



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 perilacuali e dell'estensione della vegetazione igrofila dell'intero lago e loro valenza come indicatori della gestione dei livelli - ANALISI DELLA MORFOLOGIA DEI LITORALI E RILIEVO DELL'ESTENSIONE DELLA VEGETAZIONE IGROFILA



REPORT CONCLUSIVO

FEBBRAIO 2023

DOTT. ING. STEFANO MOLINARI

molinari.stefano@outlook.it

SOMMARIO

1 INTRODUZIONE: IL PROGETTO PARCHIVERBANOTICINO	3
2 PROGRAMMA DI LAVORO	4
2.1 ELABORAZIONE DATI DEI RILIEVI BATIMETRICI	8
2.2 ELABORAZIONE DEI DATI DEI RILIEVI LIDAR E DEI RILIEVI TOPOGRAFICI	8
2.3 RILIEVO DELL'ESTENSIONE DELLE AREE A CANNETO	9
3 RISULTATI	10
3.1 ELABORAZIONE RILIEVI BATIMETRICI	10
3.1.1 Stazione B1 – LBR 01	10
3.1.2 Stazione B2– LBR 02	12
3.1.3 Stazione B3– LBR 03, LBR 04	15
3.1.4 Stazione B4 – LBR 05, LBR 06	17
3.1.5 Stazione B5 – LBR 07, LBR 08, LBR 09	20
3.1.6 Stazione B6 – LBR 10	23
3.2 ELABORAZIONE DEI DATI DEI RILIEVI LIDAR E DEI RILIEVI TOPOGRAFICI	26
3.2.1 Stazione R1, L1 – LBR 01	26
3.2.2 Stazione R2, L2 – LBR 02	27
3.2.3 Stazione R3, R4, L3 – LBR 03, LBR 04	28
3.2.4 Stazione R5, R6, L4 – LBR 05, LBR 06	30
3.2.5 Stazione R7, R8, R9, R10, L5 – LBR 07, LBR 08, LBR 09, LBR 10	32
3.2.6 Stazione R11, L6 – LR 11	36
3.2.7 Stazione R12, R13, L7 – LR 12, LR 13	37
3.3 RILIEVO FRONTE CANNETO	39
3.3.1 Rilievo canneto 1, 2, 3 (ANG1, ANG2 e ANGSUD)	39
3.3.2 Rilievo canneto 4, 5, 6, 7, 8 (DORM1, DORM2, DORM3, DORM4 e DORM5)	41
3.3.3 Rilievo canneto 9, 10 (MONV e MONVSUD)	44
3.3.4 Rilievo canneto 11 e 12 (FTC1 e FTC2)	46
3.3.5 Rilievo canneto 13, 14, 15, 16, 17 e 18 (LIS, STC1, STC2, STC3, STC4 e STC5).....	48
4 CONCLUSIONI	50

1 INTRODUZIONE: IL PROGETTO PARCHIVERBANOTICINO

Il presente report viene redatto a conclusione delle attività WP4-02 – “Analisi dei dati relativi alla morfologia dei litorali e Rilievo dello stato ed estensione della vegetazione igrofila” contenute nel progetto Interreg ParchiVerbanoTicino (ID 481668), progetto 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.

Obiettivo del progetto è definire un sistema di regolazione del Lago Maggiore e del fiume Ticino efficienti e sostenibili. Tale obiettivo è perseguito da una moltitudine di attori, fra i quali spiccano i capifila del progetto, Ente gestore delle aree protette del Ticino e del Lago Maggiore e la Fondazione Bolle di Magadino, e i 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.

L’attività svolta ha previsto l’elaborazione dei rilievi batimetrici e del rilievo della morfologia dei litorali svolta sempre nell’ambito del WP04-02 e il rilievo del fronte e dell’estensione delle aree di canneto scelte

fra quelle più rappresentative dell'ecosistema lacustre del Maggiore. Viene quindi qui presentata l'elaborazione dei dati topografici e batimetrici, e il risultato dei rilievi svolti sulla vegetazione del fragmiteto. L'elaborazione dei dati relativi all'estensione e allo stato di salute è stata riportata nella relazione "Rilievo e analisi dello stato ed estensione della vegetazione igrofila" cui si rimanda per l'analisi dei contenuti.

2 PROGRAMMA DI LAVORO

Il presente documento riporta le elaborazioni dei dati morfo-batimetrici raccolti e descritti nello specifico report relativo all'attività WP4_02 – "Rilievo della morfologia dei litorali", e le metodologie d'indagine e raccolta dei dati per i rilievi della vegetazione igrofila.

Il programma di lavoro ha previsto l'analisi e l'elaborazione di 10 rilievi batimetrici e 13 rilievi topografici i quali sono stati associati ai rilievi effettuati tramite la tecnologia LIDAR.

Nella tabella e nell'immagine seguente si riportano la localizzazione dei rilievi effettuati e la tipologia di rilievo eseguita.

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

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

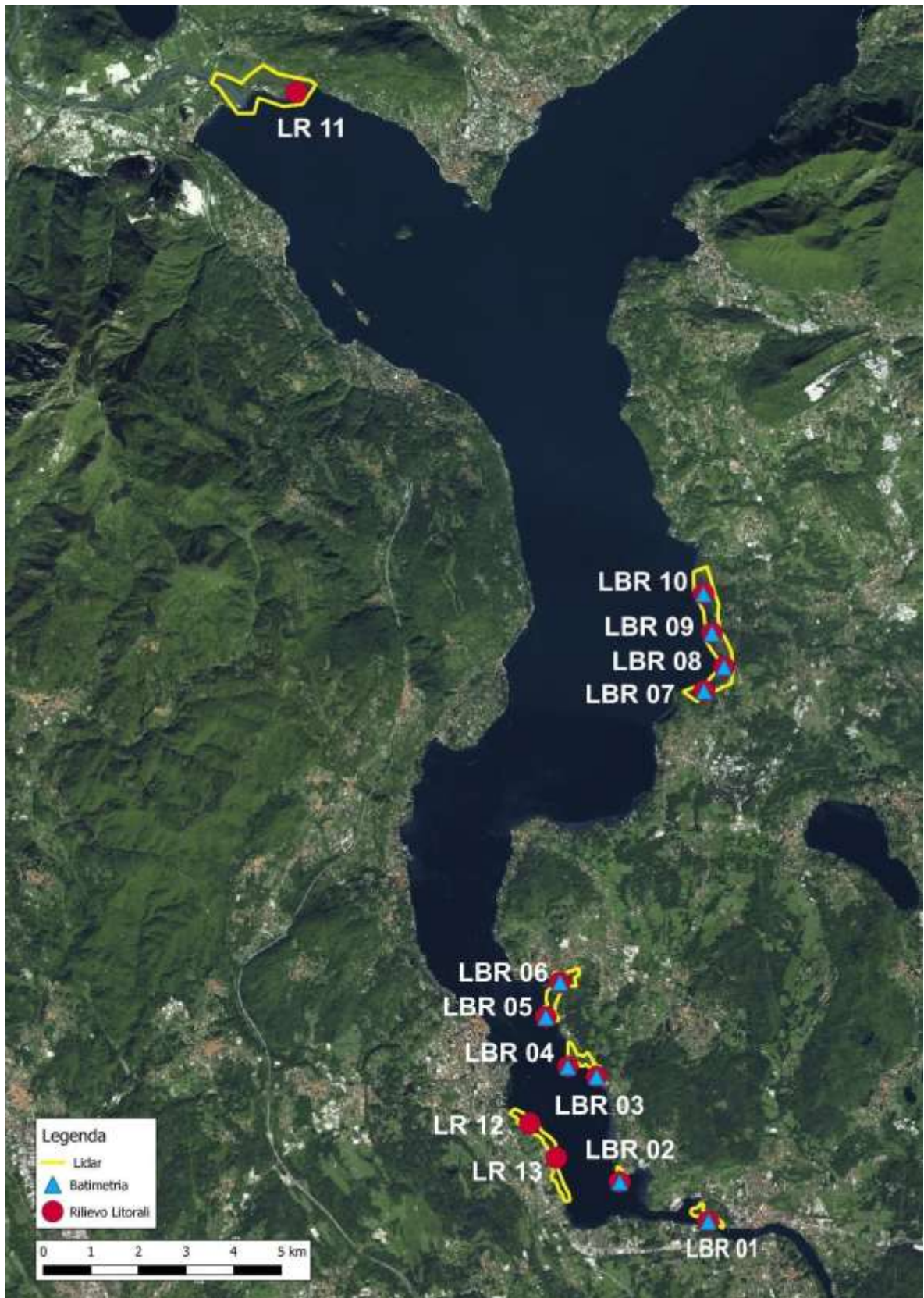


FIGURA 1. AREA DI MONITORAGGIO DEI LITORALI

L'attività ha previsto anche il rilievo di 18 aree a canneto con l'obiettivo di registrarne la morfologia del fronte e le sue variazioni durante i 3 anni di monitoraggio, per un totale di 54 rilevamenti.

Nella tabella e nella successiva immagine si presentano i canneti selezionati con la loro localizzazione.

n.	Sigla	Comune	Rete Natura 2000
1	ANG1	Angera	ZSC Palude Bruschera
2	ANG2	Angera	ZSC Palude Bruschera
3	ANGSUD	Angera	ZSC Palude Bruschera
4	DORM1	Dormelletto	ZPS-ZSC Canneti di Dormelletto
5	DORM2	Dormelletto	ZPS-ZSC Canneti di Dormelletto
6	DORM3	Dormelletto	ZPS-ZSC Canneti di Dormelletto
7	DORM4	Dormelletto	ZPS-ZSC Canneti di Dormelletto
8	DORM5	Dormelletto	ZPS-ZSC Canneti di Dormelletto
9	MONV	Monvalle, Besozzo	ZSC Palude Bozza - Monvallina
10	MONVSUD	Brescia, Ispra	ZSC Palude Bozza - Monvallina
11	FTC1	Verbania	ZPS ZSC Fondo Toce
12	FTC2	Verbania	ZPS ZSC Fondo Toce
13	LIS	Sesto Calende	ZPS Boschi del Ticino
14	STC1	Sesto Calende	ZPS Boschi del Ticino
15	STC2	Sesto Calende	ZPS Boschi del Ticino
16	STC3	Sesto Calende	ZPS Boschi del Ticino"
17	STC4	Sesto Calende	ZPS Boschi del Ticino"
18	STC5	Sesto Calende	ZPS Boschi del Ticino"

TABELLA 2. INFORMAZIONI RELATIVE AI CANNETI SELEZIONATI

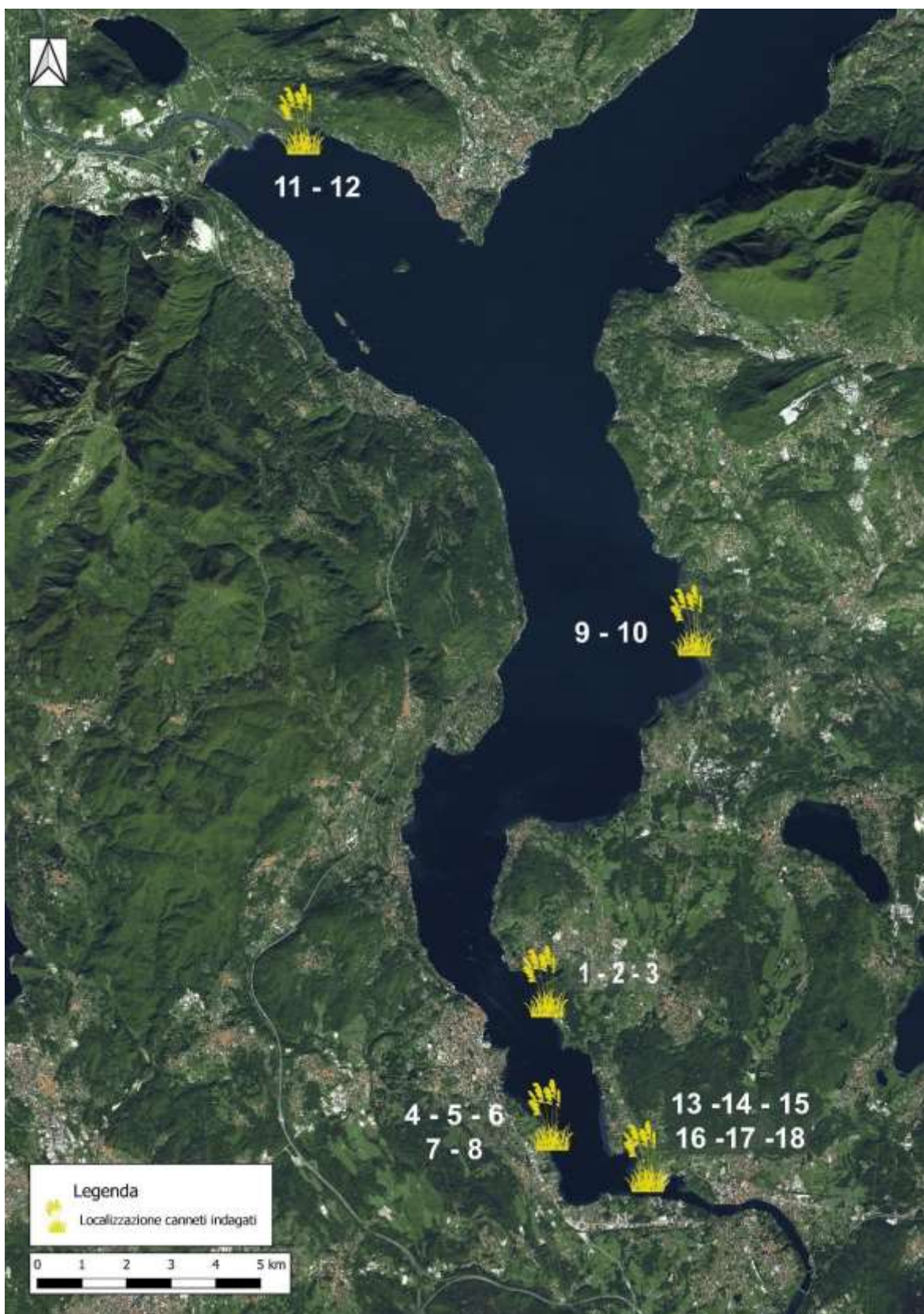


FIGURA 2. LOCALIZZAZIONE DEI CANNETI INDAGATI

2.1 ELABORAZIONE DATI DEI RILIEVI BATIMETRICI

Per quanto riguarda la metodologia di indagine di campo si rimanda a quanto indicato nello specifico report relativo all'attività WP4_02 "Rilievo della morfologia dei litorali". Nel presente documento sono indicate unicamente le metodologie relative all'analisi dei rilievi eseguiti.

La prima fase di elaborazione dei rilievi è stata eseguita utilizzando il software "Meridiana" (GeoTop) effettuando la conversione delle coordinate e la loro proiezione in WGS1984 - UTM Fuso 32N, così da ottenere un'unica cartografia piana associabile alla rete geodetica nazionale predisposta dall'Istituto Geografico Militare (rete IGM95).

Successivamente è stata verificata la presenza di eventuali anomalie che sono poi state corrette. Attraverso il software Microsoft Excel, ArcGIS (ESRI) e Autocad (Autodesk) si è risaliti ai valori di quota del fondo per ogni punto (espressi in m s.l.m. e riferiti alla quota 0 dell'IGM) ed è stata effettuata l'elaborazione che ha portato alla realizzazione della mappa batimetrica con le seguenti informazioni: pendenza del fondale, profondità e isobate.

Nei paragrafi seguenti vengono riportate le batimetrie eseguite e le curve di livello su base CTR 1:10.000 e su ortofoto.

2.2 ELABORAZIONE DEI DATI DEI RILIEVI LIDAR E DEI RILIEVI TOPOGRAFICI

I rilievi LIDAR, condotti nelle aree di litorale in cui sono stati raccolti i dati topografici, sono stati elaborati con il fine di estrarre dei modelli digitali del terreno (DTM).

L'elaborazione consiste nel caricamento dei dati nell'ambiente di lavoro dei software "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 in seguito, ai singoli prodotti ottenuti vengono applicate 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.

Questi passaggi hanno permesso di ottenere un file *raster*, un tipo di file descrivibile come una matrice di celle (pixel) organizzato a griglia dove ogni cella contiene un'informazione precisa, come la quota nel caso specifico. I raster ottenuti sono poi stati inseriti in un GIS (Geographic Information System) dove è stato possibile utilizzarli per l'analisi di dati e la creazione di cartografia.

Il modello digitale del terreno viene ricavato applicando alla nuvola di punti estratta in precedenza opportuni algoritmi di filtratura che individuano, in corrispondenza di un elevato gradiente presente nei dati, la presenza degli edifici e dei manufatti. Questa classificazione separa il terreno rispetto ai punti appartenenti ad altri oggetti esterni ad esso. L'operazione è effettuata in un primo tempo in modo automatico, e procedendo successivamente in modo manuale, attraverso la visualizzazione di sezioni altimetriche, per la verifica della procedura automatica. Con i dati così classificati si procede a scaricare il DTM. La procedura di scaricamento dei dati in un grigliato regolare è la medesima descritta in precedenza.

Per ciò che concerne i dati raccolti tramite rilievi topografici a terra, tutte le informazioni spaziali ottenute sono state restituite nel sistema di coordinate WGS84 UTM 32N (EPSG 32632) e successivamente

importate all'interno di un ambiente di lavoro GIS, dove i dati raccolti sono poi stati utilizzati come verifica per i dati raccolti tramite tecnologia LIDAR.

2.3 RILIEVO DELL'ESTENSIONE DELLE AREE A CANNETO

Il rilievo della vegetazione lacustre e delle aree di canneto sono stati effettuati con strumentazione topografica con lo strumento Topcon Hiper V, utilizzato esclusivamente come *rover*. L'acquisizione dei punti GPS avviene tramite il metodo RTK (Real Time Kinematic): la metodologia prevede che il rover si connetta a una rete di stazioni fisse chiamata "NatGeo" da cui riceve in tempo reale le correzioni della posizione. La comunicazione avviene grazie a una connessione internet alla rete NatGeo, tramite segnale GSM/GPRS.

Per ogni rilievo viene acquisito un caposaldo di riferimento, con lo scopo di poter confrontare i rilievi che verranno eseguiti in futuro.

I rilievi sono stati eseguiti negli anni 2020, 2021 e 2022. Sono stati rilevati i fronti del canneto per valutarne l'estensione nell'arco del periodo di durata del progetto.

In generale, il rilievo del 2020 è servito come base di partenza per i rilievi successivi. Sulla base dell'andamento delle condizioni idrologiche degli anni monitorati e delle caratteristiche di evoluzione della vegetazione, il rilievo condotto nel 2021 è stato eseguito in maniera più speditiva. Il canneto, infatti, non mostrava differenze sostanziali e per questo sono state rilevate solo le zone che si presentavano più marcatamente dissimili.

3 RISULTATI

3.1 ELABORAZIONE RILIEVI BATIMETRICI

Nei paragrafi seguenti si riportano i risultati dei rilievi batimetrici eseguiti e le curve di livello estratte dei rilievi su base CTR e su ortofoto.

3.1.1 Stazione B1 – LBR 01

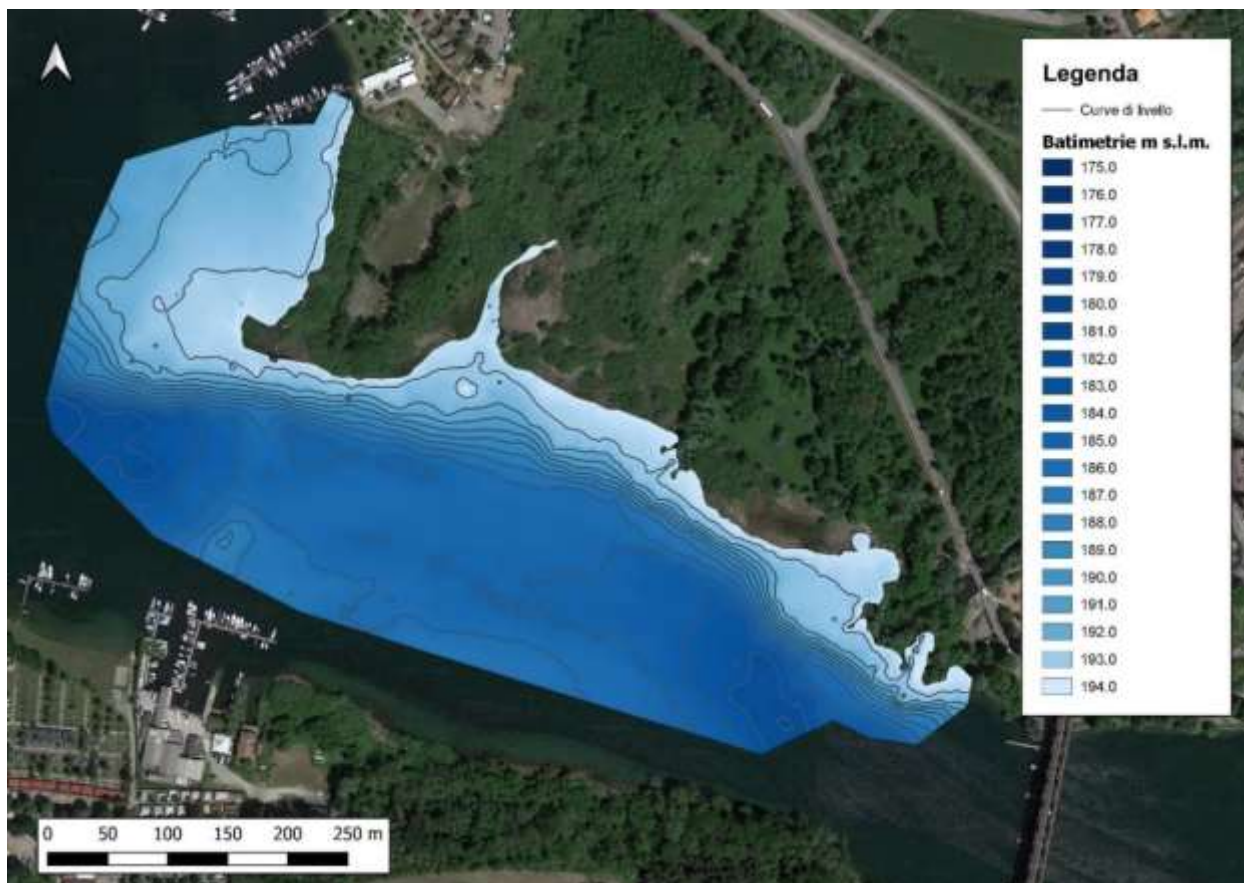


FIGURA 3. ELABORAZIONE DELLA BATIMETRIA NELLA STAZIONE DI SESTO CALENDE B1

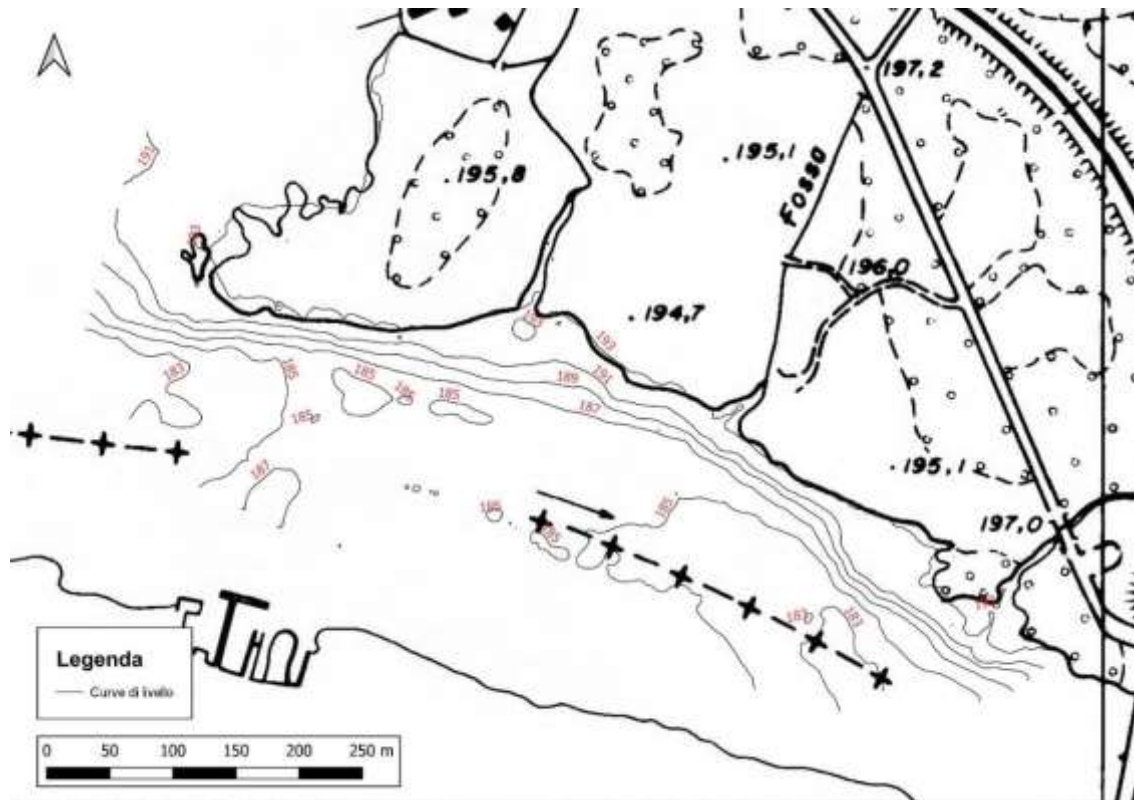


FIGURA 4. CURVE DI LIVELLO A 1 M ESTRATTE DALLA BATIMETRIA SU CTR



FIGURA 5. CURVE DI LIVELLO ESTRATTE DALLA BATIMETRIA SU ORTOFOTO

3.1.2 Stazione B2- LBR 02

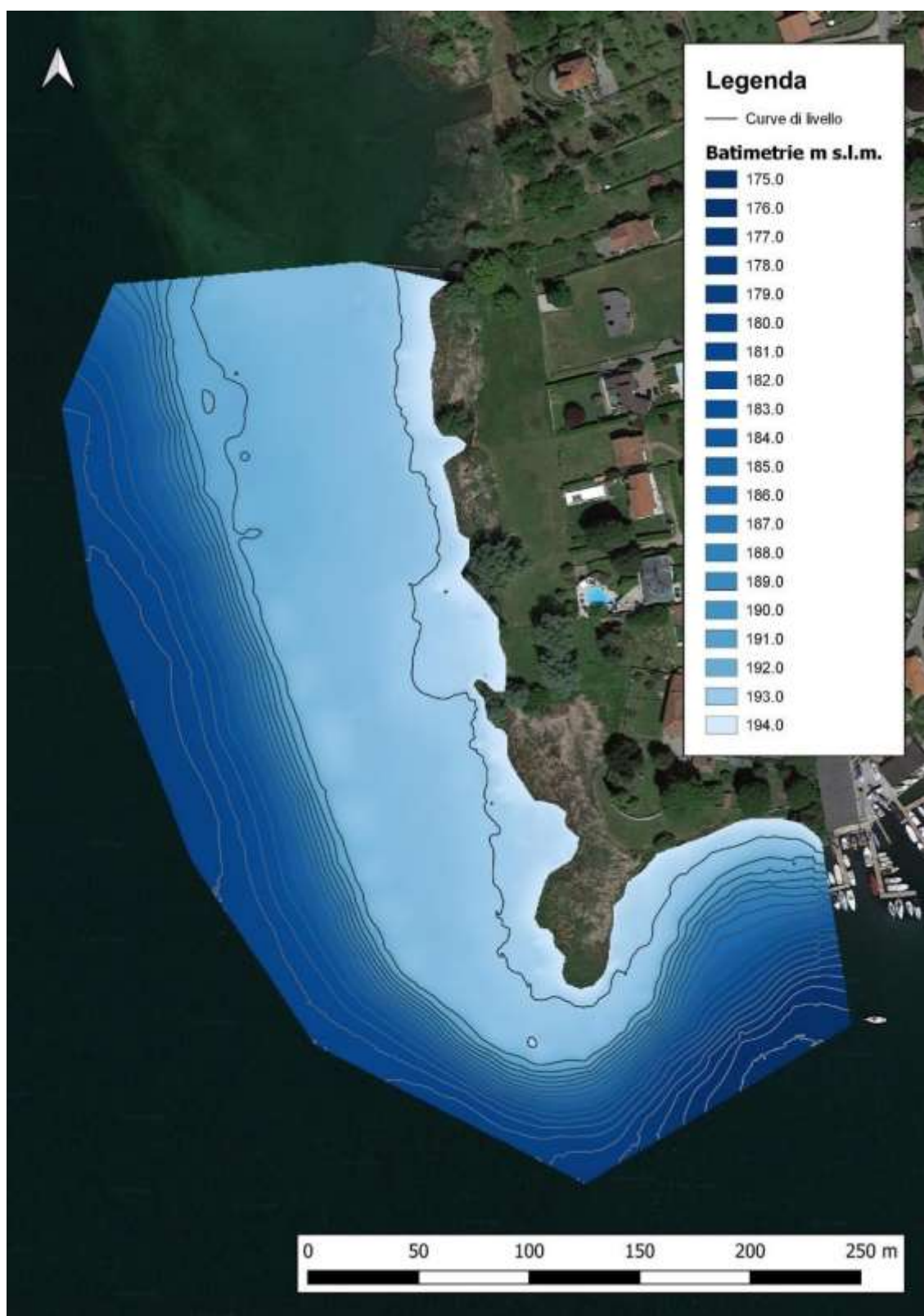


FIGURA 6. ELABORAZIONE DELLA BATIMETRIA NELLA STAZIONE DI LISANZA B2



FIGURA 7. CURVE DI LIVELLO A 1M ESTRATTE DALLA BATIMETRIA SU CTR



FIGURA 8. CURVE DI LIVELLO ESTRATTE DALLA BATIMETRIA SU ORTOFOTO

3.1.3 Stazione B3 – LBR 03, LBR 04

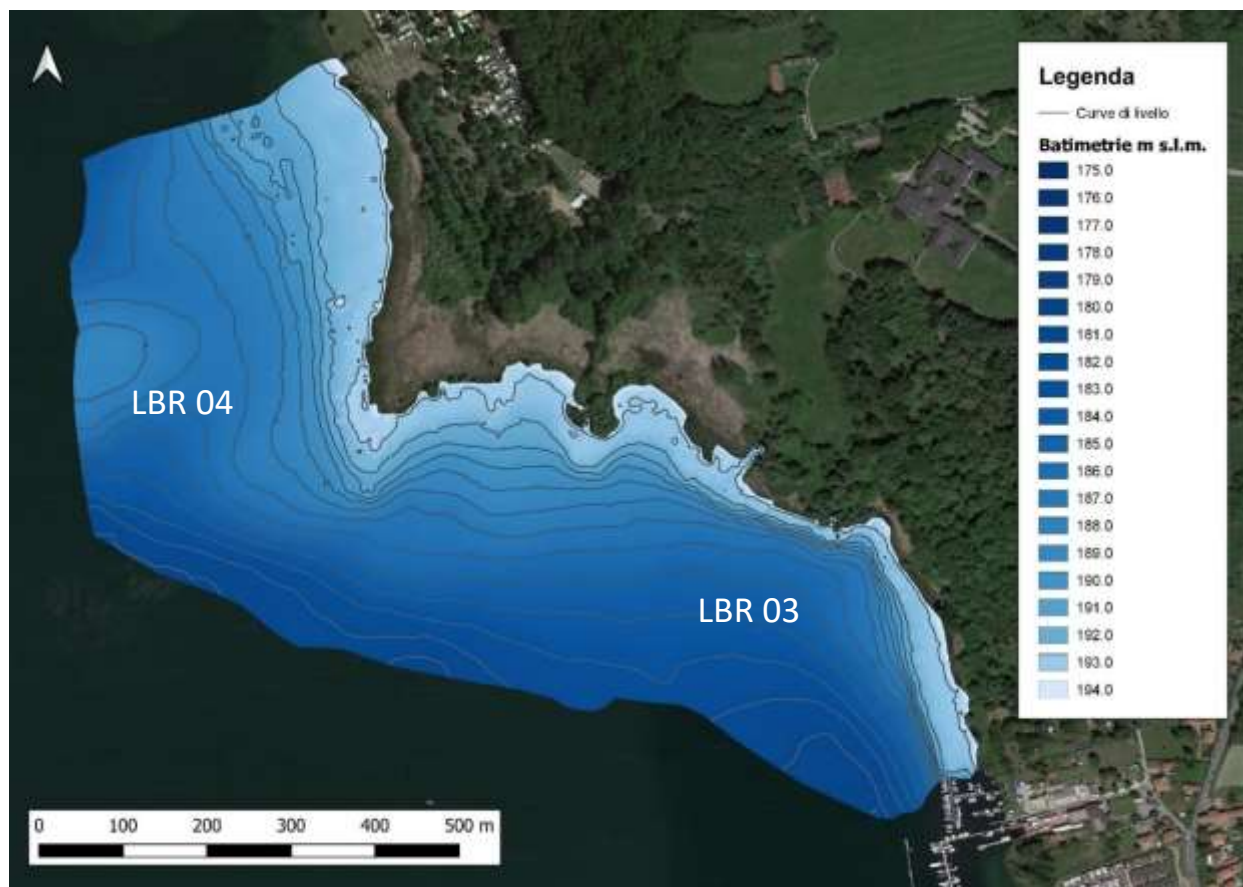


FIGURA 9. ELABORAZIONE DELLA BATIMETRIA NELLE STAZIONI DI ANGERA SUD B3

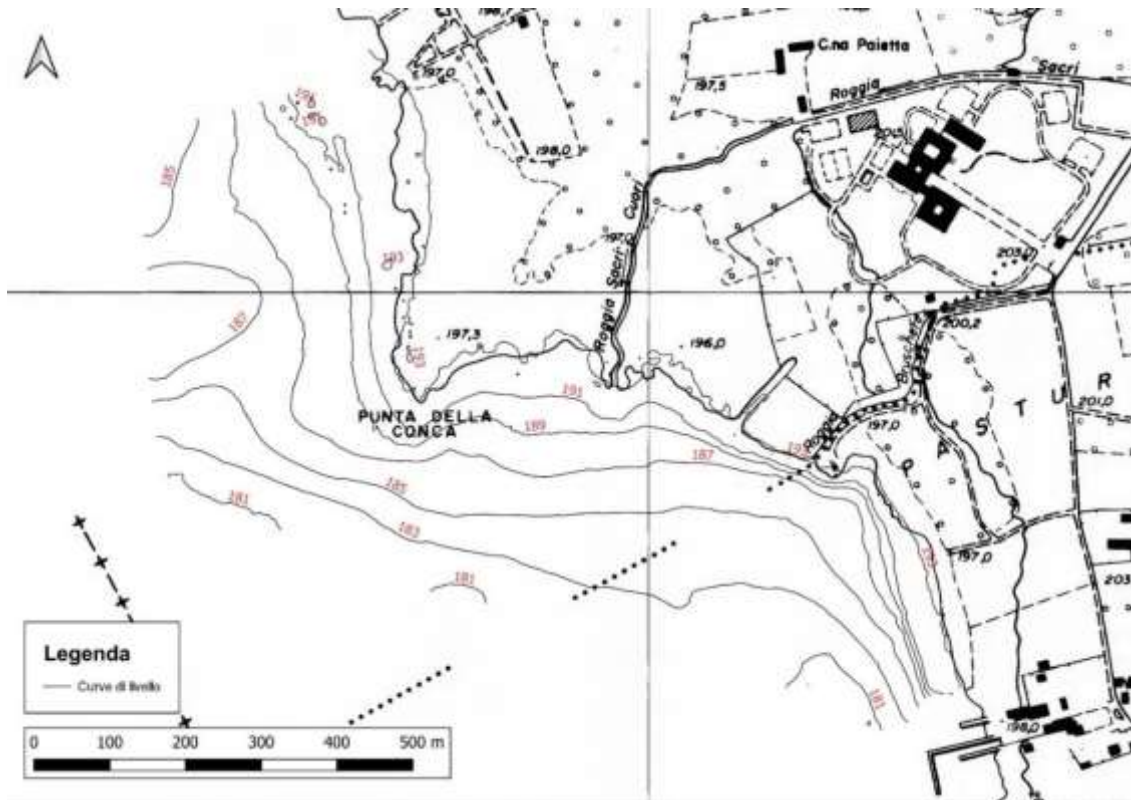


FIGURA 10. CURVE DI LIVELLO A 1M ESTRATTE DALLA BATIMETRIA SU CTR



FIGURA 11. CURVE DI LIVELLO ESTRATTE DALLA BATIMETRIA SU ORTOFOTO

3.1.4 Stazione B4 – LBR 05, LBR 06

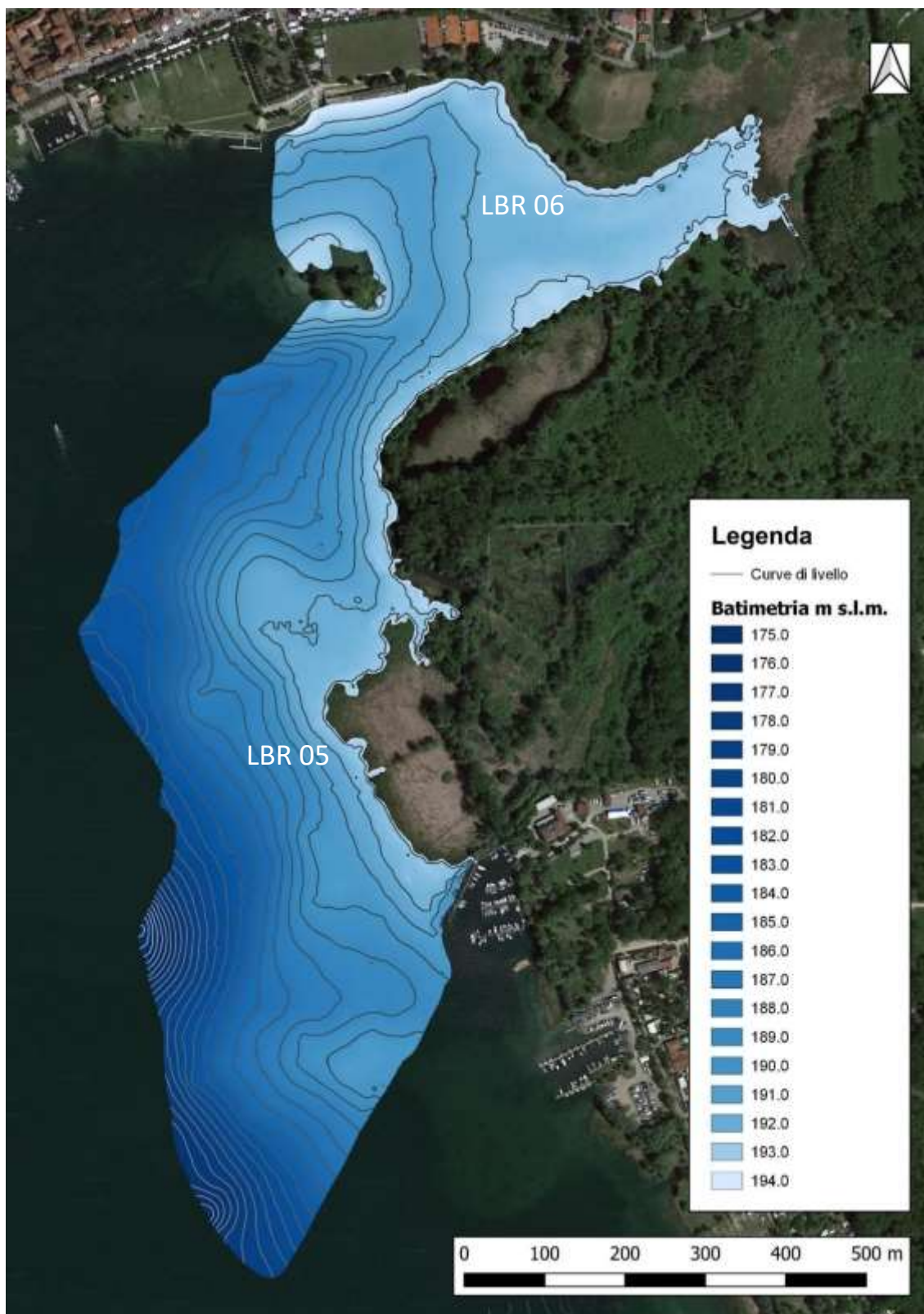


FIGURA 12. ELABORAZIONE DELLA BATIMETRIA NELLE STAZIONI DI ANGERA NORD B4

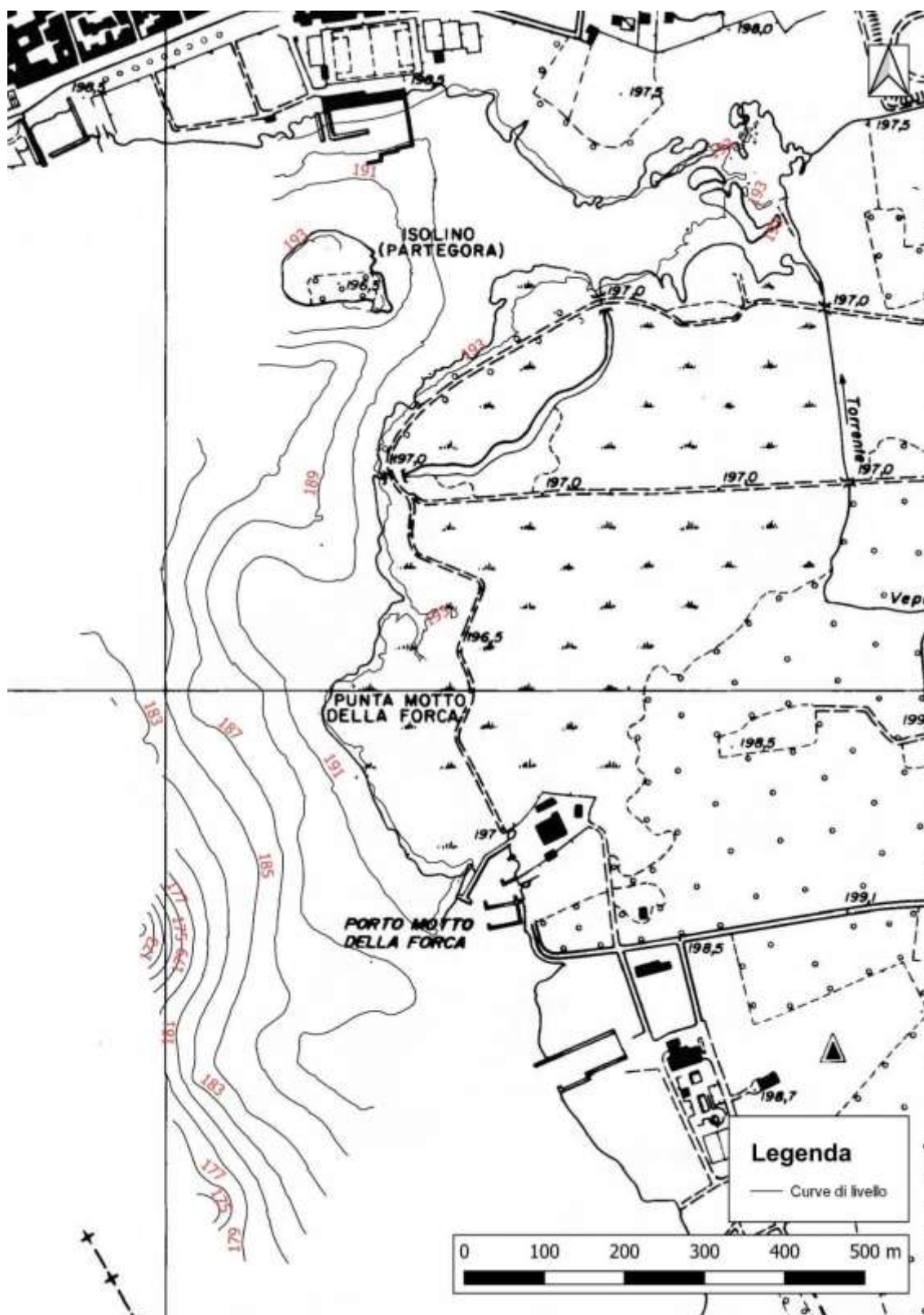


FIGURA 13. CURVE DI LIVELLO A 1M ESTRATTE DALLA BATIMETRIA SU CTR



FIGURA 14. CURVE DI LIVELLO ESTRATTE DALLA BATIMETRIA SU ORTOFOTO

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

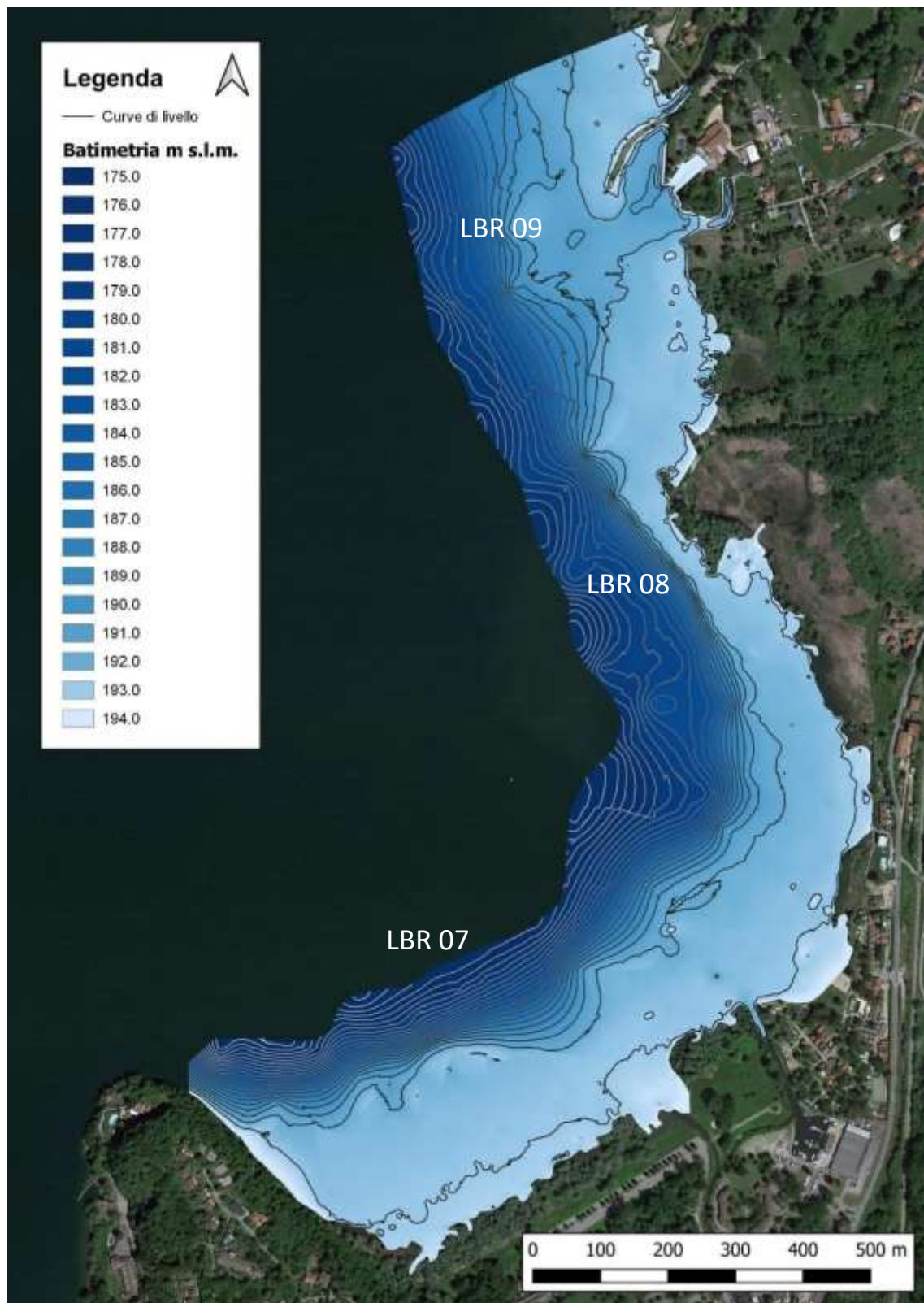


FIGURA 15. ELABORAZIONE DELLA BATIMETRIA NELLE STAZIONI DI MONVALLE SUD B5

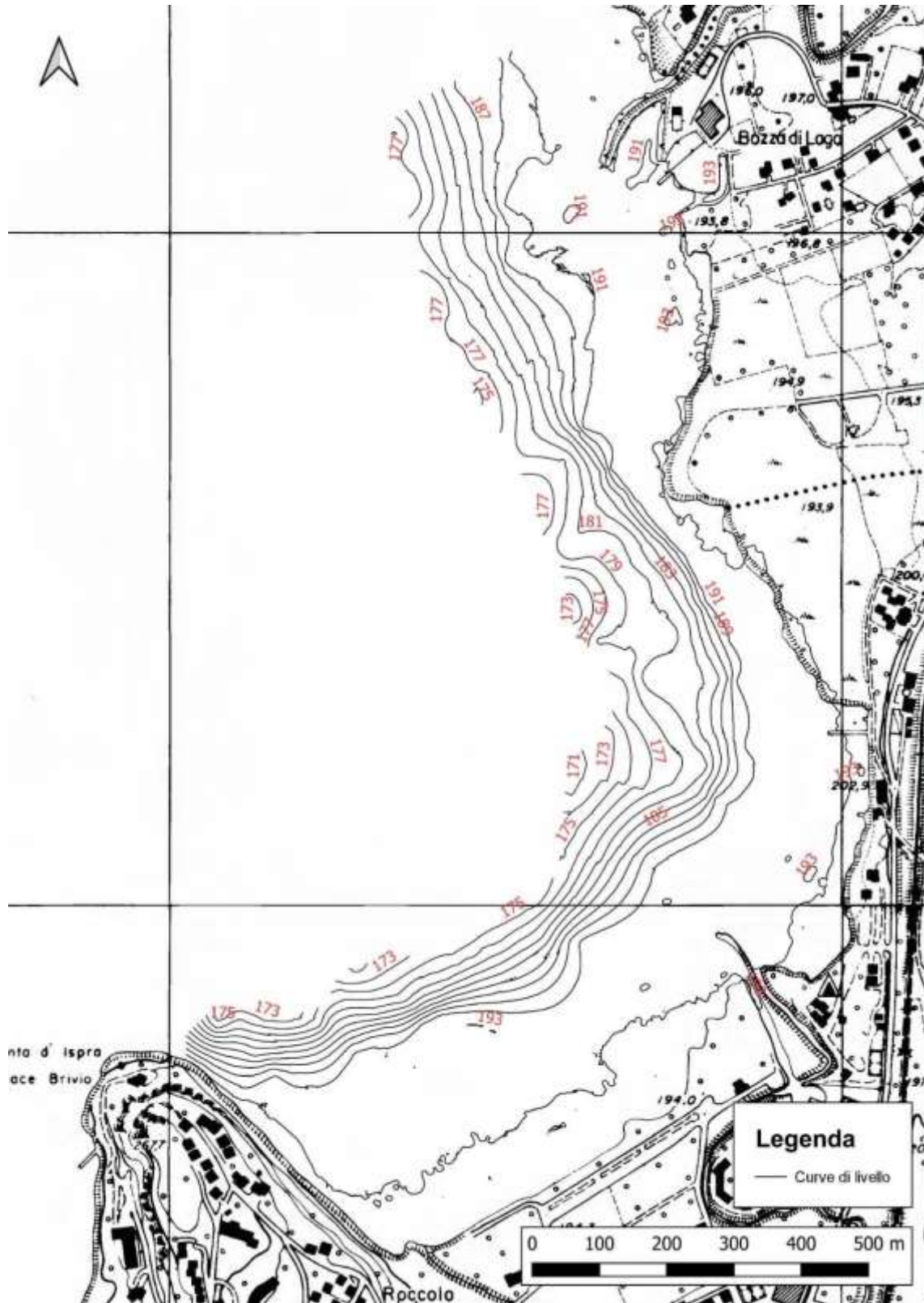


FIGURA 16. CURVE DI LIVELLO A 1M ESTRATTE DALLA BATIMETRIA SU CTR



FIGURA 17. CURVE DI LIVELLO ESTRATTE DALLA BATIMETRIA SU ORTOFOTO

3.1.6 Stazione B6 – LBR 10

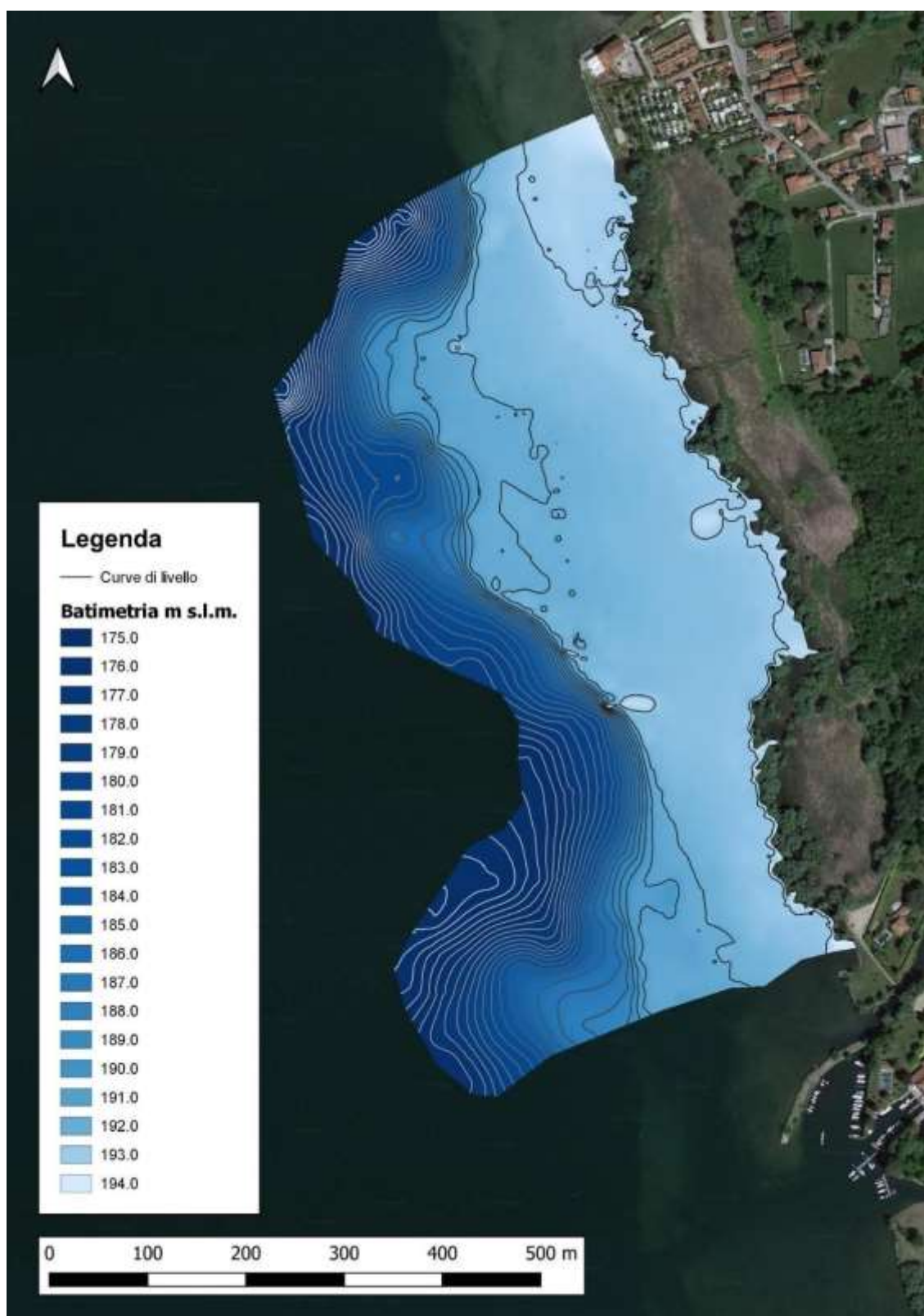


FIGURA 18. ELABORAZIONE DELLA BATIMETRIA NELLE STAZIONI DI MONVALLE NORD B6

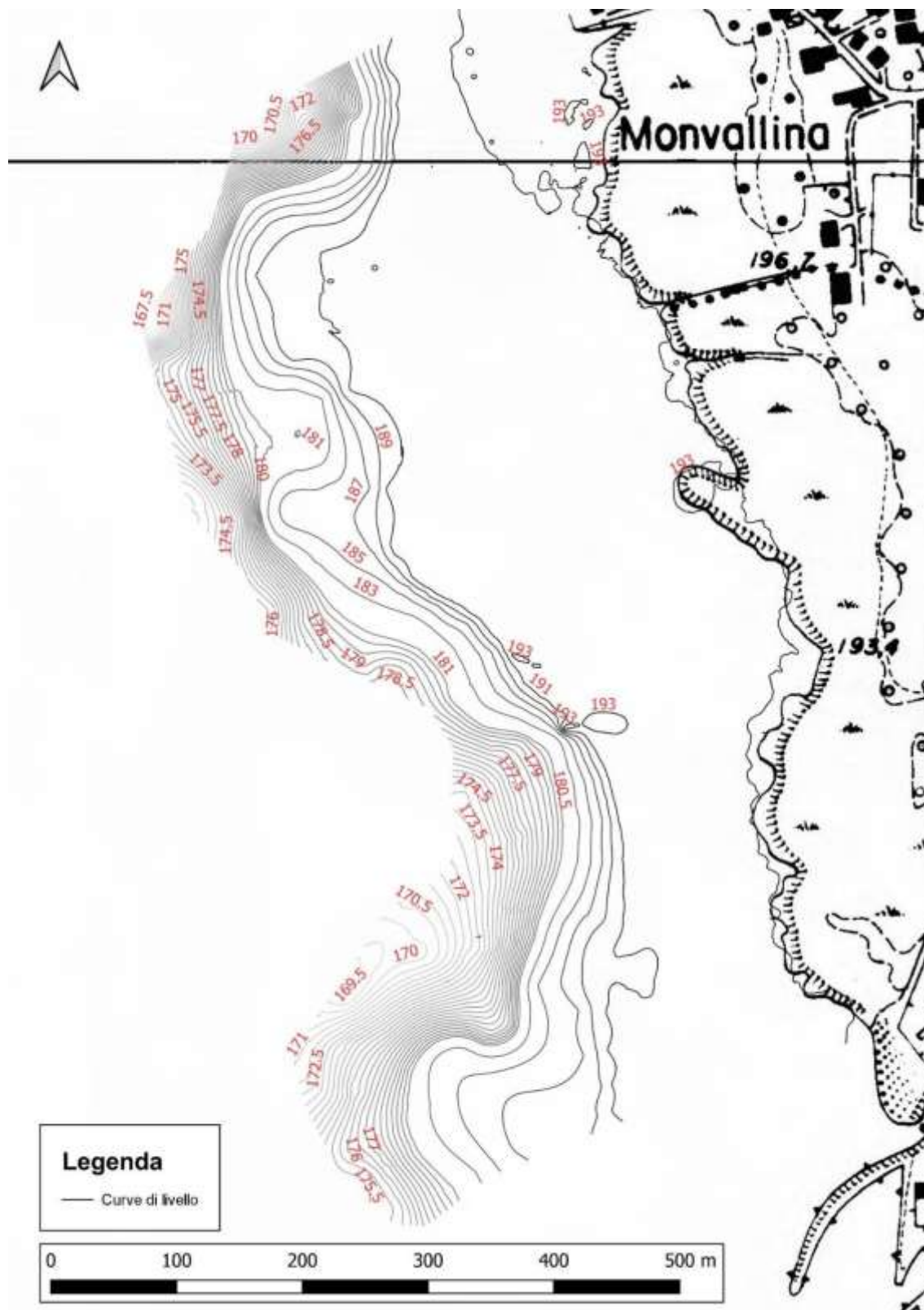


FIGURA 19. CURVE DI LIVELLO A 1M ESTRATTE DALLA BATIMETRIA SU CTR



FIGURA 20. CURVE DI LIVELLO ESTRATTE DALLA BATIMETRIA SU ORTOFOTO

3.2 ELABORAZIONE DEI DATI DEI RILIEVI LIDAR E DEI RILIEVI TOPOGRAFICI

Nei seguenti paragrafi si riporta l'elaborazione grafica del DTM ottenuto dal rilievo LIDAR.

3.2.1 Stazione R1, L1 – LBR 01



FIGURA 21 –ELABORAZIONE DEL LIDAR NELL'AREA DI SESTO CALENDE (STAZIONE LBR 01)

3.2.2 Stazione R2, L2 – LBR 0 2

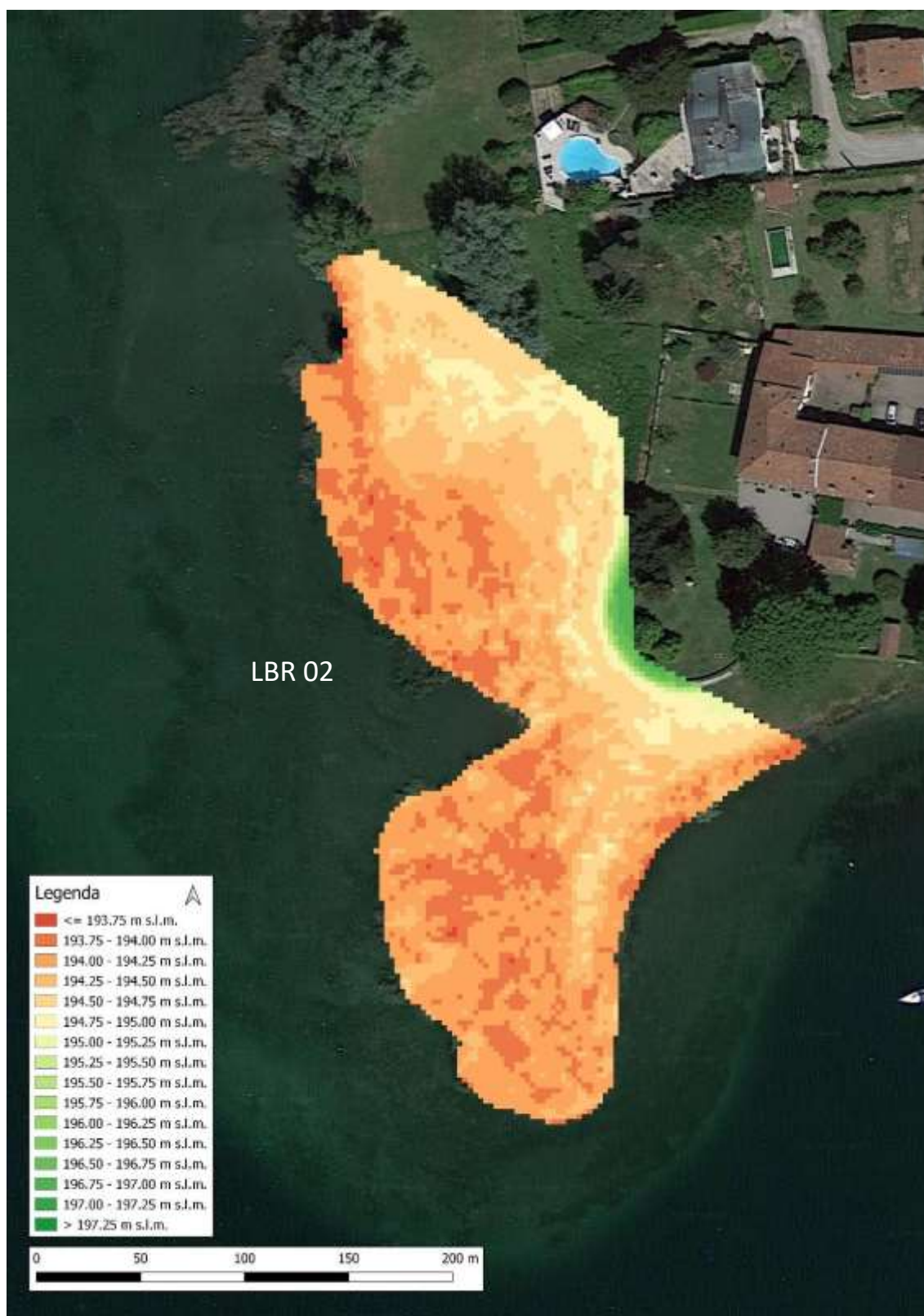


FIGURA 22. ELABORAZIONE DEL LIDAR NELL'AREA DI LISANZA (STAZIONE LBR 02)

3.2.3 Stazione R3, R4, L3 – LBR 0 3, LBR 04

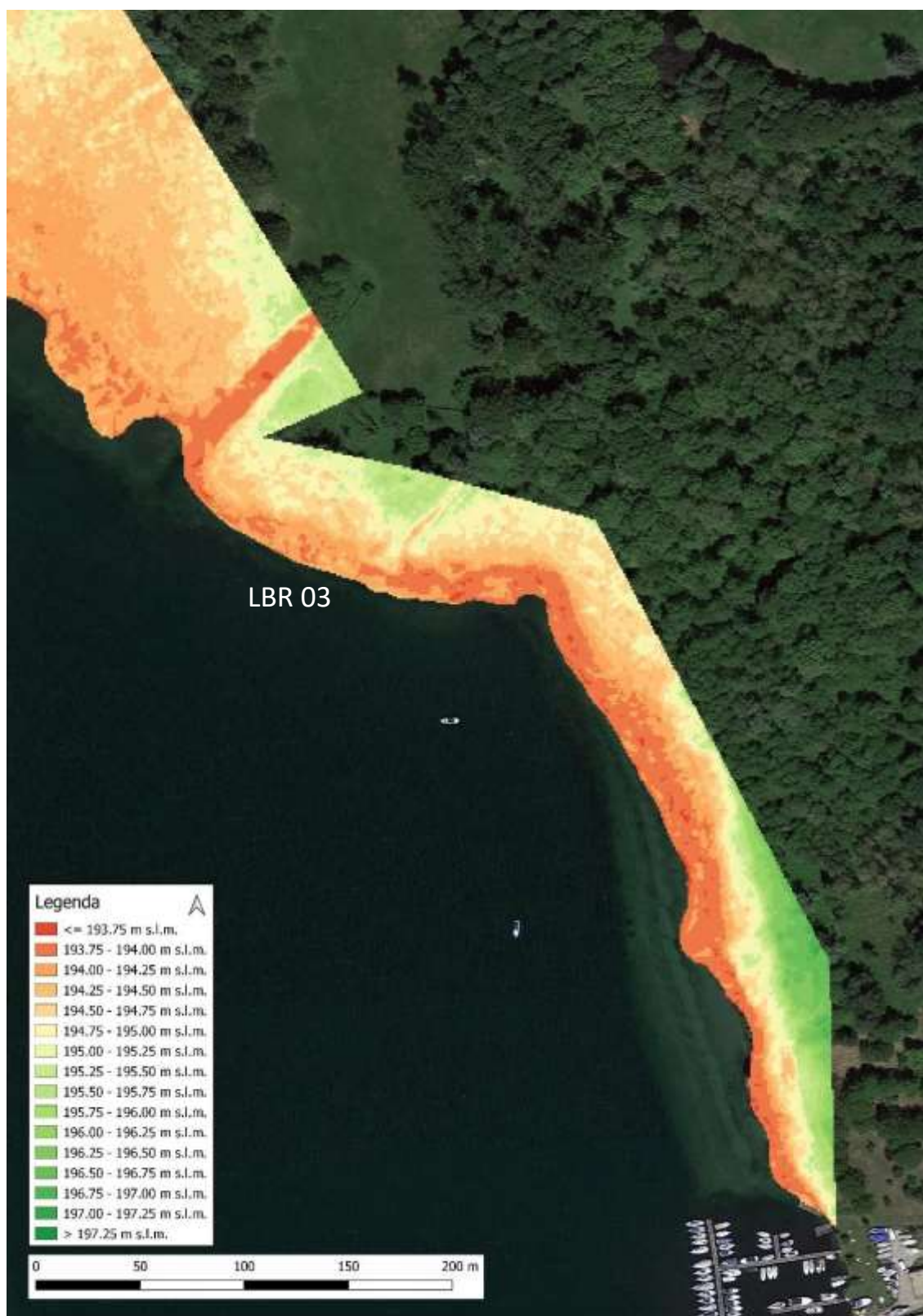


FIGURA 23. ELABORAZIONE DEL LIDAR NELL'AREA A SUD DI ANGERA (STAZIONE LBR 03)



FIGURA 24. ELABORAZIONE DEL LIDAR NELL'AREA A SUD DI ANGERA (STAZIONE LBR 04)

3.2.4 Stazione R5, R6, L4 – LBR 0 5, LBR 06

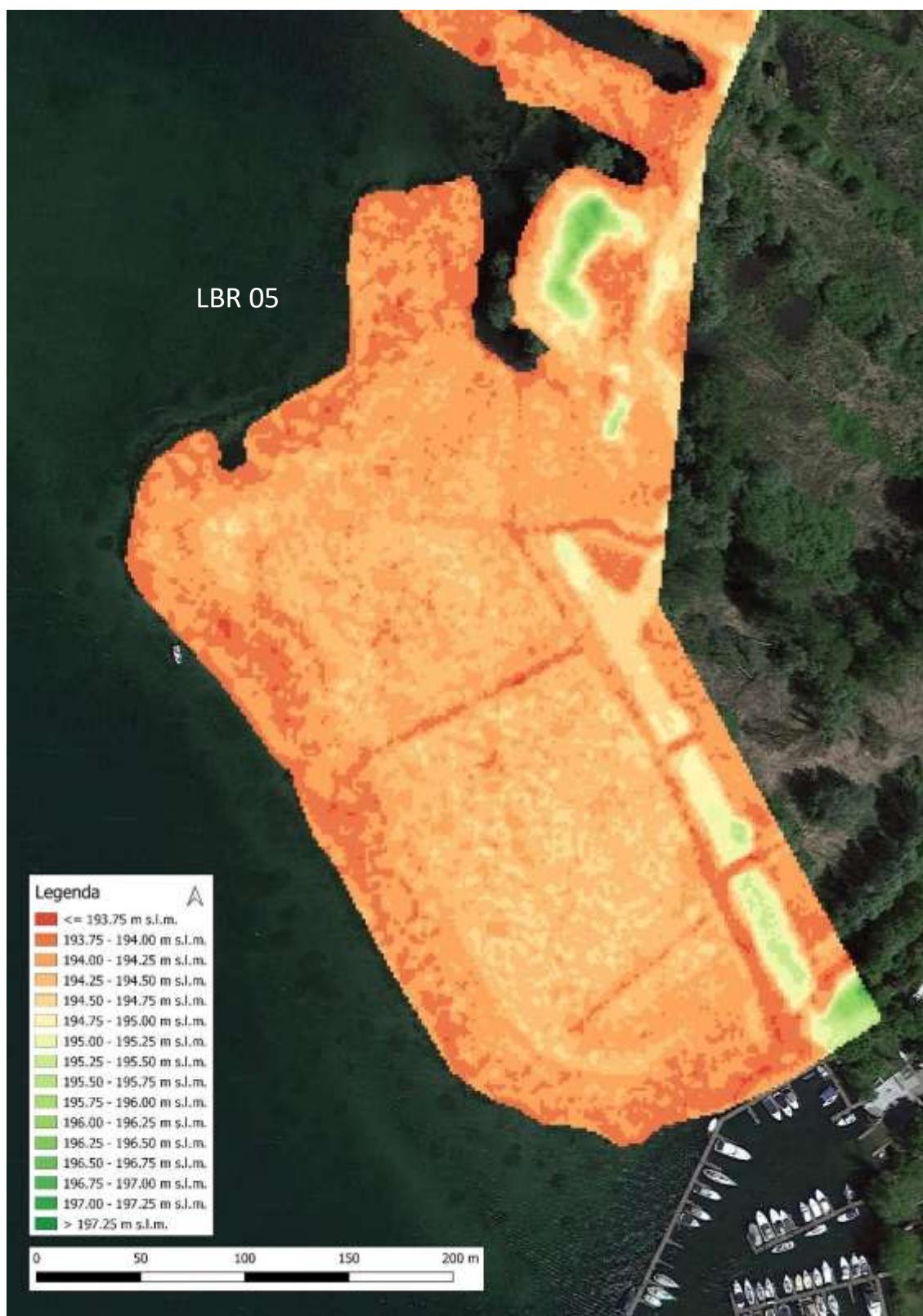


FIGURA 25. ELABORAZIONE DEL LIDAR NELL'AREA DI ANGERA (STAZIONE LBR 05)

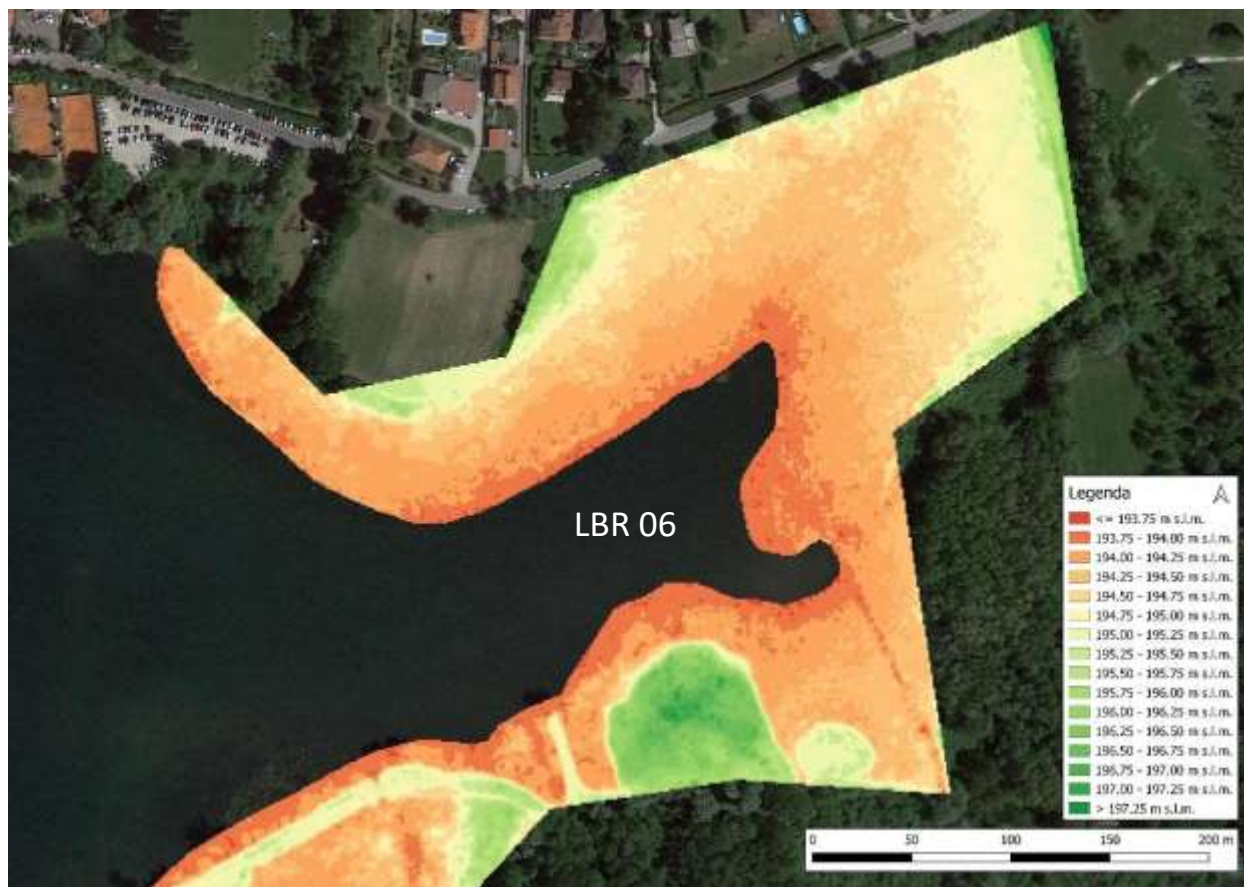


FIGURA 26. ELABORAZIONE DEL LIDAR NELL'AREA DI ANGERA (STAZIONE LBR 06)

3.2.5 Stazione R7, R8, R9, R10, L5 – LBR 07, LBR 08, LBR 09, LBR 10

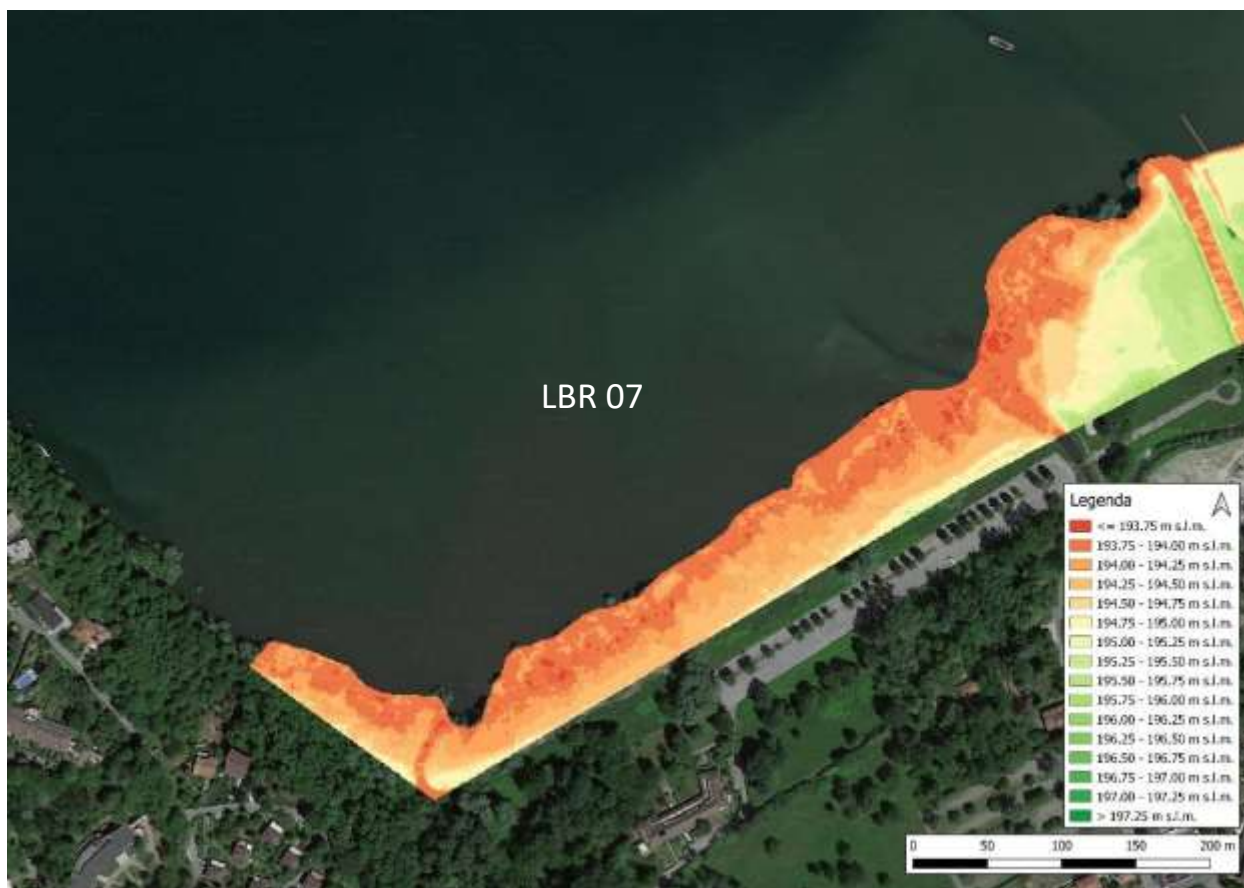


FIGURA 27. ELABORAZIONE DEL LIDAR NELL'AREA DI LISANZA (STAZIONE LBR 07)

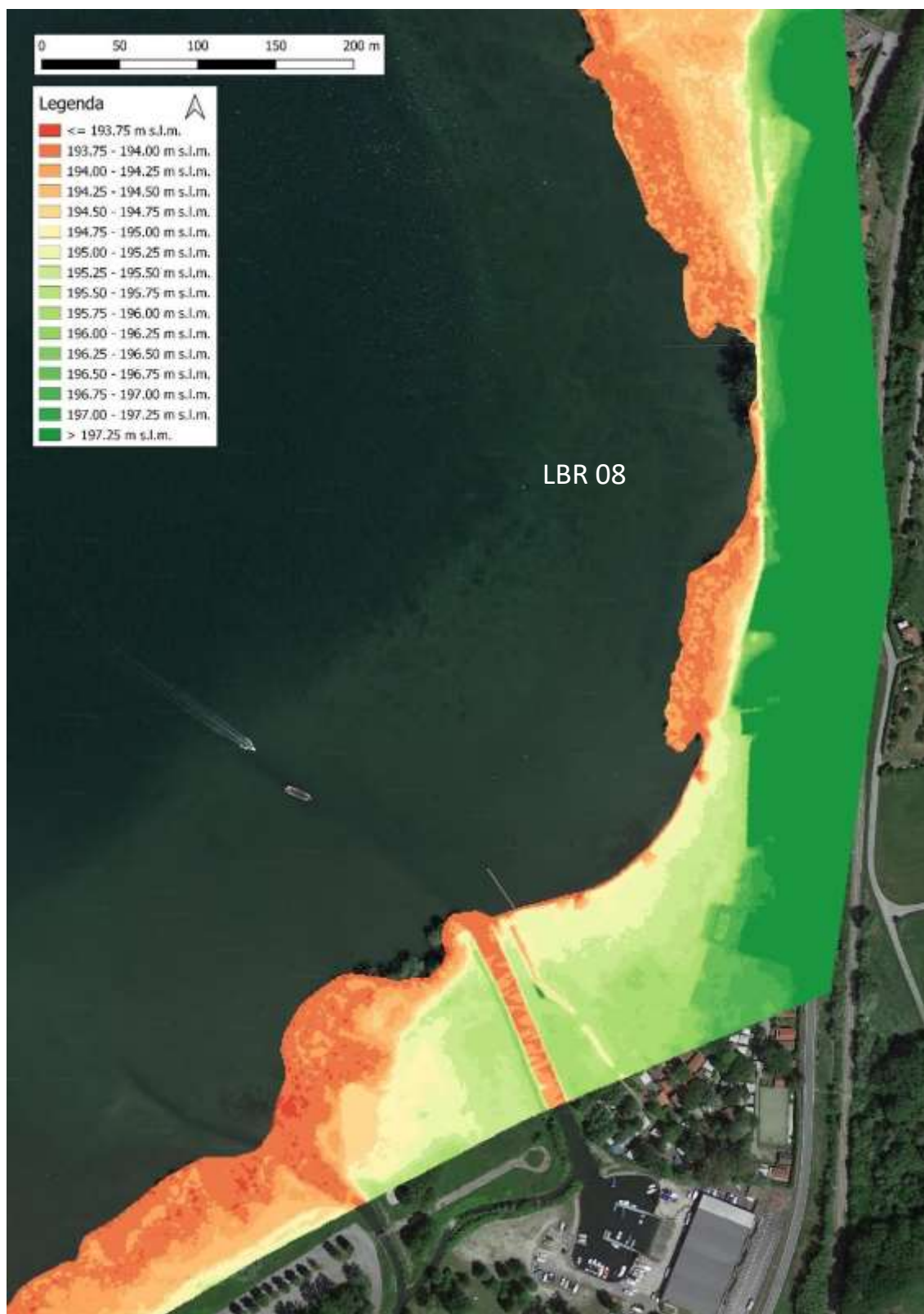


FIGURA ELABORAZIONE DEL LIDAR NELL'AREA DI LISANZA (STAZIONE LBR

28.

08)

FIGURA ELABORAZIONE DEL LIDAR NELL'AREA DI LISANZA (STAZIONE LBR

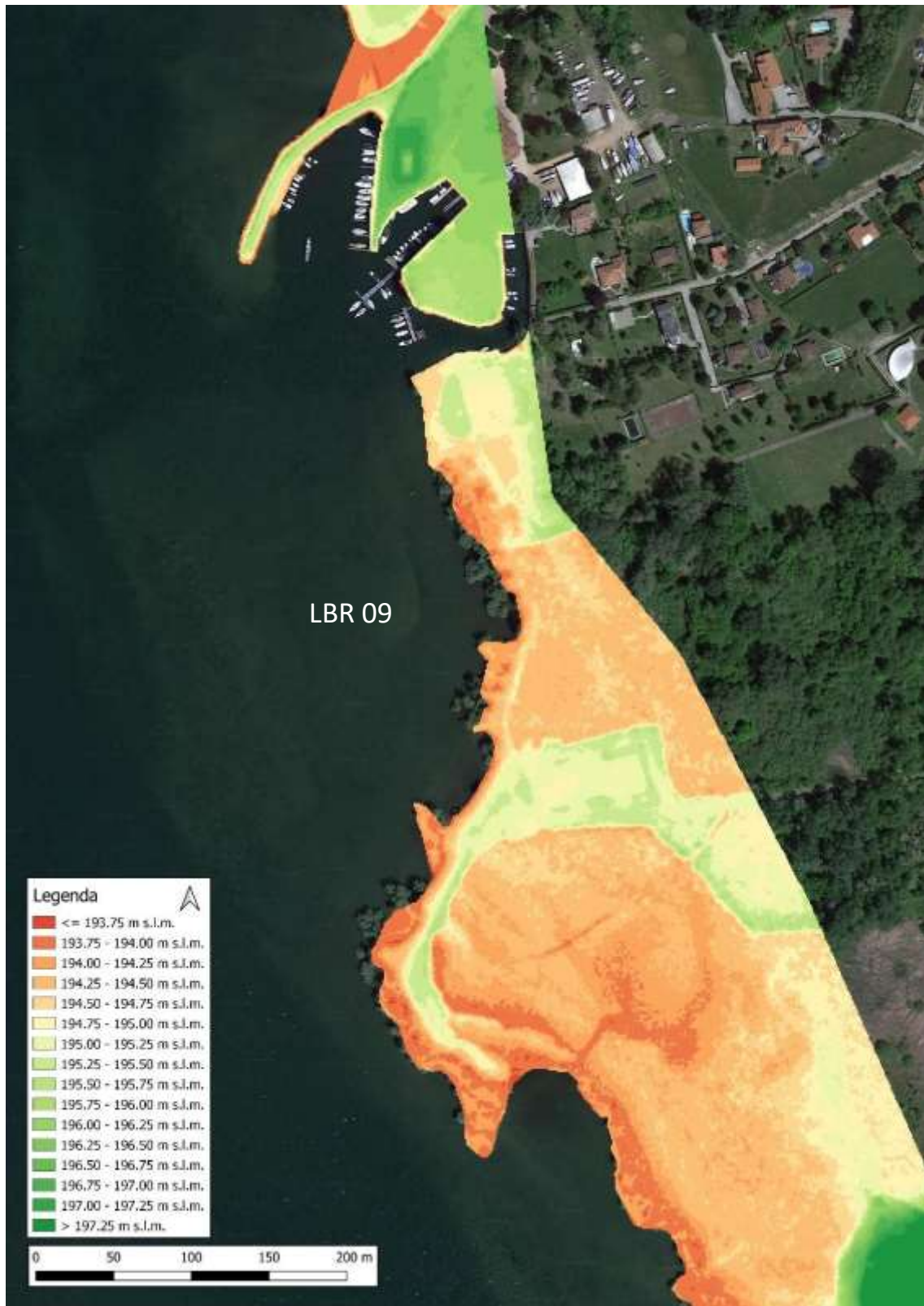


FIGURA ELABORAZIONE DEL LIDAR NELL'AREA DI LISANZA (STAZIONE LBR

29.

09)

FIGURA ELABORAZIONE DEL LIDAR NELL'AREA DI LISANZA (STAZIONE LBR

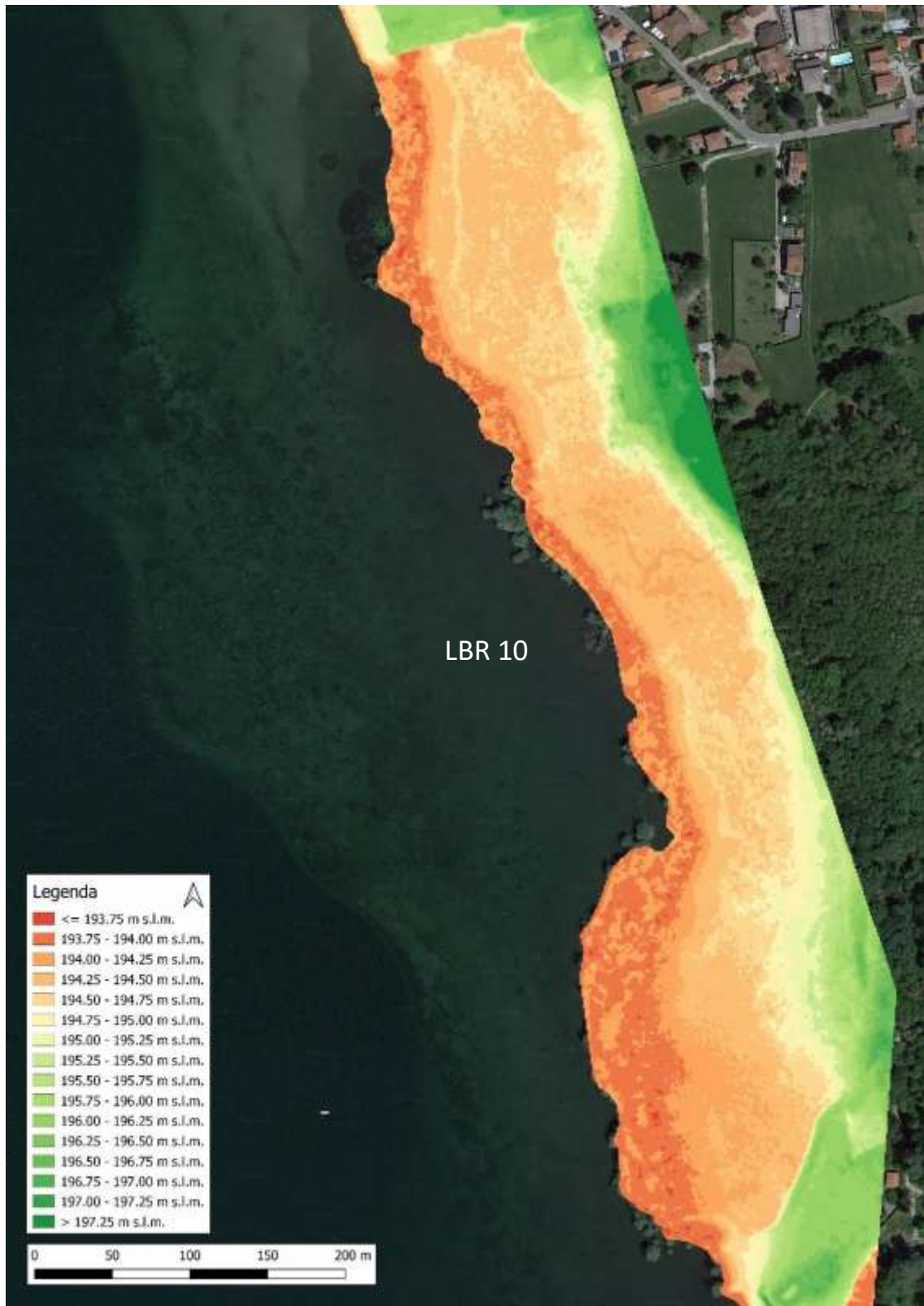


FIGURA ELABORAZIONE DEL LIDAR NELL'AREA DI LISANZA (STAZIONE LBR

30.

10)

FIGURA ELABORAZIONE DEL LIDAR NELL'AREA DI LISANZA (STAZIONE LBR

3.2.6 Stazione R11, L6 – LR 11

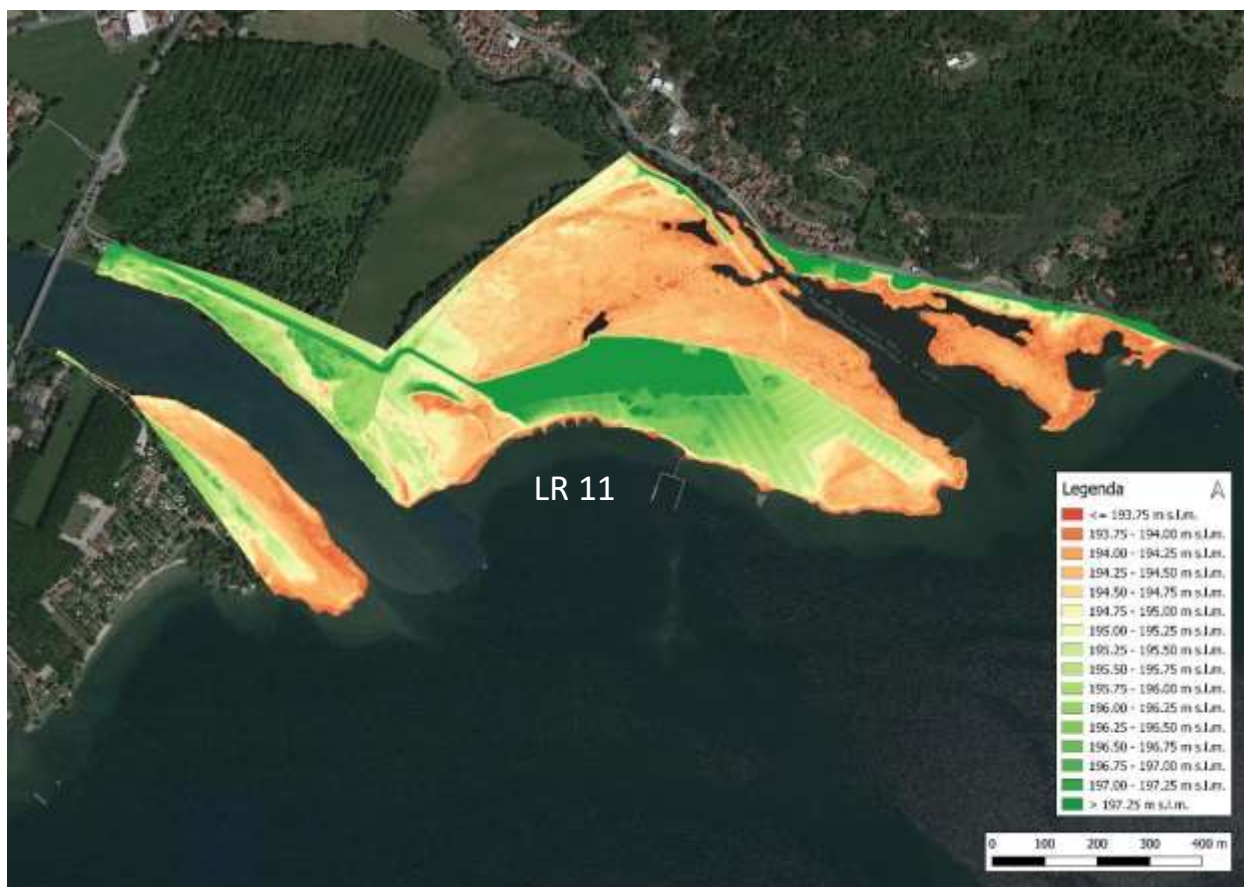


FIGURA 31. ELABORAZIONE DEL LIDAR NELL'AREA DI FONDOTOCE (STAZIONE LR 11)

3.2.7 Stazione R12, R13, L7 – LR 12, LR 13

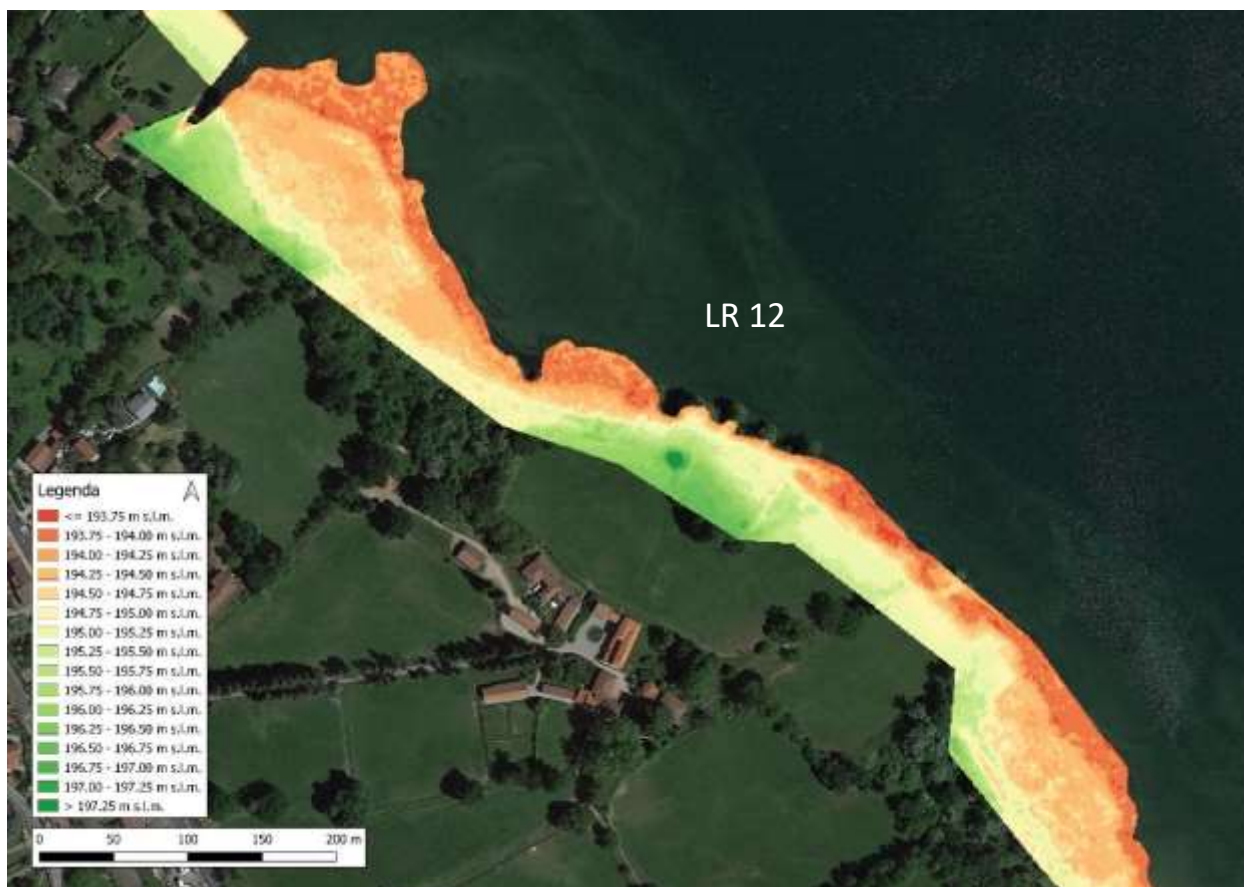


FIGURA 32. ELABORAZIONE DEL LIDAR NELL'AREA DI DORMELLETO (STAZIONE LR 12)



FIGURA 33. ELABORAZIONE DEL LIDAR NELL'AREA DI DORMELLETO (STAZIONE LR 13)

3.3 RILIEVO FRONTE CANNETO

Nei seguenti paragrafi viene riportata la rappresentazione grafica dei rilievi eseguiti sul fronte del canneto nelle aree selezionate.

3.3.1 Rilievo canneto 1, 2, 3 (ANG1, ANG2 e ANGSUD)



FIGURA 34. RILIEVO FRONTE CANNETO NELLA STAZIONE ANG1 NEI 3 ANNI DI MONITORAGGIO



FIGURA 35. RILIEVO FRONTE CANNETO NELLA STAZIONE ANG2 NEI 3 ANNI DI MONITORAGGIO



FIGURA 36. RILIEVO FRONTE CANNETO NELLA STAZIONE ANGSUD NEI 3 ANNI DI MONITORAGGIO

3.3.2 Rilievo canneto 4, 5, 6, 7, 8 (DORM1, DORM2, DORM3, DORM4 e DORM5)

Analisi dei dati relativi alla morfologia dei litorali e Rilievo dello stato ed estensione della vegetazione igrofila
Ing. Stefano Molinari

PAGINA 41



FIGURA 37. RILIEVO FRONTE CANNETO NELLE STAZIONI DORM1 E DORM2 NEI 3 ANNI DI MONITORAGGIO

Analisi dei dati relativi alla morfologia dei litorali e Rilievo dello stato ed estensione della vegetazione igrofila Ing. Stefano Molinari PAGINA 42



FIGURA 38. RILIEVO FRONTE CANNETO NELLE STAZIONI DORM3 E DORM4 NEI 3 ANNI DI MONITORAGGIO



FIGURA 39. RILIEVO FRONTE CANNETO NELLA STAZIONE DORM5 NEI 3 ANNI DI MONITORAGGIO

3.3.3 Rilievo canneto 9, 10 (MONV e MONVSUD)

Analisi dei dati relativi alla morfologia dei litorali e Rilievo dello stato ed estensione della vegetazione igrofila
Ing. Stefano Molinari

PAGINA 44



Analisi dei dati relativi alla morfologia dei litorali e Rilievo dello stato ed estensione della vegetazione igrofila
Ing. Stefano Molinari

PAGINA 49

FIGURA 40. RILIEVO FRONTE CANNETO NELLA STAZIONE MONV NEI 3 ANNI DI MONITORAGGIO



FIGURA 41. RILIEVO FRONTE CANNETO NELLA STAZIONE MONVSUD NEI 3 ANNI DI MONITORAGGIO

3.3.4 Rilievo canneto 11 e 12 (FTC1 e FTC2)



FIGURA 42. RILIEVO FRONTE CANNETO NELLE STAZIONI FTC1 E FTC2 NEI 3 ANNI DI MONITORAGGIO

3.3.5 Rilievo canneto 13, 14, 15, 16, 17 e 18 (LIS, STC1, STC2, STC3, STC4 e STC5)



FIGURA 43. RILIEVO FRONTE CANNETO NELLA STAZIONE LIS NEI 3 ANNI DI MONITORAGGIO



FIGURA 44. RILIEVO FRONTE CANNETO NELLE STAZIONI STC1, STC2, STC3, STC4 E STC5 NEI 3 ANNI DI MONITORAGGIO

4 CONCLUSIONI

Tutte le attività del programma di lavoro sono state portate a termine. Nello specifico, il progetto ha previsto l'elaborazione dei rilievi effettuati nell'ambito dell'attività "Rilievo della morfologia dei litorali" e il rilievo della vegetazione lacustre che sarà elaborato nell'ambito dell'attività "Rilievo e analisi dello stato ed estensione della vegetazione igrofila".

Il programma di lavoro ha previsto l'analisi e l'elaborazione di 10 rilievi batimetrici e 13 rilievi topografici i quali sono stati associati ai rilievi effettuati tramite la tecnologia LIDAR e il rilievo del fronte di 18 aree di canneto per permetterne l'osservazione della sua evoluzione fra il 2020 e il 2022.

Morazzone, 24/02/2023

Ing. Stefano Molinari