambito dell’attività WP4_02 ed è riportata nella relazione “Analisi dei dati relativi alla morfologia dei litorali e Rilievo dello stato ed estensione della vegetazione igrofila” a cui si rimanda per i contenuti.

2 PROGRAMMA DI LAVORO

Il programma di lavoro ha previsto l'esecuzione di rilievi batimetrici e rilievi topografici delle aree litorali del Lago Maggiore con lo scopo di rilevare la morfologia delle aree litorali e osservare eventuali variazioni o modifiche potenzialmente relazionate con la variazione dei livelli lacustri. Al fine di ottenere risultati più accurati possibile, è stato scelto di effettuare i rilievi topografici delle sponde tramite l'utilizzo di tecnologia LIDAR per andare a indagare ulteriormente le aree litorali precedentemente selezionate. L'utilizzo del LIDAR ha infatti consentito il rilievo delle aree difficilmente accessibili dagli operatori a terra permettendo di ottenere un risultato particolarmente accurato.

Nella tabella seguente si riportano i rilievi eseguiti con le relative date di esecuzione.

La nomenclatura data alle aree di monitoraggio riporta la tipologia di rilievo eseguita: B=Batimetria, R=Rilievo topografico, L=Lidar. Ciascuna sigla è poi seguita da un numero crescente che identifica le varie località distribuite sulle sponde del Lago Maggiore. I codici sono distribuiti in ordine antiorario.

TABELLA 1 - RESOCONTO DELLE AREE E DELLE TIPOLOGIE DI RILIEVO ESEGUITE

NOME	LUOGO	BATIMETRIA STAZIONE	LIDAR STAZIONE	RILIEVO TOPOGRAFICO STAZIONE
LBR 01	Sesto Calende	B1	L1	R1
LBR 02	Lisanza - Sesto Calende	B2	L2	R2
LBR 03	Angera sud	B3	L3	R3
LBR 04	Angera sud	B3	L3	R4
LBR 05	Angera nord	B4	L4	R5
LBR 06	Angera nord	B4	L4	R6
LBR 07	Monvalle sud	B5	L5	R7
LBR 08	Monvalle sud	B5	L5	R8
LBR 09	Monvalle sud	B5	L5	R9
LBR 10	Monvalle nord	B6	L5	R10
LR11	Fondo Toce - Verbania		L6	R11
LR12	Dormelletto		L7	R12
LR13	Dormelletto		L7	R13

La localizzazione delle aree di monitoraggio è riportata nella Figura 1.

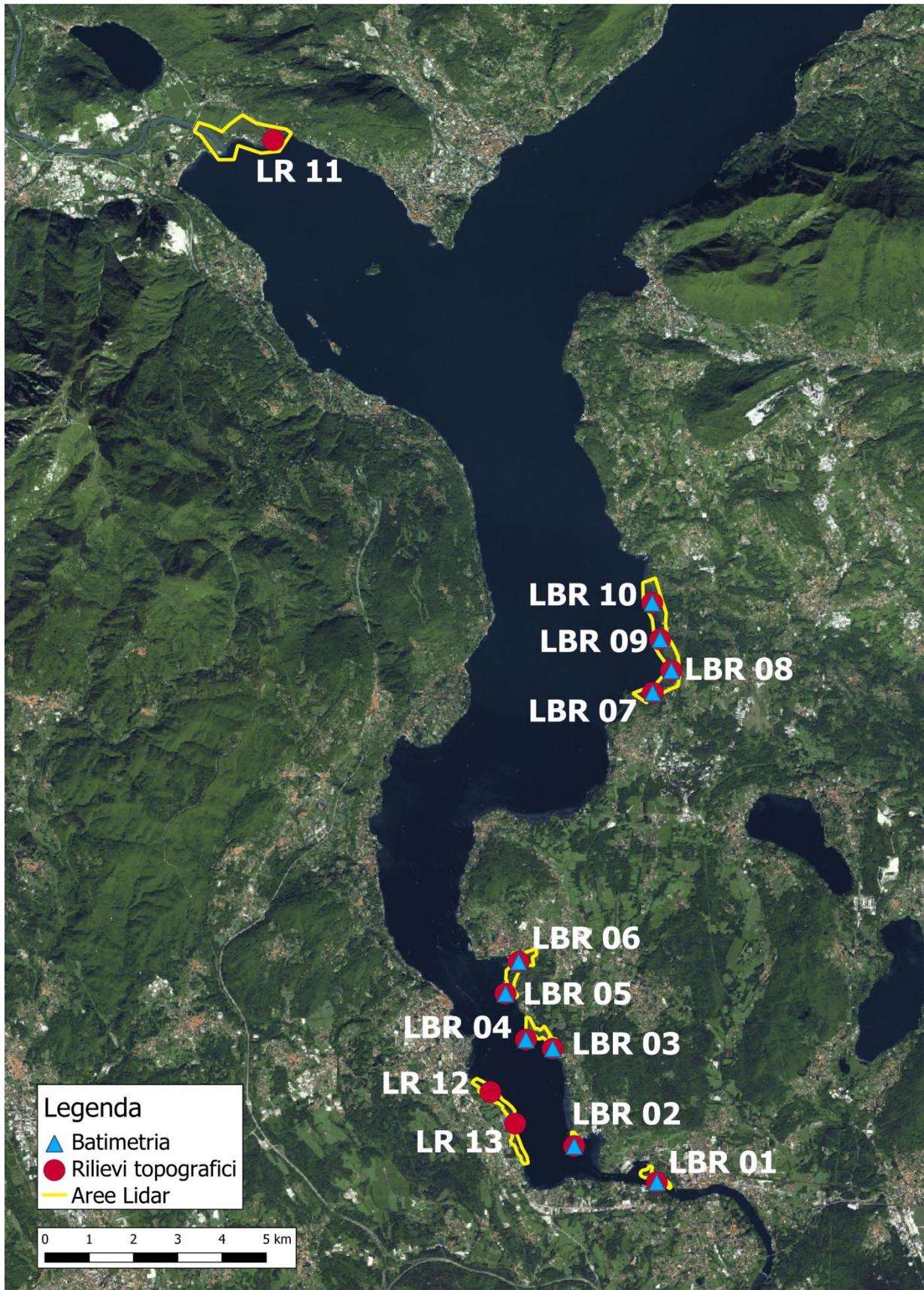


FIGURA 1 - AREA DI MONITORAGGIO DEI LITORALI

2.1 RILIEVI BATIMETRICI

2.1.1 Attività eseguite e metodologie di indagine

Il programma di lavoro ha previsto l'esecuzione di 10 rilievi batimetrici in aree significative e rappresentative del lago. Per questioni pratiche, alcune aree sono state rilevate tramite un unico rilievo batimetrico accorpando quindi più rilievi. Questo anche in relazione al fatto che ai fini dell'elaborazione software dei dati di rilievo di una batimetria è necessario che, oltre all'area interessata, venga effettuato il rilievo di una "fascia buffer", che permetta di definire le condizioni al contorno dall'area di effettivo interesse per lo studio, riducendo in questo modo le probabilità di errori di elaborazione.

Il rilievo e la sua successiva elaborazione sono stati eseguiti attraverso le fasi di seguito illustrate. Per quanto riguarda la metodologia di elaborazione si rimanda a quanto indicato nello specifico report relativo all'attività WP4_02 "Analisi della morfologia dei litorali". Nel presente documento sono descritte unicamente le metodologie di indagine:

- Individuazione dei capisaldi di riferimento per la successiva georeferenziazione del rilievo.
- Definizione delle condizioni di riferimento della misura.
- Misura dei parametri dell'acqua per la taratura in loco della strumentazione per il rilievo batimetrico.
- Esecuzione del rilievo morfo-batimetrico.
- Raccolta dei dati.
- Restituzione cartografica dei punti rilevati.

Le misure effettuate sono riferite alla quota effettiva del livello del Lago Maggiore nel giorno dell'esecuzione del rilievo. La quota del pelo libero del lago è, quindi, la condizione di riferimento della misura, e la quota del fondo (in m s.l.m.) viene calcolata come differenza tra la quota istantanea del pelo libero e la profondità rilevata dall'ecoscandaglio.

Per l'esecuzione di un rilievo morfo-batimetrico è necessaria la rilevazione contemporanea di almeno 5 parametri, di cui 4 ricavati dalla strumentazione GPS: l'ora, le tre coordinate (latitudine, longitudine e quota) e la misura di profondità fornita dall'ecoscandaglio.

Durante l'esecuzione del rilievo, per ciascun punto battuto, i suddetti parametri vengono elaborati e registrati da un software dedicato, in grado di associare i valori ottenuti dal sistema GPS e dall'ecoscandaglio. La visualizzazione in tempo reale del lavoro effettuato permette di agire tempestivamente sul risultato, ad esempio infittendo i punti di misura dove risultano scarsi o predisponendo specifiche rotte di navigazione per indagare determinate aree.

Le misure batimetriche sono state eseguite attraverso l'ausilio di un PC a cui sono collegati un sistema di posizionamento GPS Topcon HiperV e un sistema idrografico, composto da ecoscandaglio "ODOM Hydrotrac" e trasduttore "SMSW200-4". In questo modo sul PC sono registrati simultaneamente sia le coordinate rilevate dal GPS, sia il valore di profondità misurato dall'ecoscandaglio. Prima dell'inizio del rilievo batimetrico viene effettuata la taratura dell'ecoscandaglio, calcolando la velocità di propagazione del suono in acqua attraverso la formula di Del Grosso, che utilizza dati di temperatura, conduttività e

pressione misurati in loco. Terminata questa fase di predisposizione del rilievo, il passo successivo è quello di scandagliare la superficie oggetto di studio effettuando la navigazione lungo rotte prestabilite per formare una maglia di punti.



FIGURA 2 - ESECUZIONE DEI RILIEVI BATIMETRICI

2.2 RILIEVI TOPOGRAFICI

2.2.1 Attività eseguite e metodologia d'indagine

Sono stati eseguiti 13 rilievi topografici condotti da terra tramite GPS. Nell'ambito dei rilievi sono stati acquisiti numerosi "punti di controllo", cioè punti GPS localizzati sul perimetro delle aree da monitorare. I rilievi sono stati effettuati a piedi lungo le coste. Per ogni area campione sono stati rilevate:

- ✓ Le coordinate geografiche dei capisaldi, con lo scopo di orientare i rilievi nello spazio per poter confermare ed integrare i rilievi batimetrici, oltreché che per consentire la sovrapposizione e il confronto tra rilievi effettuati in momenti o anni diversi.
- ✓ Le coordinate geografiche dei punti di controllo.

Il rilievo è stato eseguito con ricevitori GPS topografici secondo la metodologia denominata *Differential Global Navigation Satellite System (DGNSS)* in cui vengono utilizzati due ricevitori; uno, chiamato *base*, acquisisce i dati inviati dai satelliti rimanendo in una posizione nota, mentre il secondo, denominato *rover*, si muove attorno al primo. Questa metodologia di lavoro permette di effettuare una valutazione dell'errore commesso, confrontando i valori delle misure con quelli desunti dalle effemeridi dei satelliti; tali correzioni vengono dunque trasmesse e applicate alle misure eseguite dal *rover*. Nel caso specifico si è ricorso al sistema *base-rover* in cui la base, posizionata dagli operatori in un punto noto, comunica tramite segnale radio le correzioni al *rover*. La comunicazione avviene grazie ad una connessione internet alla rete "NetGeo", tramite segnale GSM/GPRS.

La strumentazione utilizzata è la seguente:

- ✓ Ricevitore GPS *Topcon HiperV*, utilizzabile esclusivamente come *rover*.

- ✓ Ricevitore GPS *Topcon GR-3*, utilizzabile come base in un sistema *base-rover* oppure esclusivamente come *rover*.



Topcon HiperV



Topcon GR-3



FIGURA 3 - RILIEVO DEI CAPISALDI DI RIFERIMENTO E RILIEVI TOPOGRAFICI

2.3 RILIEVO LIDAR

2.3.1 Attività eseguite e metodologie d'indagine

I rilievi LIDAR sono stati condotti nelle aree litorali in cui sono stati raccolti i dati topografici, quindi su 13 aree. Per questioni logistiche, in alcune aree si è deciso di effettuare un unico rilievo che ricomprensse una superficie più vasta, andando quindi a unificare più rilievi. Lo scopo era quello di ottenere dati per la realizzazione di un Modello Digitale del Terreno (DTM) e coprire aree più vaste ha garantito risultati più accurati.

I sistemi di scansione che utilizzano la tecnica laser per la modellazione del terreno, sono sostanzialmente dei distanziometri che misurano la distanza tra il punto di emanazione del raggio laser e il primo ostacolo che ne genera la riflessione. La misura viene effettuata sulla base del calcolo del tempo di ritorno; il raggio laser viaggia alla velocità della luce e su questa base è possibile trasformare la misura di tempo in misura di distanza con estrema accuratezza (l'accuratezza intrinseca dello strumento è di qualche centimetro).

I sensori Lidar sono costruiti in modo da emettere un numero molto elevato di impulsi al secondo, corrispondenti ad altrettante misure. Per poter garantire un'elevata accuratezza delle misure Lidar, è indispensabile la determinazione con la massima precisione della posizione istantanea del punto di emissione del raggio laser e della traiettoria descritta dall'aereo su cui è installato il sensore.

Uno specchio oscillante a una velocità programmabile, posto di fronte al raggio laser stesso, devia gli impulsi facendogli percorrere una traccia pre-programmata sul terreno.

Lo specchio dirige i raggi in direzione trasversale rispetto al movimento dell'aereo, mentre l'aereo stesso avanza; il risultato finale dei due movimenti è una traccia che assume un aspetto simile a uno Zig Zag sul terreno, la cui larghezza e densità di punti è programmabile (anche in funzione della quota).

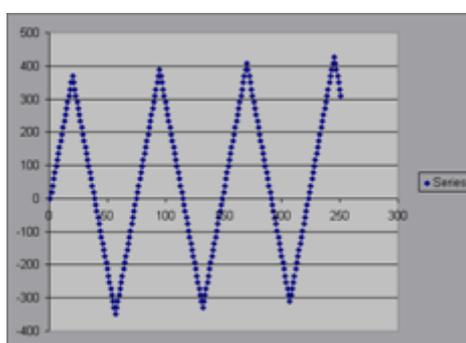
Le seguenti immagini illustrano le componenti principali del sistema e l'andamento sul terreno dei punti emessi dal laser.



Sensore Lidar Optech Gemini



Testa di scansione



Pattern del Lidar sul terreno

Una porzione dell'impulso laser viene riflessa verso lo strumento dalla superficie colpita, viene raccolta dal ricevitore grazie al quale è possibile stabilire la distanza dall'oggetto colpito.

Per determinare la posizione dell'impulso laser sulla superficie terrestre e la geometria esatta della ripresa, l'Altm Gemini correla ogni impulso laser con i relativi valori registrati dal ricevitore GPS e dal sensore Inerziale (INS) collegati rigidamente all'interno del sistema.

Il sensore LIDAR è stato installato su un aereo Partenavia P68 Marche I-BGFE. I voli sono stati eseguiti in condizioni meteorologiche stabili e non è stato segnalato alcun comportamento anomalo della strumentazione, né si sono verificate problematiche particolari degne di nota, come risulta dai "log file" di volo; questi file vengono registrati durante il volo, riportandone le caratteristiche principali ed eventuali problemi che dovessero insorgere.

In virtù delle caratteristiche di accuratezza altimetrica del LIDAR utilizzato, la quota relativa di volo di progetto, alla quale sono state pianificate ed eseguite le riprese, è stata fissata a 1000 metri relativi.

A questa quota di volo il sistema Optech, utilizzato nella sua configurazione con angolo a 18° di apertura, ha un abbracciamento sul terreno di circa 570 metri per ogni strisciata. La sovrapposizione laterale fra le singole strisciate è stata impostata al 40% per cui la distanza tra gli assi delle singole strisciate risulta essere di circa 350 metri. Con questi parametri si ottiene una distanza media tra i punti rilevati di circa 0.7 metri, corrispondenti ad una densità media di punti sul terreno pari a 2 punti/m² (senza considerare le zone di sovrapposizione tra le strisciate e l'eventuale presenza di più echi di riflessione).

La fase di successiva elaborazione dei dati per l'estrazione dei modelli digitali delle superfici e del terreno consiste nel caricamento dei dati nell'ambiente di lavoro dei software utilizzati per il trattamento dei dati, rispettivamente "Terrascan" e "Terramodeler" sviluppati per il trattamento dei dati laser dalla società finlandese Terrasolid. Il sistema di riferimento adottato è il WGS84 che rappresenta il sistema di riferimento nativo del sensore; tutte le operazioni vengono fatte in questo sistema di coordinate, e poi vengono applicate ai singoli prodotti ottenuti le trasformazioni opportune sia per ricondurre le quote (che sono per ora ellissoidiche) al geoide, sia per esportare i dati verso altri sistemi di riferimento. Le trasformazioni di quota tra un sistema e l'altro sono state effettuate con i programmi ufficiali forniti da IGM.

3 RISULTATI

3.1 RILIEVI BATIMETRICI

Nei seguenti paragrafi viene riportata la rappresentazione grafica dei rilievi eseguiti e alcuni dati più significativi del relativo rilievo.

3.1.1 Stazione B1 – LBR 01

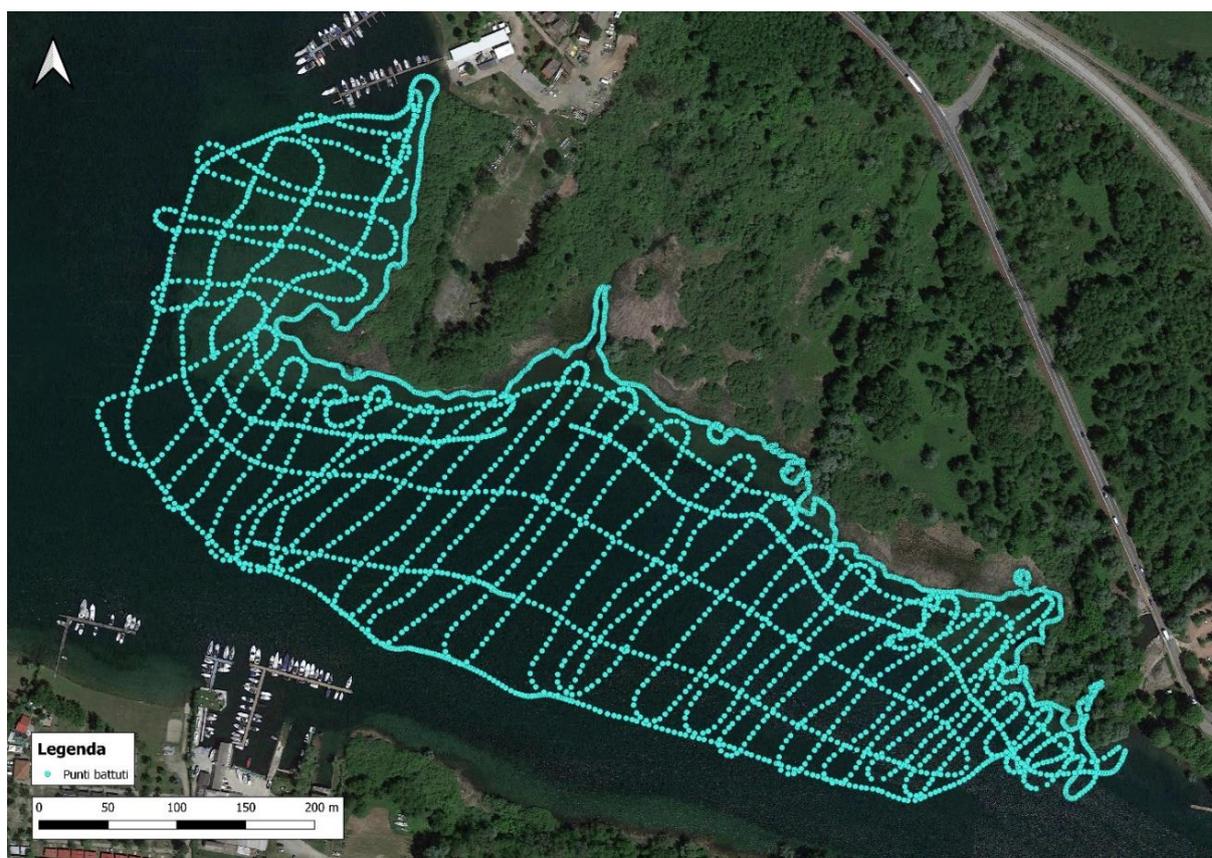


FIGURA 4 – RILIEVO BATIMETRICO NELL'AREA DI SESTO CALENDE

Tipo - Codice	Batimetria – B1
Nome	Sesto Calende
N° di punti battuti	4316
Quota media (m s.l.m.)	189,84
Quota minima (m s.l.m.)	185,33

TABELLA 2 - DATI RAPPRESENTATIVI DEL RILIEVO NELLA STAZIONE B1

3.1.2 Stazione B2 – LBR 02

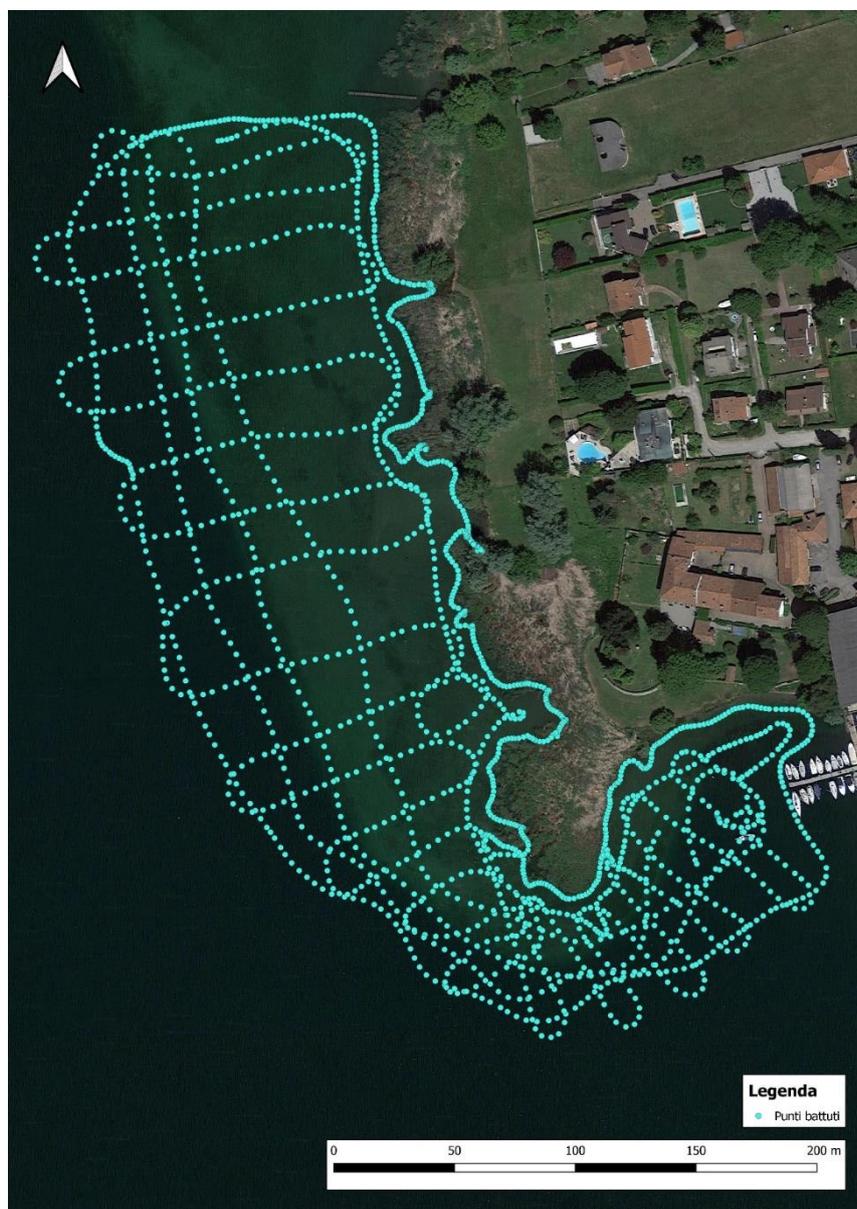


FIGURA 5 – RILIEVO BATIMETRICO NELL'AREA DI LISANZA – SESTO CALENDE

Tipo - Codice	Batimetria – B2
Nome	Lisanza – Sesto Calende
N° di punti battuti	2175
Quota media (m s.l.m.)	190,10
Quota minima (m s.l.m.)	174,66

TABELLA 3 - DATI RAPPRESENTATIVI DEL RILIEVO NELLA STAZIONE B2

3.1.3 Stazione B3 – LBR 03, LBR 04

La batimetria eseguita coinvolge i punti LBR 03 e LBR 04.

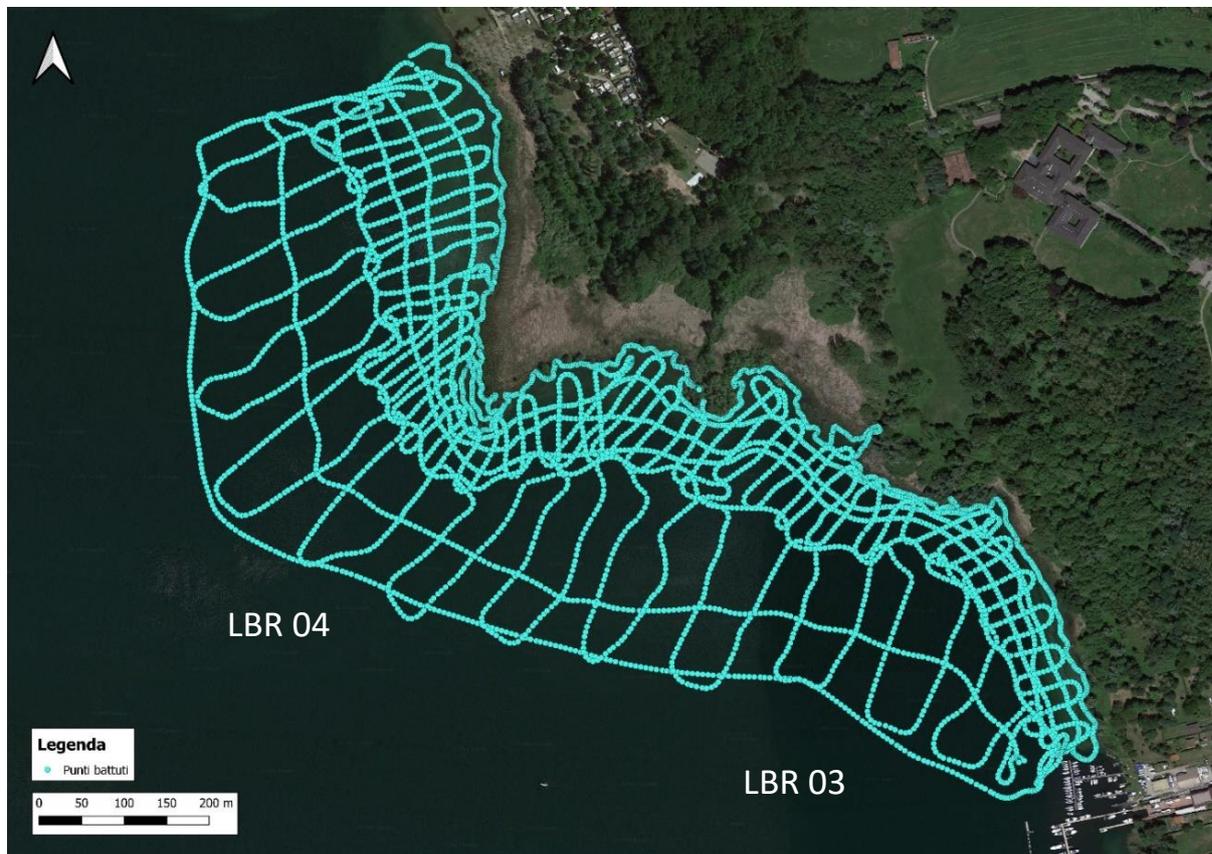


FIGURA 6 – RILIEVO BATIMETRICO NELL'AREA DI ANGERA SUD

Tipo - Codice	Batimetria – B3
Nome	Angera Sud
N° di punti battuti	6516
Quota media (m s.l.m.)	189,44
Quota minima (m s.l.m.)	176,88

TABELLA 4 - DATI RAPPRESENTATIVI DEL RILIEVO NELLA STAZIONE B3

3.1.4 Stazione B4 – LBR 05, LBR 06

La batimetria coinvolge i punti LBR 05 e LBR 06.

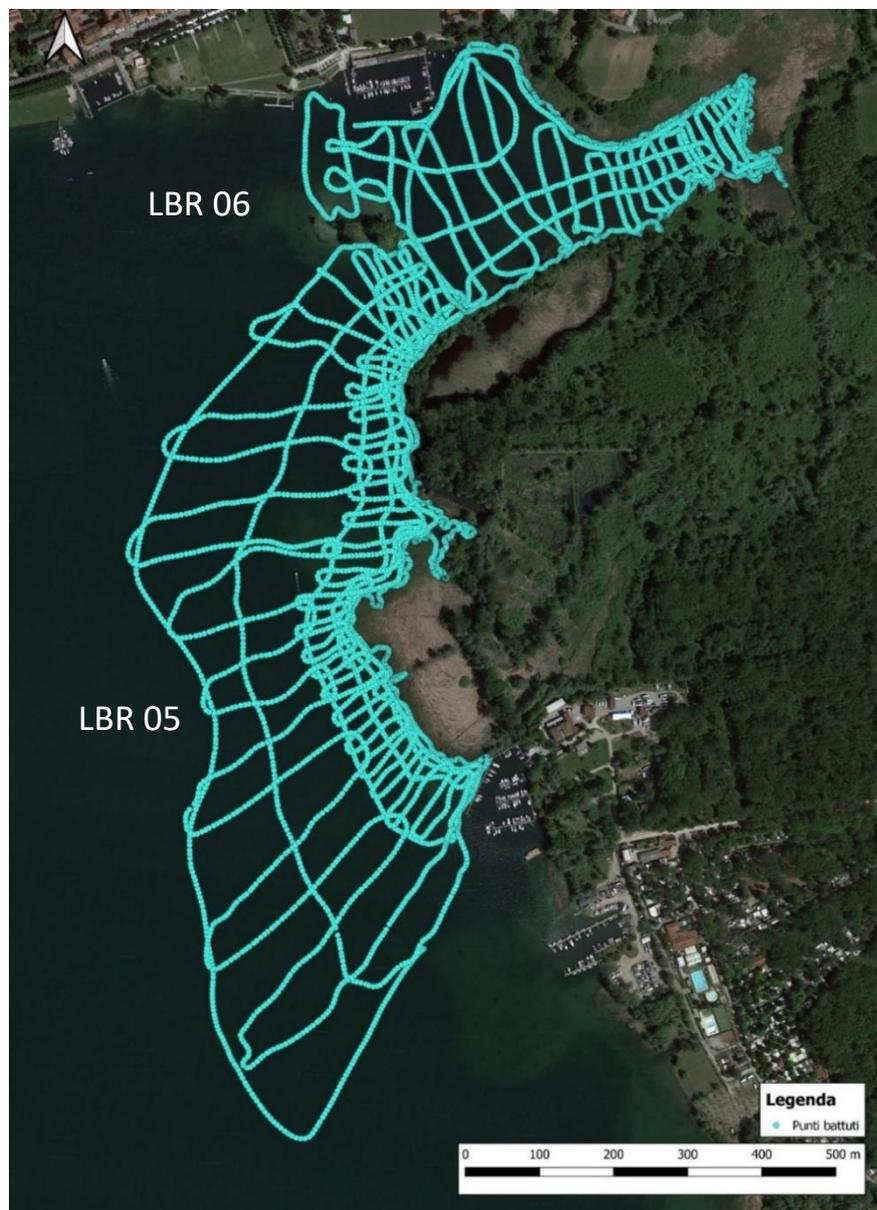


FIGURA 7 – RILIEVO BATIMETRICO NELL'AREA DI ANGERA NORD

Tipo - Codice	Batimetria – B4
Nome	Angera Nord
N° di punti battuti	8600
Quota media (m s.l.m.)	191,22
Quota minima (m s.l.m.)	168,99

TABELLA 5 - DATI RAPPRESENTATIVI DEL RILIEVO NELLA STAZIONE B4

3.1.5 Stazione B5 – LBR 07, LBR 08, LBR 09

La batimetria coinvolge i punti LBR 07, LBR 08 e LBR 09.

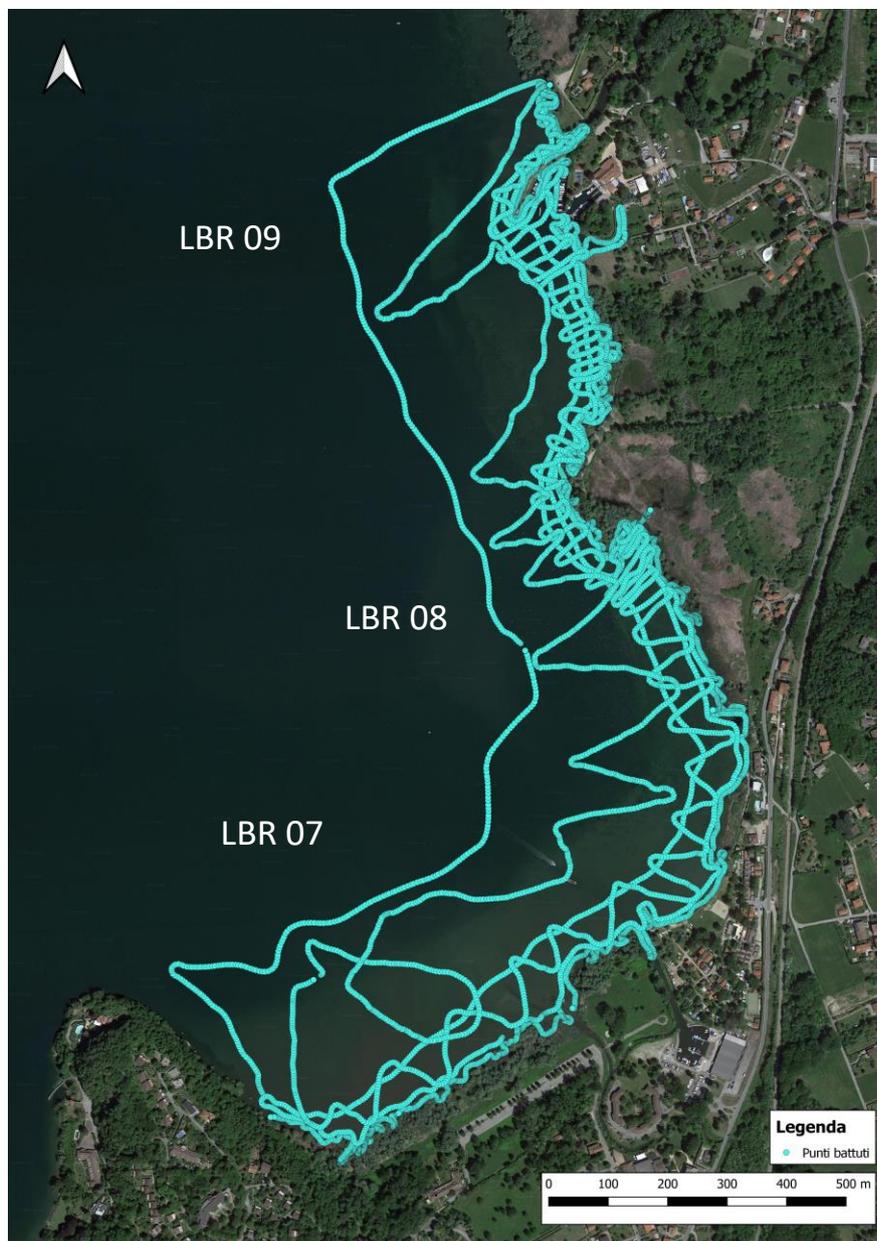


FIGURA 8 – RILIEVO BATIMETRICO NELL'AREA DI MONVALLE SUD

Tipo - Codice	Batimetria – B5
Nome	Monvalle Sud
N° di punti battuti	8586
Quota media (m s.l.m.)	191,31
Quota minima (m s.l.m.)	170,49

TABELLA 6 - DATI RAPPRESENTATIVI DEL RILIEVO NELLA STAZIONE B5

3.1.6 Stazione B6 – LBR 10



FIGURA 9 – RILIEVO BATIMETRICO NELL'AREA DI MONVALLE NORD

Tipo - Codice	Batimetria – B6
Nome	Monvalle Nord
N° di punti battuti	5098
Quota media (m s.l.m.)	190,28
Quota minima (m s.l.m.)	166,54

TABELLA 7 - DATI RAPPRESENTATIVI DEL RILIEVO NELLA STAZIONE B6

3.2 RILIEVI TOPOGRAFICI TRAMITE GPS

Nei paragrafi seguenti si riporta la rappresentazione grafica di punti acquisiti durante il rilievo topografico.

3.2.1 Stazione R1 – LBR 01



FIGURA 10 – RILIEVO TOPOGRAFICO NELL'AREA DI SESTO CALENDE

Tipo - Codice	Rilievo topografico – R1
Nome	Sesto Calende
N° di punti battuti	88
Quota media (m s.l.m.)	193,89
Quota massima (m s.l.m.)	194,96

TABELLA 8 - DATI RAPPRESENTATIVI DEL RILIEVO NELLA STAZIONE R1

3.2.2 Stazione R2 – LBR 02



FIGURA 11 – RILIEVO TOPOGRAFICO NELL'AREA DI LISANZA – SESTO CALENDE

Tipo - Codice	Rilievo topografico – R2
Nome	Lisanza
N° di punti battuti	107
Quota media (m s.l.m.)	193,95
Quota massima (m s.l.m.)	194,85

TABELLA 9 - DATI RAPPRESENTATIVI DEL RILIEVO NELLA STAZIONE R2

3.2.3 Stazione R3 e R4 – LBR 03, LBR 04

Il rilievo coinvolge i punti LBR 03 e LBR 04.



FIGURA 12 – RILIEVO TOPOGRAFICO NELL'AREA DI ANGERA SUD

Tipo - Codice	Rilievo topografico – R3 e R4
Nome	Angera Sud
N° di punti battuti	273
Quota media (m s.l.m.)	194,04
Quota massima (m s.l.m.)	197,45

TABELLA 10 - DATI RAPPRESENTATIVI DEL RILIEVO NELLE STAZIONI R3 E R4

3.2.4 Stazioni R5 e R6 – LBR 05, LBR 06

Il rilievo coinvolge i punti LBR 05 e LBR 06.



FIGURA 13 – RILIEVO TOPOGRAFICO NELL'AREA DI ANGERA NORD

Tipo - Codice	Rilievo topografico – R5 e R6
Nome	Angera Nord
N° di punti battuti	259
Quota media (m s.l.m.)	194,34
Quota massima (m s.l.m.)	197,19

TABELLA 11 - DATI RAPPRESENTATIVI DEL RILIEVO NELLE STAZIONI R5 E R6

3.2.5 Stazione R7, R8 e R9 – LBR 07, LBR 08, LBR 09

Il rilievo coinvolge i punti LBR 07, LBR 08 e LBR 09.



FIGURA 14 – RILIEVO TOPOGRAFICO NELL'AREA DI MONVALLE SUD

Tipo - Codice	Rilievo topografico – R7, R8 e R9
Nome	Monvalle Sud
N° di punti battuti	309
Quota media (m s.l.m.)	194,34
Quota massima (m s.l.m.)	202,41

TABELLA 12 - DATI RAPPRESENTATIVI DEL RILIEVO NELLE STAZIONI R7, R8 E R9

3.2.6 Stazione R10 – LBR 10



FIGURA 15 – RILIEVO TOPOGRAFICO NELL'AREA DI MONVALLE NORD

Tipo - Codice	Rilievo topografico – R10
Nome	Monvalle Nord
N° di punti battuti	234
Quota media (m s.l.m.)	194,29
Quota massima (m s.l.m.)	196,74

TABELLA 13 - DATI RAPPRESENTATIVI DEL RILIEVO NELLA STAZIONE R10

3.2.7 Stazione R11 – LR 11



FIGURA 16 – RILIEVO TOPOGRAFICO NELL'AREA DI FONDO TOCE - VERBANIA

Tipo - Codice	Rilievo topografico – R11
Nome	Fondo Toce
N° di punti battuti	365
Quota media (m s.l.m.)	194,18
Quota massima (m s.l.m.)	198,18

TABELLA 14 - DATI RAPPRESENTATIVI DEL RILIEVO NELLA STAZIONE R11

3.2.8 Stazione R12 e R13 – LR 12, LR 13

Il rilievo coinvolge le stazioni LR 12 e LR 13.



FIGURA 17 – RILIEVO TOPOGRAFICO NELL'AREA DI DORMELLETO

Tipo - Codice	Rilievo topografico – R12 e R13
Nome	Dormelletto
N° di punti battuti	485
Quota media (m s.l.m.)	194,04
Quota massima (m s.l.m.)	196,96

TABELLA 15 - DATI RAPPRESENTATIVI DEL RILIEVO NELLE STAZIONI R12 E R13

3.3 RILIEVO LIDAR

3.3.1 Rilievo Lidar L1 – LBR 01



FIGURA 18 – RILIEVO LIDAR NELL'AREA DI SESTO CALENDE

Tipo - Codice	Lidar – L1
Nome	Sesto Calende
Estensione in km²	0,10
Quota massima (m s.l.m.)	195,48

TABELLA 16 - DATI RAPPRESENTATIVI DEL RILIEVO NELLA STAZIONE L1

3.3.2 Rilievo Lidar L2 – LBR 02

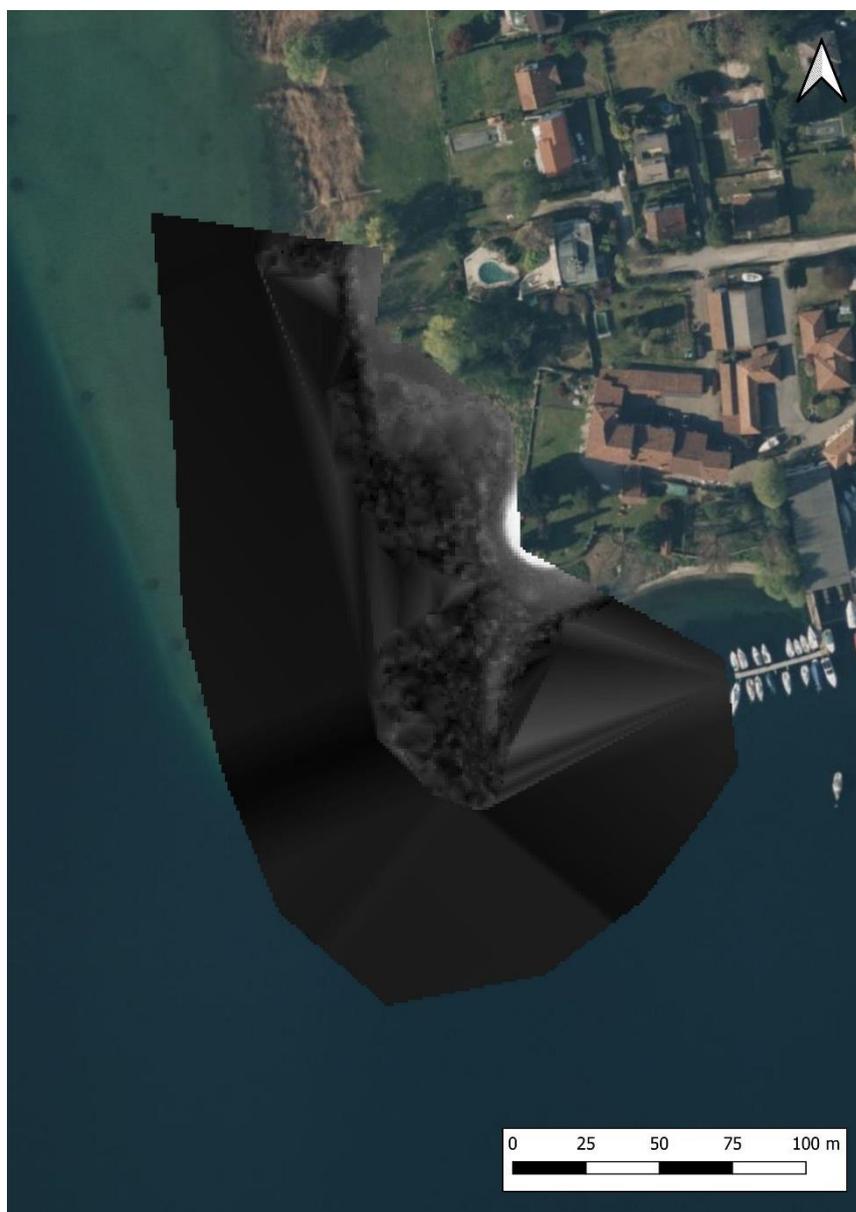


FIGURA 19 – RILIEVO LIDAR NELL'AREA DI LISANZA

Tipo - Codice	Lidar – L2
Nome	Lisanza – Sesto Calende
Estensione in km²	0,03
Quota massima (m s.l.m.)	196,96

TABELLA 17 - DATI RAPPRESENTATIVI DEL RILIEVO NELLA STAZIONE L2

3.3.3 Rilievo Lidar L3 – LBR 03, LBR 04

Il rilievo coinvolge i punti LBR 03 e LBR 04.



FIGURA 20 – RILIEVO LIDAR NELL'AREA DI ANGERA SUD

Tipo - Codice	Lidar – L3
Nome	Angera Sud
Estensione in km²	0,2
Quota massima (m s.l.m.)	196,72

TABELLA 18 - DATI RAPPRESENTATIVI DEL RILIEVO NELLA STAZIONE L3

3.3.4 Rilievo Lidar L4 – LBR 05, LBR 06

Il rilievo coinvolge i punti LBR 05 e LBR 06.



FIGURA 21 – RILIEVO LIDAR NELL'AREA DI ANGERA NORD

Tipo - Codice	Lidar – L4
Nome	Angera Nord
Estensione in km²	0,309
Quota massima (m s.l.m.)	199,85

TABELLA 19 - DATI RAPPRESENTATIVI DEL RILIEVO NELLA STAZIONE L4

3.3.5 Rilievo Lidar L5 – LBR 07, LR 08, LR 09, LBR 10

Il rilievo coinvolge i punti LBR 07, LBR 08, LBR 09 e LBR 10.

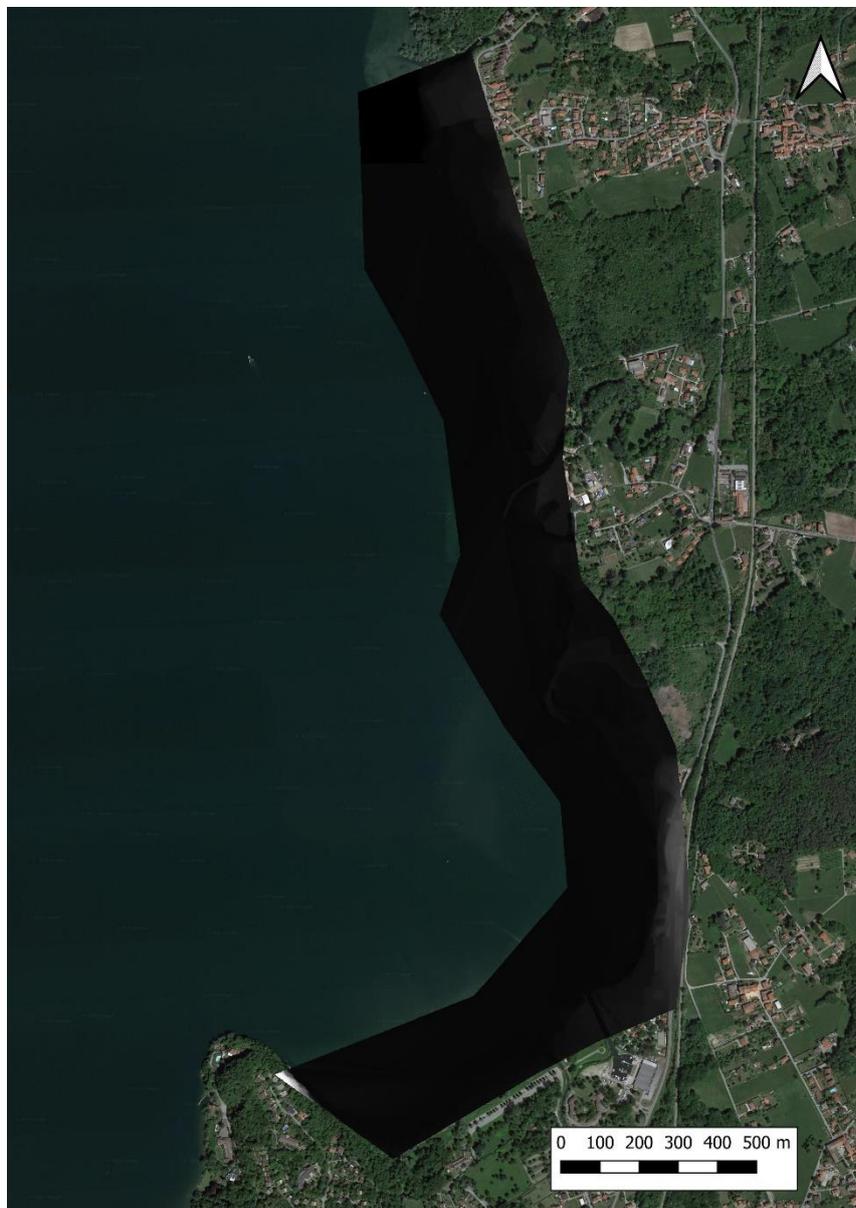


FIGURA 22 – RILIEVO LIDAR NELL'AREA DI MONVALLE SUD

Tipo - Codice	Lidar – L5
Nome	Monvalle
Estensione in km²	1,07
Quota massima (m s.l.m.)	235,30

TABELLA 20 - DATI RAPPRESENTATIVI DEL RILIEVO DELLA STAZIONE L5

3.3.6 Rilievo Lidar L6 – LR 11

Il rilievo coinvolge il punto LR 11.



FIGURA 23 – RILIEVO LIDAR NELL'AREA DI FONDO TOCE

Tipo - Codice	Lidar – L6
Nome	Fondo Toce
Estensione in km²	1,24
Quota massima (m s.l.m.)	205,00

TABELLA 21 - DATI RAPPRESENTATIVI DEL RILIEVO

3.3.7 Rilievo Lidar L7 – LR 12, LR 13

Il rilievo coinvolge i punti LR 12 e LR 13.



FIGURA 24 – RILIEVO LIDAR NELL'AREA DI DORMELLETO

Tipo - Codice	Lidar – L7
Nome	Dormelletto
Estensione in km²	0,38
Quota massima (m s.l.m.)	196,90

TABELLA 22 - DATI RAPPRESENTATIVI DEL RILIEVO – STAZIONE L7

4 CONCLUSIONI

Il programma di lavoro ha previsto l'esecuzione di 36 rilievi che sono stati condotti in 13 aree del lago scelte sulla base delle loro caratteristiche e quindi del potenziale interesse per l'attività di progetto. Il rilievo di tali aree, eseguito attraverso batimetrie, rilievi topografici da terra e rilievi LIDAR, permetterà di valutare la connessione potenziale fra la regolazione dei livelli lacustri e lo stato delle comunità riparie.

Tradate, 28/2/2023

Ing. Beniamino Barengi