



Comune di Terralba

Provincia di Oristano



Stima dell'invarianza idraulica per la "Realizzazione dello Stralcio Funzionale del piano di lottizzazione al comparto D 2.1" Comune di Terralba" - Provincia di Oristano

Variante piano attuativo - Comparto D2.1

***Stima dell'invarianza idraulica
(ex art.47 delle NTA del PAI)***

DATA:
Gennaio 2024

Aggiornamento:
Dicembre 2025

SCALA:

Allegato I.A.1

Il tecnico incaricato

Dott. Ing. Fabrizio Staffa



N. 5453

**ORDINE INGEGNERI
PROVINCIA DI CAGLIARI**

Dott. Ing. FABRIZIO STAFFA

Il Sindaco

Dott. Sandro Pili

Il responsabile del servizio

Geom. Romano Pitzus

*Stima dell'invarianza idraulica per
STRALCIO FUNZIONALE DEL PIANO DI LOTTIZZAZIONE AL COMPARTO
D2.1, AD USO COMMERCIALE E DIREZIONALE,
APPROVATO CON DELIBERA CONSILIARE N. 47 DEL 22/07/2008.
LIEVE TRASLAZIONE DELL'ASSE DI DUE TRATTI DI VIABILITA' INTERNA.
Comune di Terralba – Provincia di Oristano*

Allegato I.A.1

Stima dell'invarianza idraulica

Rev. Dicembre 2025

Indice

1	Premessa.....	3
2	Inquadramento territoriale degli interventi in progetto.....	4
2.1	Inquadramento territoriale dell'area oggetto dello Studio di Assetto	
Idrogeologico.....		4
3	Descrizione del progetto	9
3.1	Tipologie edilizie.....	9
3.2	Viabilità	9
3.3	SPAZI AD USO PUBBLICO.	9
3.4	RETE ACQUE METEORICHE.....	9
3.5	RETE FOGNARIA (ACQUE NERE)	10
3.6	RETE IDRICA	10
3.7	RETE DI ILLUMINAZIONE SPAZI AD USO PUBBLICO E VIABILITA'	10
3.8	RETE ENEL DI DISTRIBUZIONE DELLA ENERGIA ELETTRICA NEI FABBRICATI	11
3.9	RETE DI DISTRIBUZIONE DATI.....	11
4	Pericolosità idraulica e vulnerabilità per le persone.	12
5	Stima dell'invarianza idraulica	15
5.1	Stato attuale o ante operam.....	15
5.2	Stato di progetto post operam.....	17
5.3	Stima dell'idrogramma di piena	19
5.3.1	Ietogramma di pioggia	19
5.3.2	Calcolo dell'idrogramma di piena, basi di calcolo	21
5.3.3	Confronto dell'idrogramma di piena ex ante e ex post	22
5.4	Risultati dello studio di invarianza	22
5.5	Opere di compensazione.....	25
5.5.1	Dimensionamento vasca di laminazione singola	25
5.5.2	Vasche di laminazione e sistemi di raccolta diffusi.....	28
5.5.3	Disciplina degli Interventi di Demolizione e Ricostruzione su Lotti Edificati ai fini	
dell'Invarianza Idraulica.		29

1 Premessa

Nell'ambito della ***"Realizzazione dello Stralcio Funzionale del piano di lottizzazione al comparto D 2.1 del Comune di Terralba"*** su incarico del Comune di Terralba si è proceduto alla redazione del presente allegato, in cui si sviluppa la stima dell'invarianza idraulica ai sensi dell'art. 47 del Titolo V delle Norme di Attuazione del PAI, al fine di fornire delle indicazioni operative in merito alla concreta attuazione del principio dell'invarianza idraulica al fine di indirizzare e supportare la redazione degli strumenti attuativi del piano in studio, infatti l'art. 47 ai commi 2 e 3 stabilisce che:

"I comuni in sede di redazione degli strumenti urbanistici generali o di loro varianti generali e in sede di redazione degli strumenti urbanistici attuativi, stabiliscono che le trasformazioni dell'uso del suolo rispettino il principio dell'invarianza idraulica."

"Gli strumenti urbanistici generali ed attuativi individuano e definiscono le infrastrutture necessarie per soddisfare il principio dell'invarianza idraulica per gli ambiti di nuova trasformazione e disciplinano le modalità per il suo conseguimento, anche mediante la realizzazione di vasche di laminazione."

Per invarianza idraulica, ai sensi dell'Art. 47 delle integrazioni del Titolo V del PAI contenente le " Norme in materia di coordinamento tra il PAI e il Piano di Gestione del rischio di alluvioni (PRGA)" si intende il principio in base al quale le portate di deflusso meteorico scaricato dalle aree urbanizzate nei recettori naturali o artificiali di valle non siano maggiori di quelle preesistenti all'urbanizzazione.

E' necessario quindi calcolare l'idrogramma di piena e il corrispondente volume di deflusso, per tempi di ritorno T, pari a 20 anni e 50 anni considerando due diverse configurazioni: stato attuale o ante operam e uno stato di progetto post operam.

Lo scopo dello studio è verificare se la risposta del bacino è stata modificata e in che misura dalla realizzazione delle opere di trasformazione del territorio.

Nei paragrafi seguenti viene brevemente descritta la procedura adottata e i risultati ottenuti.

2 Inquadramento territoriale degli interventi in progetto

2.1 Inquadramento territoriale dell'area oggetto dello Studio di Assetto Idrogeologico

La superficie totale interessata dallo stralcio funzionale n. 1 del comparto urbanistica "D2" - zona a destinazione commerciale e direzionale, identificata dal nuovo strumento urbanistico come zona "D2.1", risulta dalla somma delle seguenti sub-zone (sup. reali):

Superficie da destinare a lotti edificabili = 45010.00 mq

Superficie da destinare a viabilità = 13352.00 mq

Superficie da destinare a spazio ad uso pubblico = 15182.00 mq

La lottizzazione in oggetto ha una superficie urbanistica Totale pari a **73,544 mq.**



Figure 2.1: Panoramica dell'area oggetto della lottizzazione in studio su Google Earth

Dal punto di vista cartografico la lottizzazione è inquadrata nel Foglio n. 538 Sezione I "Terralba" della Cartografia I.G.M. in scala 1:25.000 e nella Sezione 538 080 "Terralba" della Carta Tecnica Regionale (C.T.R.) della Sardegna in scala 1:10.000.

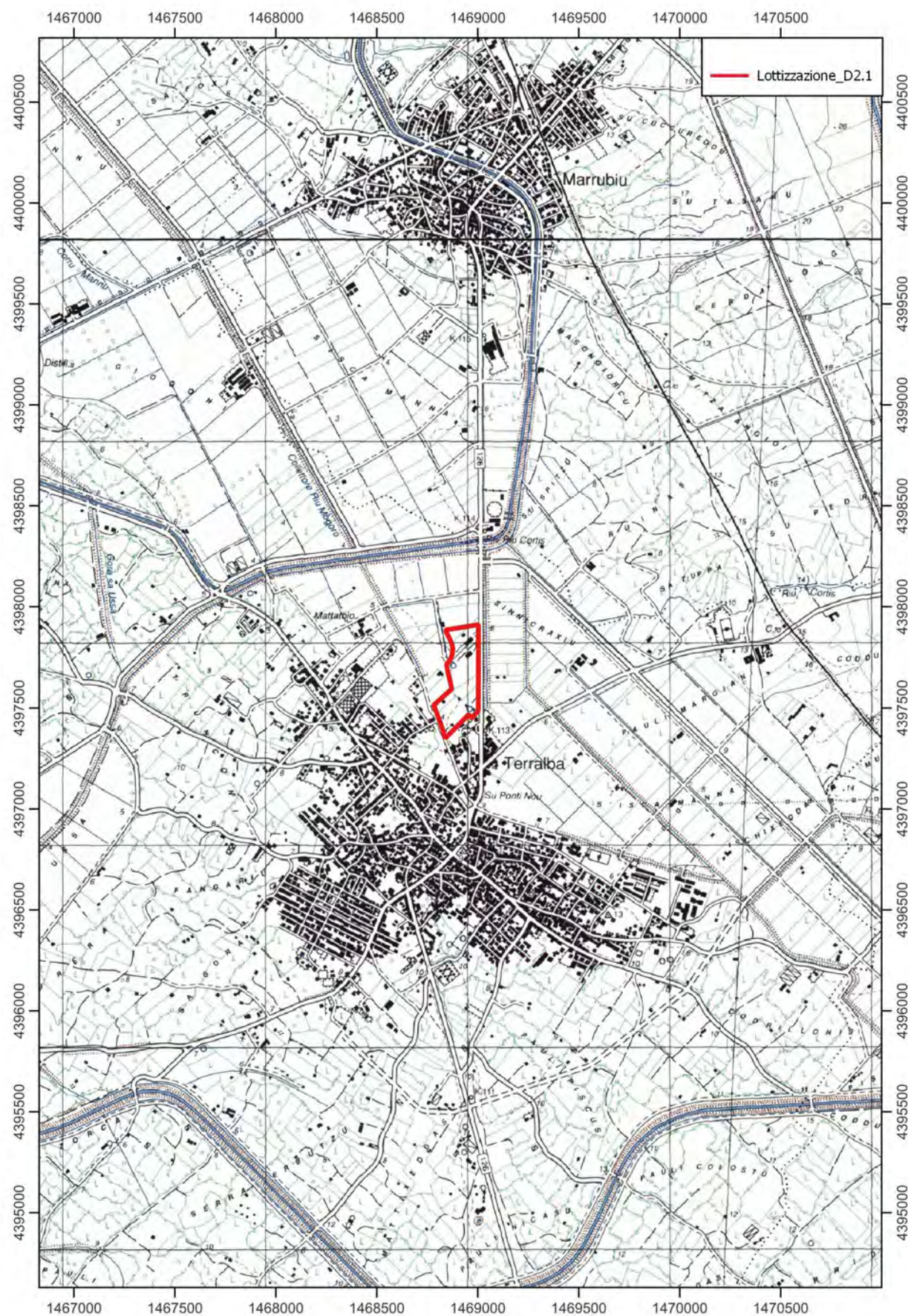


Figura 2.2: Inquadratura dell'area in studio su Stralcio del Foglio n. 538 Sezione I "Terralba", sulla cartografia IGM in scala 1:25.000.

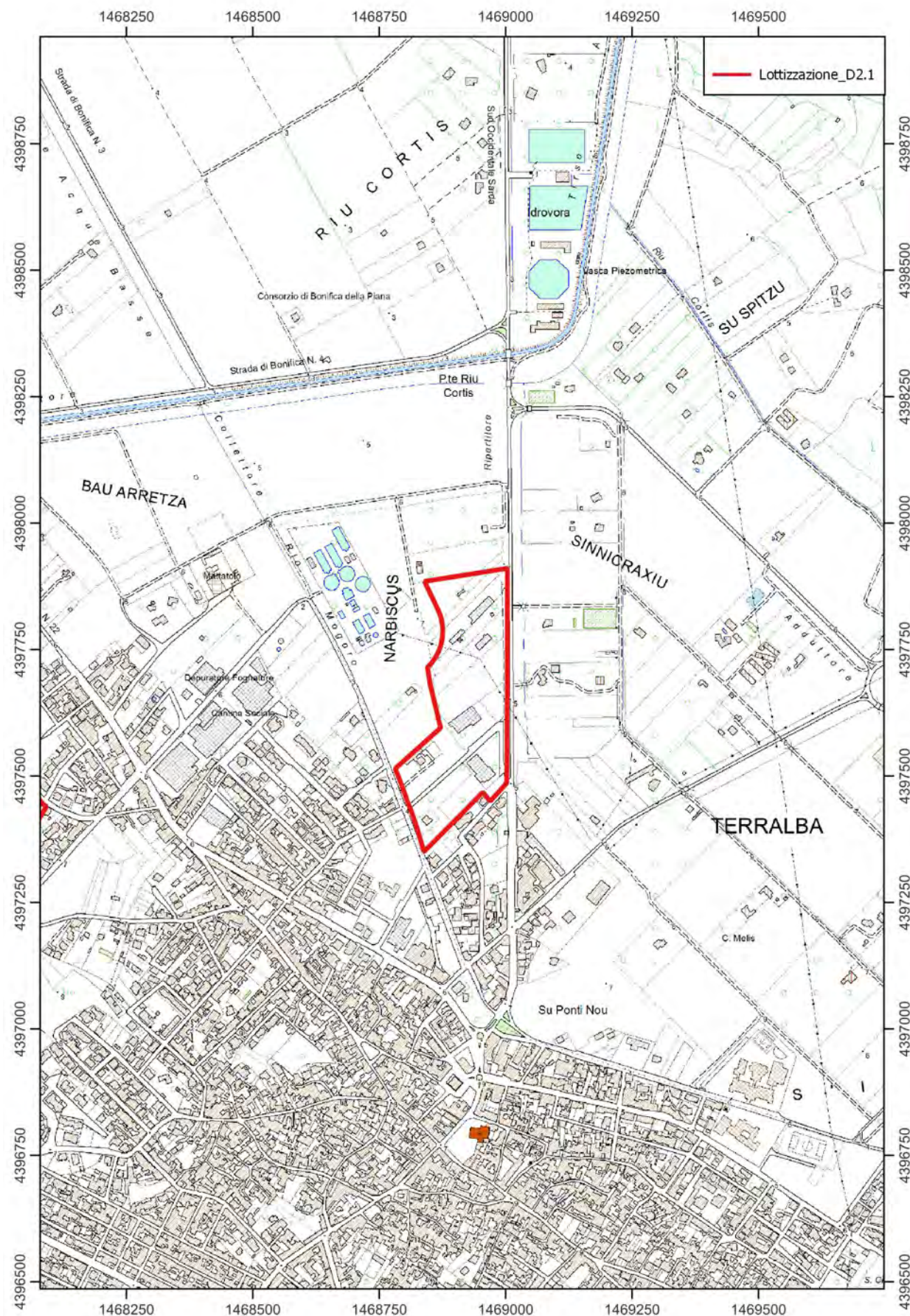


Figura 2.3: Inquadratura dell'area in studio su Stralcio della Sezione n. 538 080 "Terralba", del DGBT della Carta Tecnica Regionale della Sardegna in scala 1:10.000

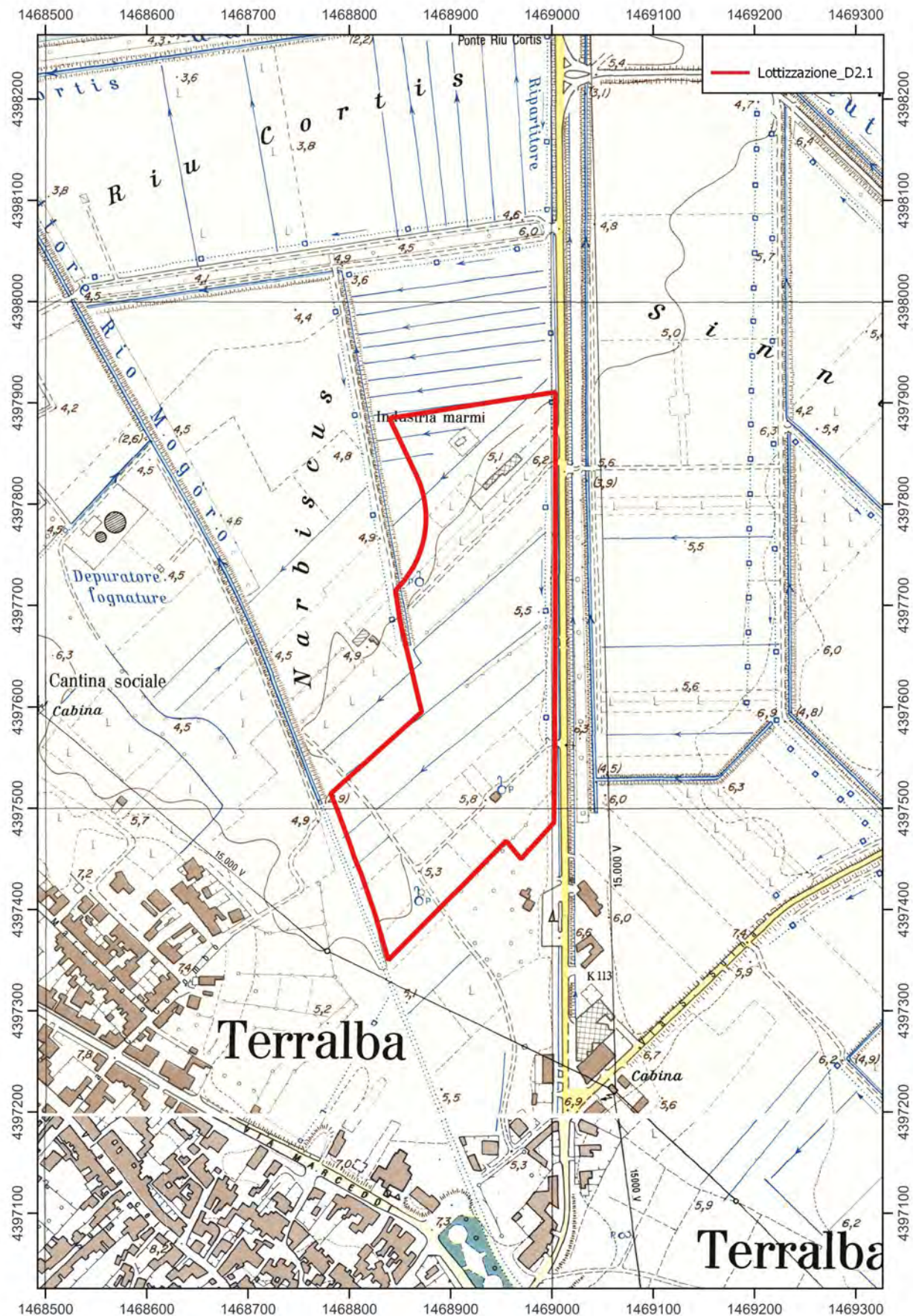


Figura 2.4: Inquadratura dell'area in studio su Stralcio della Sezione n. 538 081 "Terralba", del DGBT della Carta Tecnica Regionale della Sardegna in scala 1:5.000



Figura 2.5: Inquadramento dell'area in studio su ortofoto del 2019 Servizi WMS del geoportale della Regione Sardegna.

3 Descrizione del progetto

3.1 Tipologie edilizie

Saranno consentite all'interno dello stralcio le tipologie edilizie tipiche delle zone commerciali e direzionali (VEDI TAVOLA GRAFICA N. 5). I fabbricati saranno caratterizzati dalla formazione di un piano rialzato e di un eventuale primo piano, la cui costruzione o meno risponderà alla specifica funzionalità del progetto esecutivo preso in esame per il soddisfacimento delle esigenze della committenza.

Lo studio delle tipologie edilizie prevede che nei lotti edificatori , sia consentita la realizzazione di un unico fabbricato con superficie massima di vendita di 1800 mq (valore imposto dal regolamento vigente), oppure la realizzazione di un unico corpo di fabbrica frazionabile in più locali commerciali o direzionali, completamente indipendenti, con superficie massima di vendita inferiore o uguale a 1800 mq per ciascuno, richiesti con una sola Concessione edilizia .

Si noti inoltre come gli schemi tipologici degli ambienti interni, indicati nella tavola grafica N. 5, allegata al progetto esecutivo saranno puramente indicativi e non vincolanti per la progettazione esecutiva dei fabbricati stessi .

3.2 Viabilità

Individuata nella tavola grafica N. 12 ,la viabilità di piano presenta una carreggiata principale di m. 10.00, composta da due corsie di m. 4.0 ciascuna e da due marciapiedi laterali aventi larghezza di m. 1.00. La viabilità di piano si sviluppa secondo due direttrici principali rispettando la posizione di accesso e transito relativa alla disposizione in pianta dei lotti e gli spazi ad uso pubblico e tali da collegare la viabilità del piano di lottizzazione a quella esistente .

Le strade sono previste su sottofondo costituito da un minimo di 20 cm in misto arido di fiume o di cava compresso con rullo da 16/18 tonnellate , con rifinitura superficiale realizzata mediante binder chiuso avente almeno 7 cm di spessore.

3.3 SPAZI AD USO PUBBLICO.

Gli spazi ad uso pubblico , meglio evidenziati nella tavola n. 12 , sono stati destinati a verde pubblico , a parcheggi e relativi spazi di manovra . Il sottofondo e la finitura superficiale dei parcheggi e spazi di manovra è identica a quella prevista per la viabilità di piano.

3.4 RETE ACQUE METEORICHE

Lo smaltimento delle acque meteoriche avverrà mediante convogliamento delle stesse sulla rete di smaltimento mista acque bianche e nere, interna, realizzata con tubazioni in cls vibrato del diametro di almeno 400 mm, interrata ad adeguata profondità, incamiciata con bauletto in cls ed opportunamente sigillata e collegata ai pozzetti di raccolta e convogliamento di adeguate dimensioni, poste sul lato strada

secondo quanto previsto nelle tavole grafiche di progetto N. 8 -9.

3.5 RETE FOGNARIA (ACQUE NERE)

La rete fognaria per le acque nere (rete fognaria mista acque bianche e nere), verrà realizzata con tubazione in gres ceramico del diametro di 400 mm, rete fognaria interna, e mediante tubazione in gres ceramico del diametro di mm 150 per il collegamento dei lotti con la rete interna principale. La rete interna verrà collegata con quella esistente lungo la via Coghinas e posata entro scavo ad una profondità adeguata alle pendenze e alle quote dei collettori esistenti , su letto e rinfiando in cls ricoperto con sabbia fine o terreno , se di buona qualità, proveniente dagli scavi .

Le tubazioni saranno definite anche mediante l'introduzione di pozzetti di ispezione e comando opportunamente collegati alle rispettive linee ed alla linea esistente .

Gli allacciamenti alla rete pubblica comunale avverranno secondo le indicazioni concordate con L'Ufficio tecnico comunale e l'ente gestore dell'acquedotto . Si rimanda alla lettura delle tavole grafiche di progetto N. 6 - 7 allegate per la lettura dello schema planimetrico delle acque nere.

3.6 RETE IDRICA

La rete idrica verrà realizzata con tubazione in ghisa sferoidale per acquedotto conforme alle Norme UNI EN 545 classe K9 , del diametro minimo di 100 mm, o in alternativa mediante tubazione in lega polimerica PVC-A posata ad una profondità non inferiore a 50 cm e con caratteristiche minime di tubo PN 6 e diametro 63 mm, ricoperta da uno strato di sabbia fine.

La rete idrica di adduzione dovrà essere collegata alla rete esistente, passante per la Via Coghinas e costituita da tubazione in Ghisa sferoidale del diametro di 100 mm (VEDI TAVOLA N. 10).

3.7 RETE DI ILLUMINAZIONE SPAZI AD USO PUBBLICO E VIABILITA' .

La rete per l'illuminazione degli spazi ad uso pubblico verrà realizzata con cavidotto di protezione linea in PVC pesante del diametro di 63 mm, incamiciato con cls, compresa la messa a terra e i cavi di trasporto e distribuzione dell'energia elettrica di adeguata sezione .

Gli "elementi di illuminazione" e in modo particolare il generico palo di illuminazione sarà così costituito: dado di fondazione del palo in cls delle dimensioni minime di cm 80x80x80 , struttura del palo costituita da palo conico tipo "Mannesmann" ad uno sbraccio di metri 1.20 tipo "Molise" e/o a frusta, armatura con lampada fluorescente; il tutto collegato con gli appositi cavi di collegamento tra linea principale di distribuzione e palo. Verrà inoltre predisposto un quadro di comando e controllo per l'impianto ed il suo collegamento con la rete esistente. Nella Tavola grafica N.11 è stato riportato lo schema planimetrico di distribuzione della linea di trasporto dell'energia elettrica e di illuminazione.

3.8 RETE ENEL DI DISTRIBUZIONE DELLA ENERGIA ELETTRICA NEI FABBRICATI

Per quanto concerne l'elettrificazione del Piano di Lottizzazione, è stato indicato uno schema planimetrico di massima riportato nella tavola grafica N. 11. Si rimanda per le caratteristiche tecniche dell'impianto agli accordi che verranno definiti con L'Ufficio Tecnico del dipartimento di Zona ENEL, sulla base della direttiva CIPE vigente ed alle ulteriori disposizioni che l'Ufficio introdurrà al fine di ottimizzare il risultato finale conseguibile .

3.9 RETE DI DISTRIBUZIONE DATI.

La rete telefonica e/o altre reti di distribuzione dati, in base alle nuove disposizioni normative e alle nuove tecnologie, verrà concordata e realizzata in accordo con la società preposta per la distribuzione informatizzata dei dati.

4 Pericolosità idraulica e vulnerabilità per le persone.

Come illustrato nella Figura 4.1 l'area interessata dalla lottizzazione in studio ricade interamente nella aree Hi^* (V_p vulnerabilità per le persone minore di 0,75) così come individuate nell'ambito della Variante puntuale al PAI, ai sensi degli artt. 8 e 37 delle Norme di Attuazione – Deliberazione Consiglio Comunale n. 39 del 11.08.2021, così come approvata con determinazione n. 262 del 02/12/2021 del Segretario Generale dell'Autorità di Bacino regionale, mentre come si evince dalla Figura 4.2, l'intera area della lottizzazione ricade in aree a pericolosità idraulica molto elevata $Hi4$, e quindi per l'intera lottizzazione si applicherà la nuova disciplina per le Hi^* di cui alla variante al PUC approvata con DCC n. 64 del 22/12/2022.

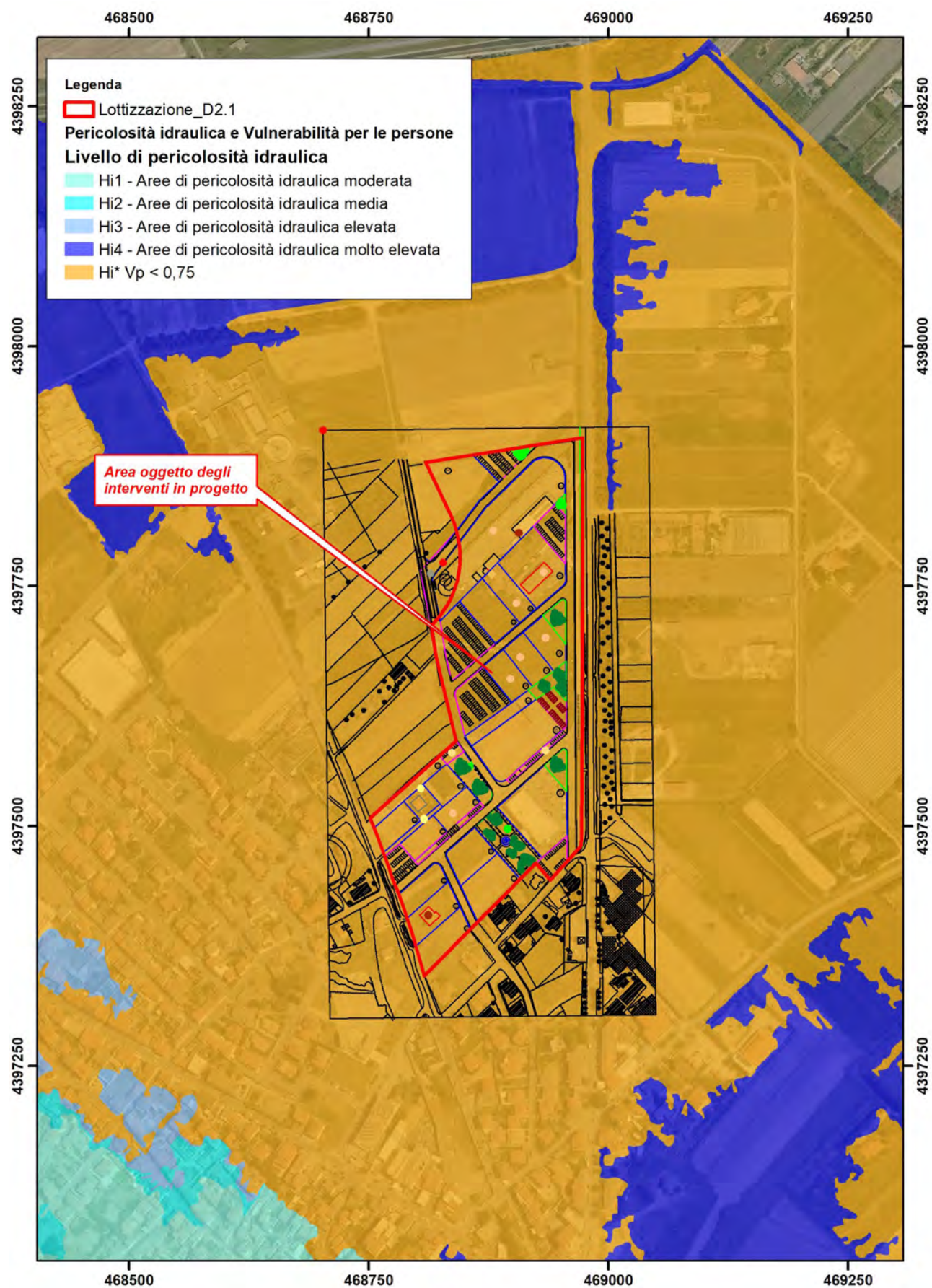


Figura 4.1: Area oggetto della lottizzazione in studio rispetto alle Hi^*

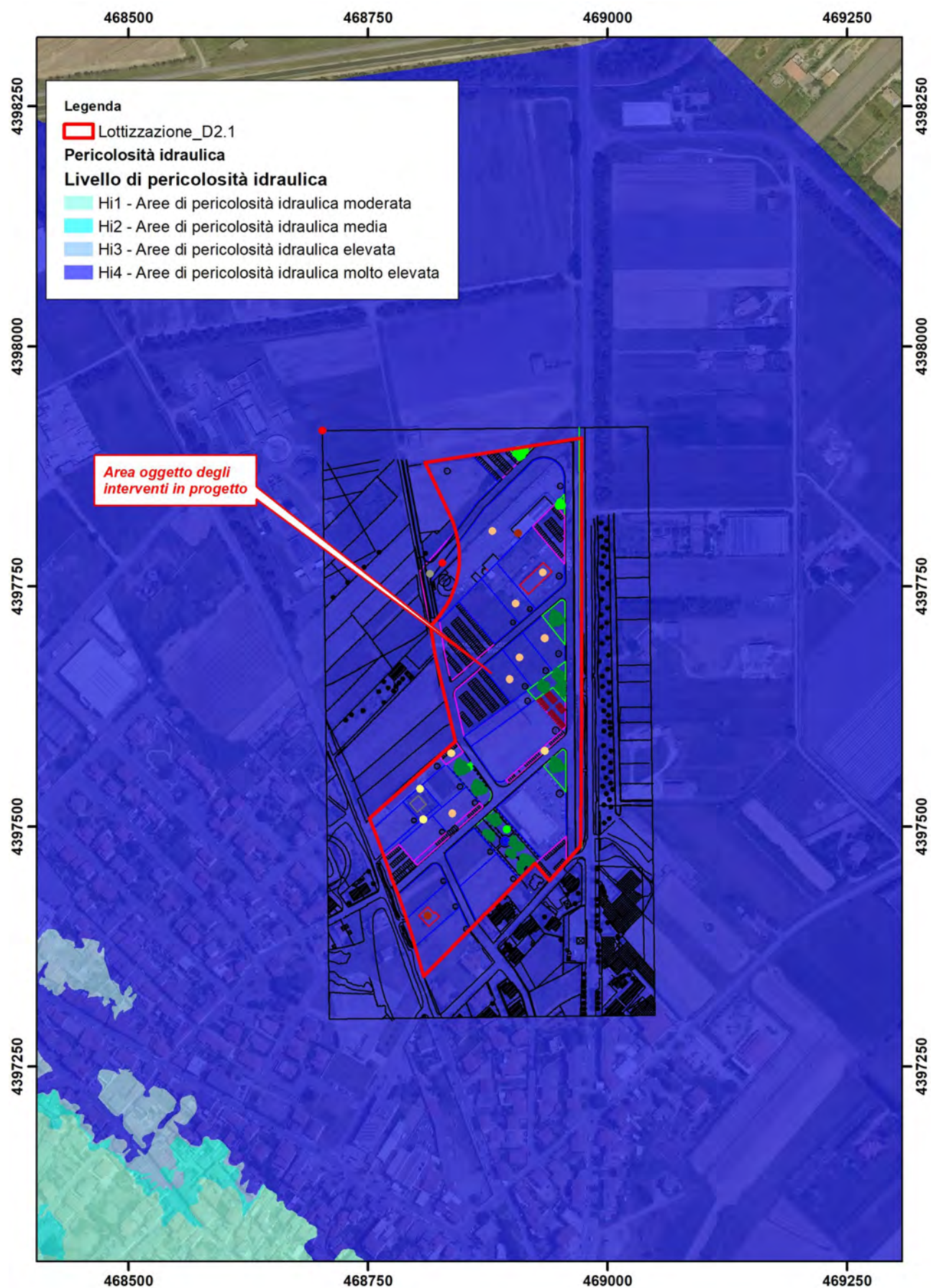


Figura 4.2: Area oggetto della lottizzazione in studio rispetto alle aree a pericolosità idraulica

5 Stima dell'invarianza idraulica

5.1 Stato attuale o ante operam

La superficie della lottizzazione totale è di circa 73,544.00 mq, quindi ricade nella **classe c** con Livello di impermeabilizzazione potenziale "**significativa**", così come definita dalle "Linee guida e indirizzi operativi per l'attuazione del principio della invarianza idraulica"¹.

Si è deciso di ricostruire la mappa del Curve Number (CN) dello stato attuale attraverso l'ortofoto del 2019, ed è stato stimato un CN-II medio dell'area interessata dalla lottizzazione in studio pari a **72.60** che è poi stato convertito in CN-III (AMC III) pari a **85.91** secondo le procedure indicate dal SCS.

Descrizione	Tipo di suolo	Superficie [mq]	CN II	CN III
Aree non trasformate valori da corine land cover				
INSEDIAMENTI INDUSTRIALI, ARTIGIANALI E COMMERCIALI E SPAZI ANNESSI	A	13516.00	89.00	94.90
TESSUTO RESIDENZIALE RADO	A	44166.00	61.00	78.25
Aree già trasformate ex ante				
Aree a verde	A	533.00	61.00	78.25
Edifici e coperture	A	4344.00	93.00	96.83
Viabilità strade e piazzali	A	9641.00	93.00	96.83
Aree non coperte non impermeabilizzate	A	457.00	82.00	91.29
sterrato	A	887.00	81.00	90.75
Totale lottizzazione		73544.00	72.60	85.91

Tabella 5.1: Uso del Suolo e CN per il comparto oggetto del presente studio

¹ Allegato alla deliberazione n. 2 del 23/11/2016 del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino Regionale.

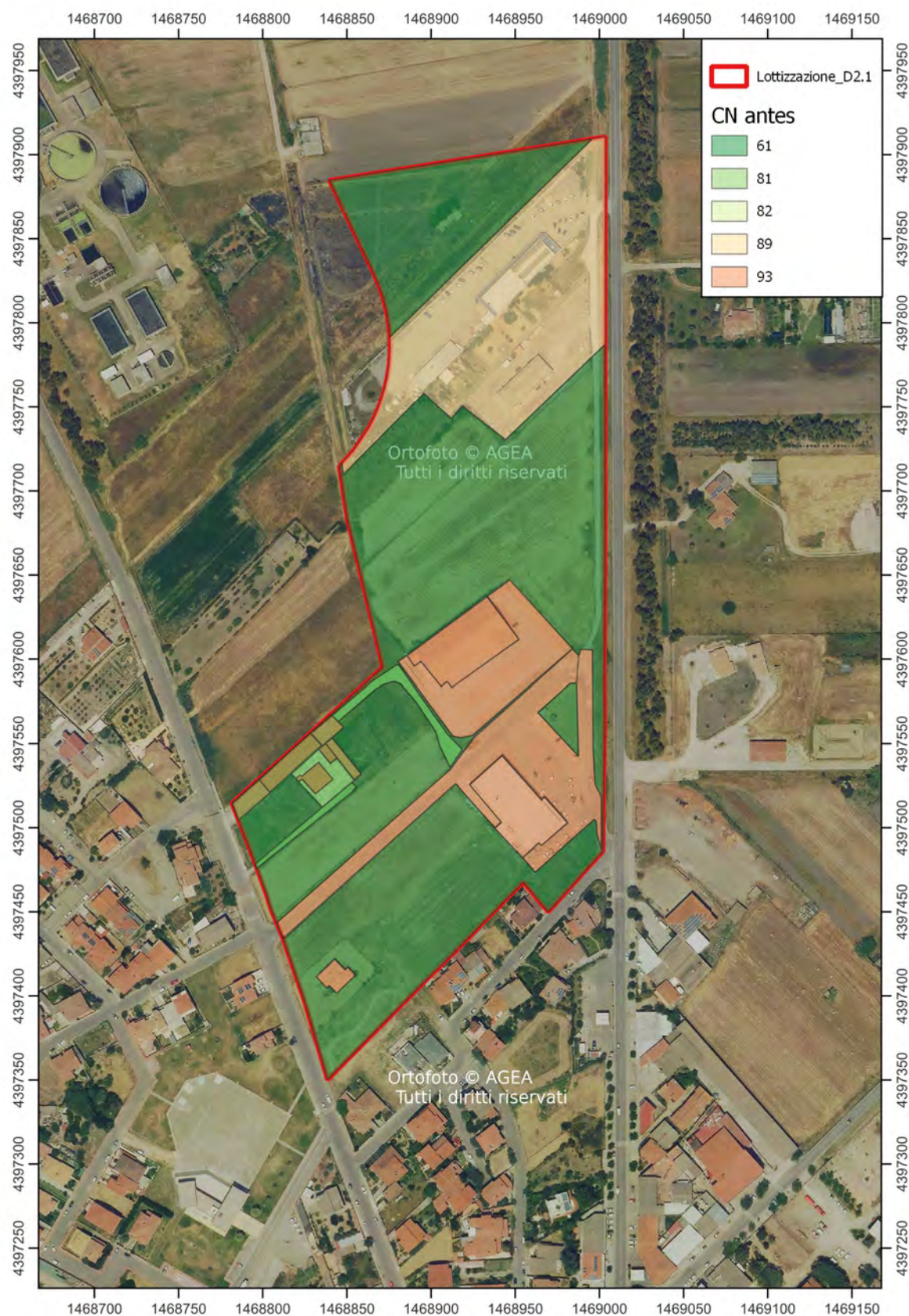


Figure 5.1: Uso del suolo allo stato attuale relativo alla lottizzazione oggetto del presente studio su ortofoto 2019 del GeoServer Web Map Service

5.2 Stato di progetto post operam

In funzione degli interventi previsti nel piano è stato assegnato un differente valore di Curve Number in funzione della copertura prevista tra quelli indicati nell'Allegato 1 delle "Linee guida e indirizzi operativi per l'attuazione del principio della invarianza idraulica" o reperiti in letteratura.

Parametro urbanistico	SUPERFICIE [mq]	CN II	CN III
Aree non trasformate			
Aree non coperte non modificate (imp da ex ante)	28,473.58	72.60	85.91
Aree trasformate ex post			
Aree a Verde	5,668.00	61.00	78.25
Edifici e coperture	16,536.42	93.00	96.83
Viabilità strade e piazzali	13,352.00	93.00	96.83
Parcheggi (masselli autobloccanti)	9,514.00	85.00	92.87
TOT LOTTO	73,544.00	81.60	91.07

Tabella 5-2: Valori CN post operam per la lottizzazione oggetto del presente studio

È stato stimato un CN-II medio dell'area interessata dalla lottizzazione in studio per lo stato di progetto pari a **81.60**, che convertito in CN-III (AMC III) è pari a **91.07**



Figura 5.1: Stato di progetto (stralcio della Tavola n.4)

5.3 Stima dell'idrogramma di piena

5.3.1 Ietogramma di pioggia

Per la valutazione dell'idrogramma di piena è stato considerato uno ietogramma Chicago avente una durata di 30 minuti con picco in posizione $r=0.4$.

Nella tabella che segue sono riportati i risultati ottenuti rispettivamente per i tempi di ritorno dei 20 e dei 50 anni. La doppia analisi è utile se non indispensabile infatti le opere di dreno e collettamento delle acque meteoriche devono essere dimensionate per eventi meteorici con tempi di ritorno di 10 o 20 anni, mentre le direttive per l'applicazione dell'invarianza idraulica impongono, per la verifica ed il dimensionamento delle opere di compensazione (eg. vasche di laminazione), che le analisi siano condotte per eventi meteorici con tempi di ritorno di 50 anni. Si fa presente che l'altezza di pioggia in funzione della durata della pioggia e del tempo di ritorno è stata calcolata in base alle Curve di possibilità pluviometrica regionalizzate per la Regione Sardegna (Deidda et al.2000) per tempi di ritorno pari a 20 e 50 anni.

	T=20	T=50
a	36.2049	44.4452
n	0.3515	0.4033
μg	45.00	45.00
SZO	1.00	1.00
Durata ietogramma(minuti)	30.00	30.00
ARF	0.979942	0.979942
Superficie totale (mq)	73544.00	73544.00

Tabella 5-3: dati usati per l'intero comparto oggetto degli interventi in progetto

Le altezze di pioggia sono i dati di input del software HEC HMS per la determinazione degli idrogrammi di progetto, del bacino complessivo.

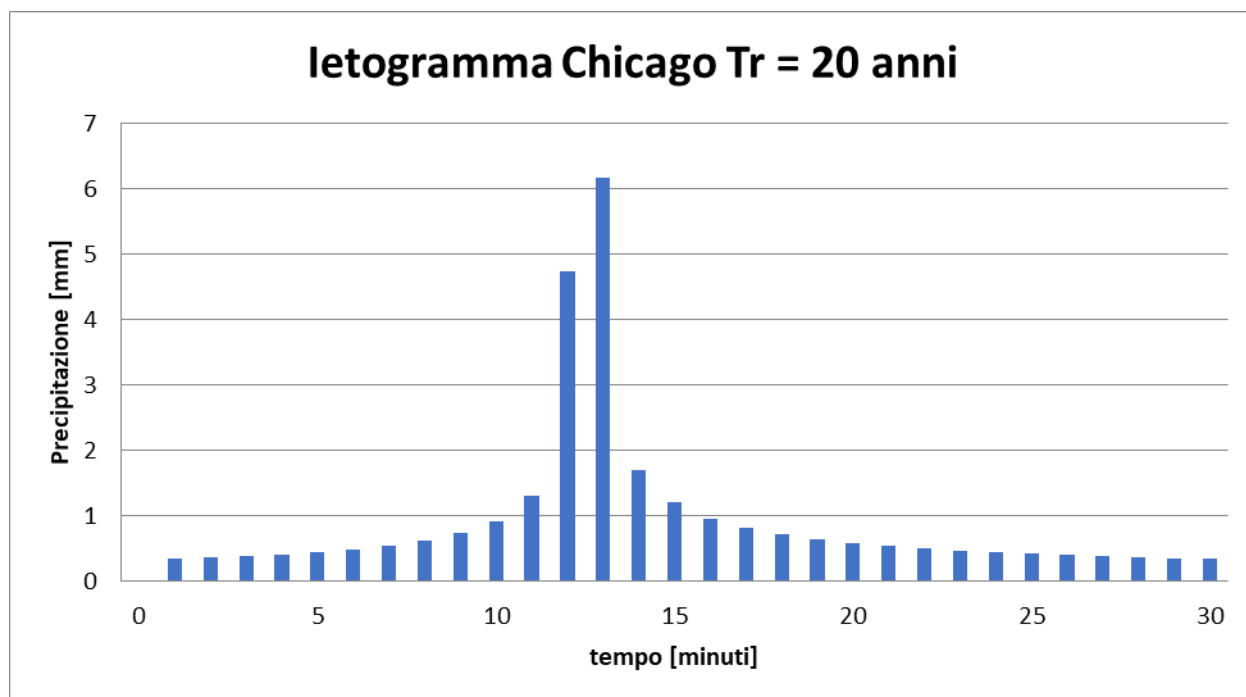


Figure 5.2: Precipitazione in mm per tempo di ritorno di 20 anni

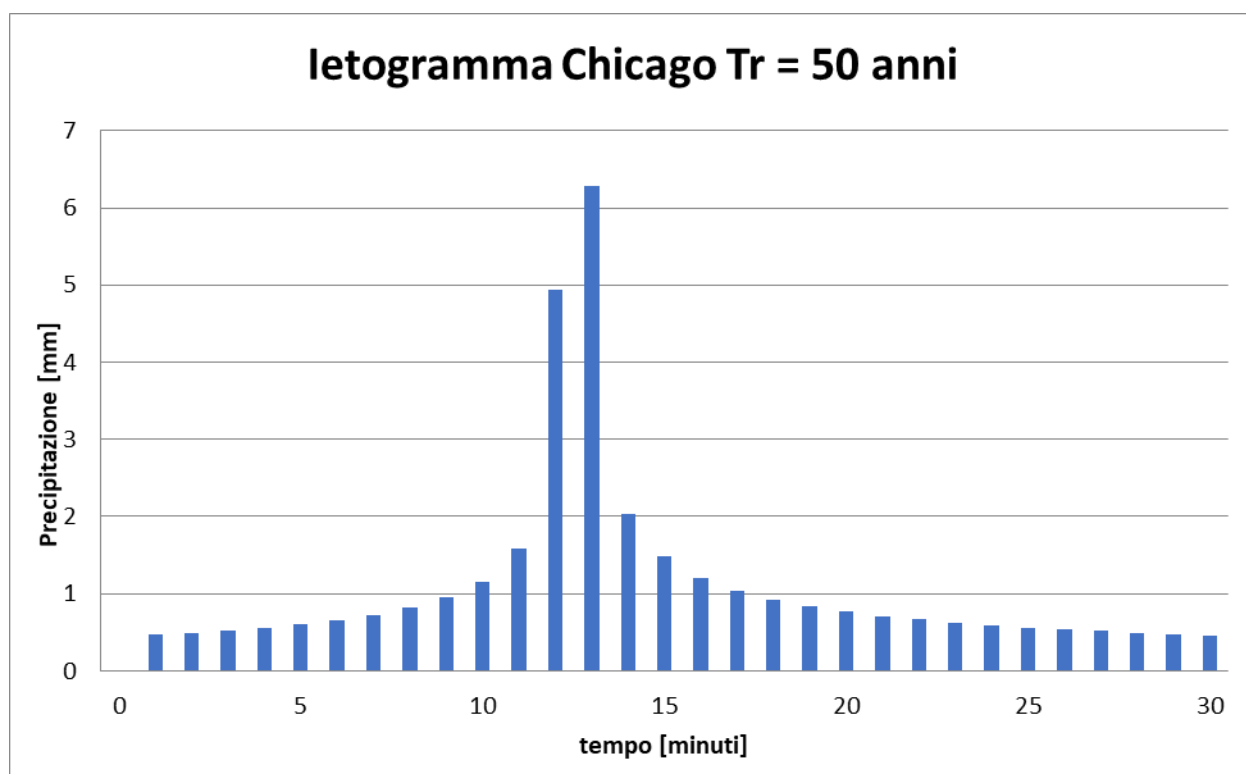


Figure 5.3: Precipitazione in mm per tempo di ritorno di 50 anni

5.3.2 Calcolo dell'idrogramma di piena, basi di calcolo

Per generare l'idrogramma di piena, risposta del bacino alla pioggia precedentemente definita si è utilizzato il modello dell'idrogramma unitario del SCS. Preliminarmente la pioggia lorda è stata depurata dalle perdite e trasformata in pioggia netta ottenendo il corrispondente ietogramma di pioggia netta. Il metodo utilizzato per la depurazione della pioggia è quello del Curve Number del SCS.

Per la determinazione dell'idrogramma si è considerata come sezione di chiusura del bacino totale il punto morfologicamente più depresso.

Il tempo di corrivazione è stato stimato con la formula di Boyd, utilizzato in letteratura per aree pianeggianti di piccole dimensioni, e in aree urbane:

$$T_c = T_0 + T_r$$

$$T_0 = k \times S^\delta$$

$$T_r = \frac{\sqrt{(1,5 \times S)}}{V}$$

Dove $K = 2,51$

S = superficie in Km²

V = velocità = 1 m/s per bacini pianeggianti

$$\delta = 0,38$$

Da cui

	LOTTIZZAZIONE COMPLETA
S [km²]	0.07354
T_c [h]	1.26316
T_c [min]	75.78985
T_{lag} [min]	45.47391

Per precauzione si è assunto un valore di **T_{lag}** pari a **25 minuti**.

5.3.3 Confronto dell'idrogramma di piena ex ante e ex post

Nella Tabella 5-4 sono riportati i parametri utilizzati per il calcolo della portata e dell'idrogramma di piena nella situazione attuale e nella situazione post intervento.

	CN(AMCII)	CN(AMCIII)	fs (mm)	la (mm)
Stato attuale	72.603	85.906	41.674	8.335
Stato di progetto	81.602	91.072	24.899	4.980

Tabella 5-4: parametri per il calcolo dell'idrogramma di piena

Dove:

fs è la capacità massima di assorbimento del bacino (è la massima quantità invasabile nel terreno dopo l'inizio del deflusso superficiale);

la è il fattore di ritenzione iniziale.

5.4 Risultati dello studio di invarianza

Le analisi sviluppate nella presente relazione condotte secondo le **"Linee guida e indirizzi operativi per l'attuazione del principio della invarianza idraulica"**², ha verificato che a seguito degli interventi in progetto, sull'intero comparto che ha un'estensione di circa 7.35 ha, abbiamo una differenza delle portate di picco tra stato di fatto e stato di progetto per l'evento dei 50 anni di 172 l/s (153 l/s per il tempo di ritorno dei 20 anni), con una differenza tra i volumi dell'intero evento di piena di 384 m³ (337 m³ per il tempo di ritorno dei 20 anni).

	Portata di picco (mc/s) _ T=20 anni	Volume di piena (mc) _ T=20 anni
Stato Attuale (AMCIII)	0.566	1279.00
Stato di progetto	0.719	1616.00
Differenza	0.1530	337.00
	Portata di picco (mc/s) _ T=50 anni	Volume di piena (mc) _ T=50 anni
Stato Attuale (AMCIII)	0.693	1582.00
Stato di progetto	0.865	1966.00
Differenza	0.1720	384.00

Tabella 5.5: Tabella riassuntiva risultati ottenuti

I valori della situazione ex post, come anticipato, sono indicativi e se si adottassero soluzioni progettuali particolari come asfalti drenanti per la viabilità, tetti verdi, sistemazioni particolari delle aree a verde etc, si ridurrebbe maggiormente la necessita di realizzare ulteriori opere di compensazione per garantire l'invarianza idraulica. Se in fase esecutiva si adottassero soluzioni differenti la stima dell'invarianza idraulica dovrebbe essere rimodulata.

² Allegato alla deliberazione n. 2 del 23/11/2016 del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino Regionale.

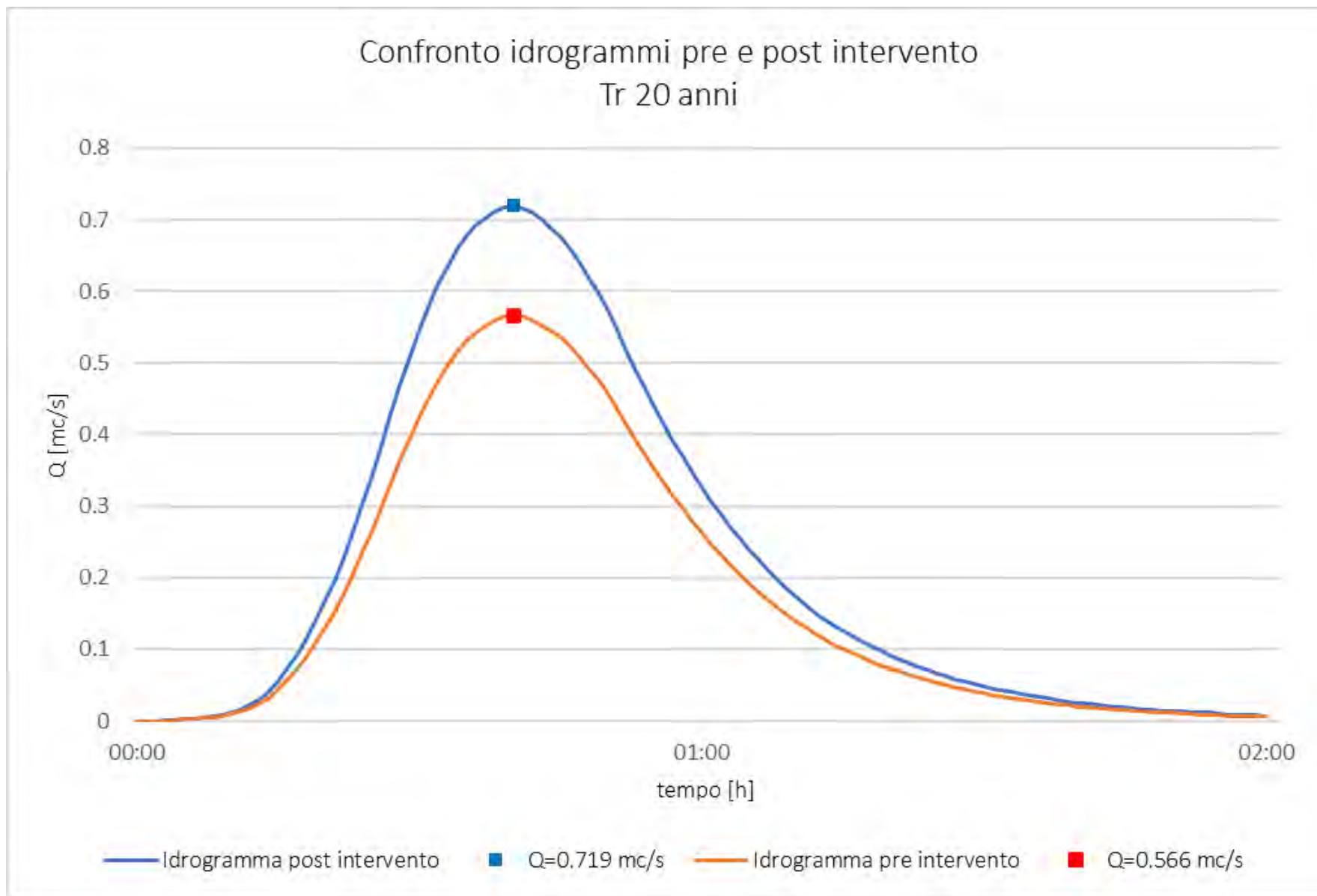


Figure 5.4: Confronto idrogrammi pre e post intervento- Tr 20 anni

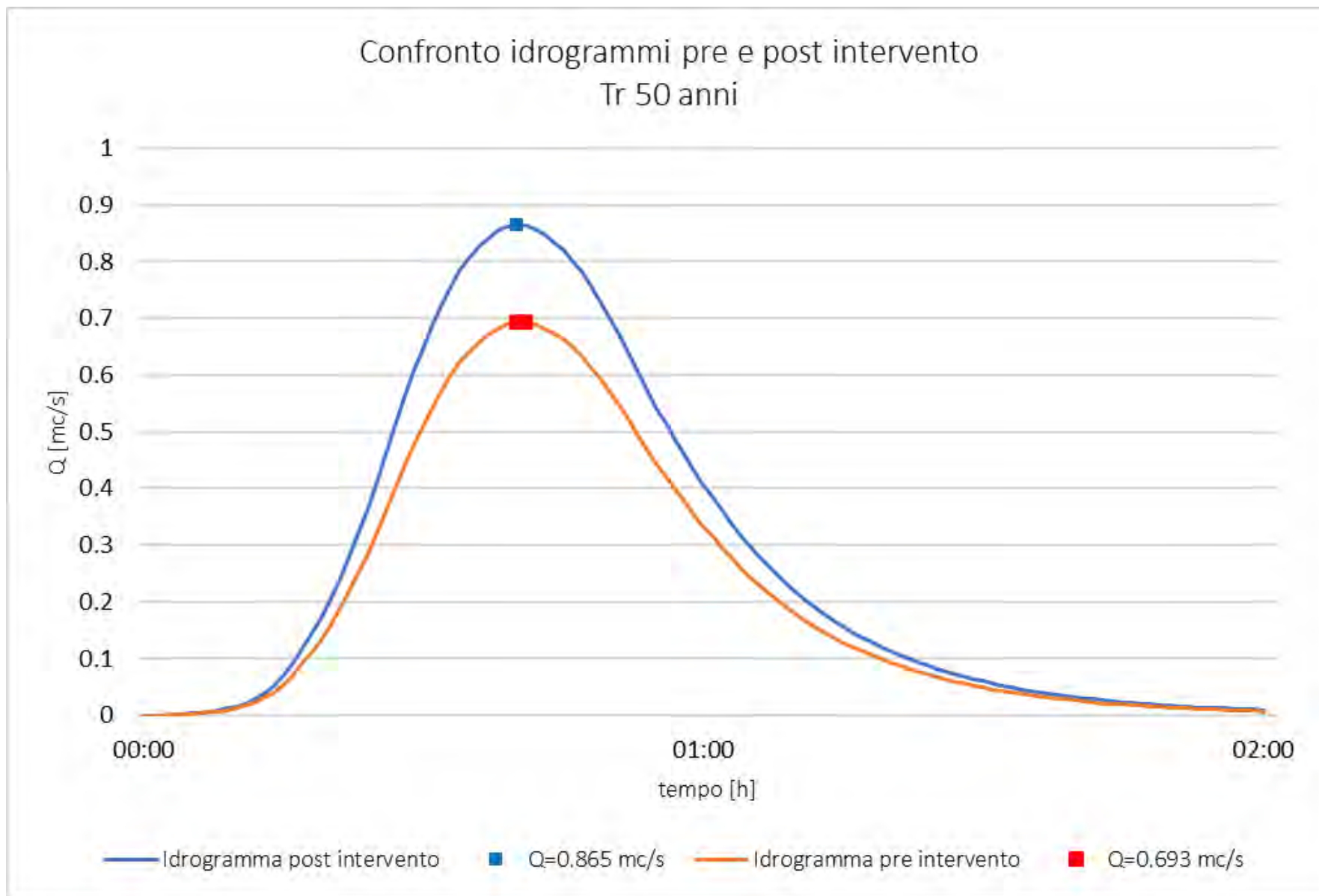


Figure 5.5: Confronto idrogrammi pre e post intervento - Tr 50 anni

5.5 Opere di compensazione

Nel presente paragrafo si sviluppa un dimensionamento di massima del tutto indicativo, delle opere di compensazione dovute alle trasformazioni dovute esclusivamente alle trasformazioni connesse alla realizzazione del piano convenzionato, considerando di realizzare un'unica opera di compensazione per l'intera lottizzazione di 7,3 ettari, e di mantenere le ipotesi progettuali prospettate nella presente relazione.

Resta inteso che nel caso, in fase esecutiva, si adottassero criteri costruttivi e soluzioni differenti, il dimensionamento delle opere di compensazione dovrebbe essere riverificato.

5.5.1 Dimensionamento vasca di laminazione singola

Come opera di compensazione si ipotizza di realizzare un'unica vasca di laminazione avente dimensioni a sezione rettangolare, avente lunghezza $L = 20$ metri e larghezza $B = 10$ m per una superficie complessiva di **200 m²**, e una pendenza del fondo dell'1 ‰.

Si prevede che la vasca abbia inoltre una luce a battente sul fondo a sezione rettangolare larga 48 cm e alta 40cm, e una soglia sfiorante posta alla quota di 2.1 metri larga 40 cm per un volume complessivo destinato alla laminazione di circa **430 mc**, con queste dimensioni si rispetta il l'invarianza idraulica avendo una portata in uscita dalla vasca minore della portata di picco nelle condizione ex ante ($Q_{u\ max} = 0,0,6905$ m³/s < Q_{max} stato attuale 0,6930 m³/s).

Si ribadisce il fatto che il dimensionamento dell'opera di compensazione è del tutto indicativa, e che se le scelte progettuali esecutive fossero differenti da quelle ipotizzate potrebbero adottarsi volumi e metodi di compensazione differenti.

Di seguito sono rappresentati sinteticamente in forma grafica i risultati della laminazione.

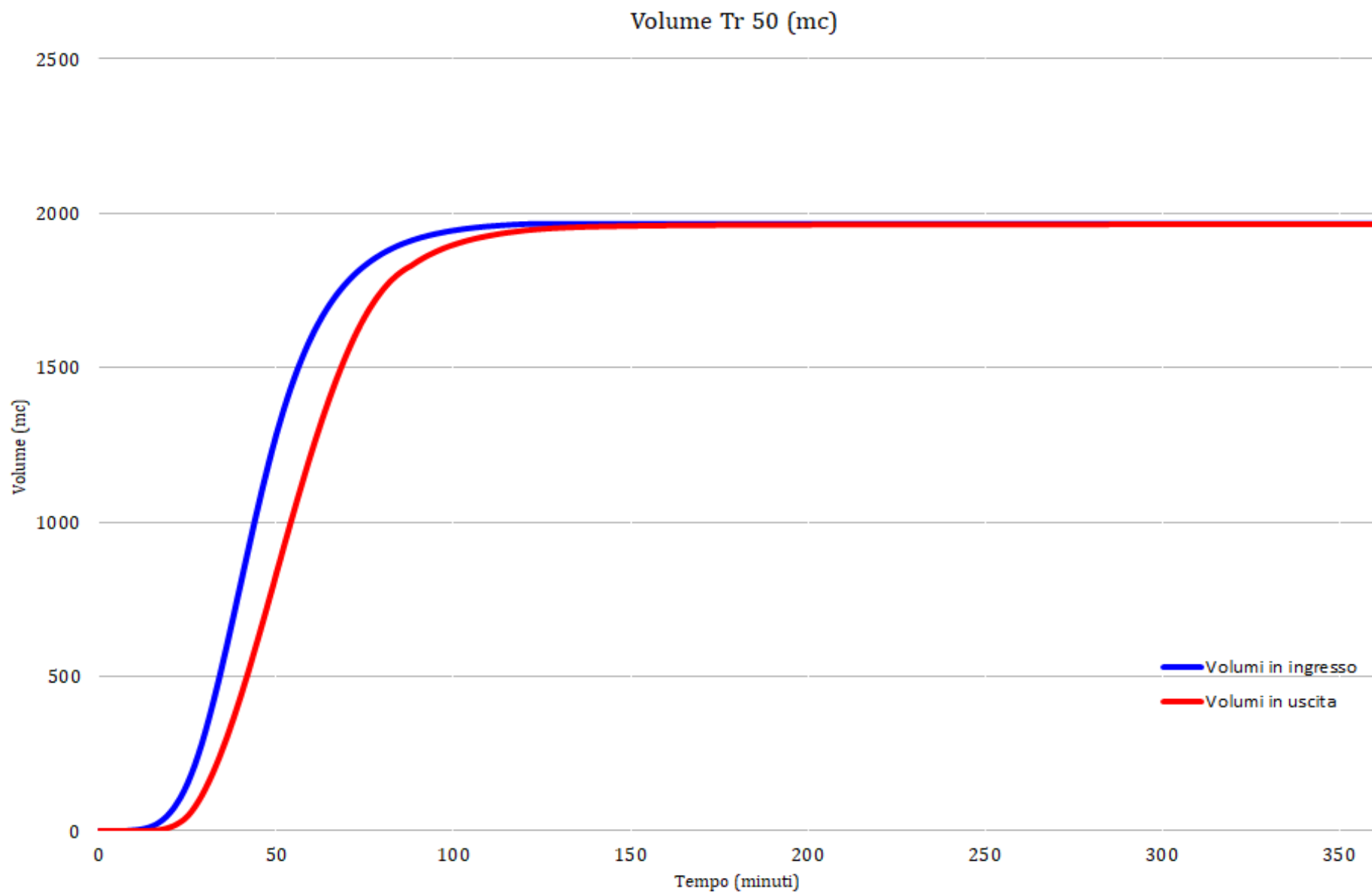


Figure 5.6: volumi in ingresso ed in uscita nella vasca di laminazione

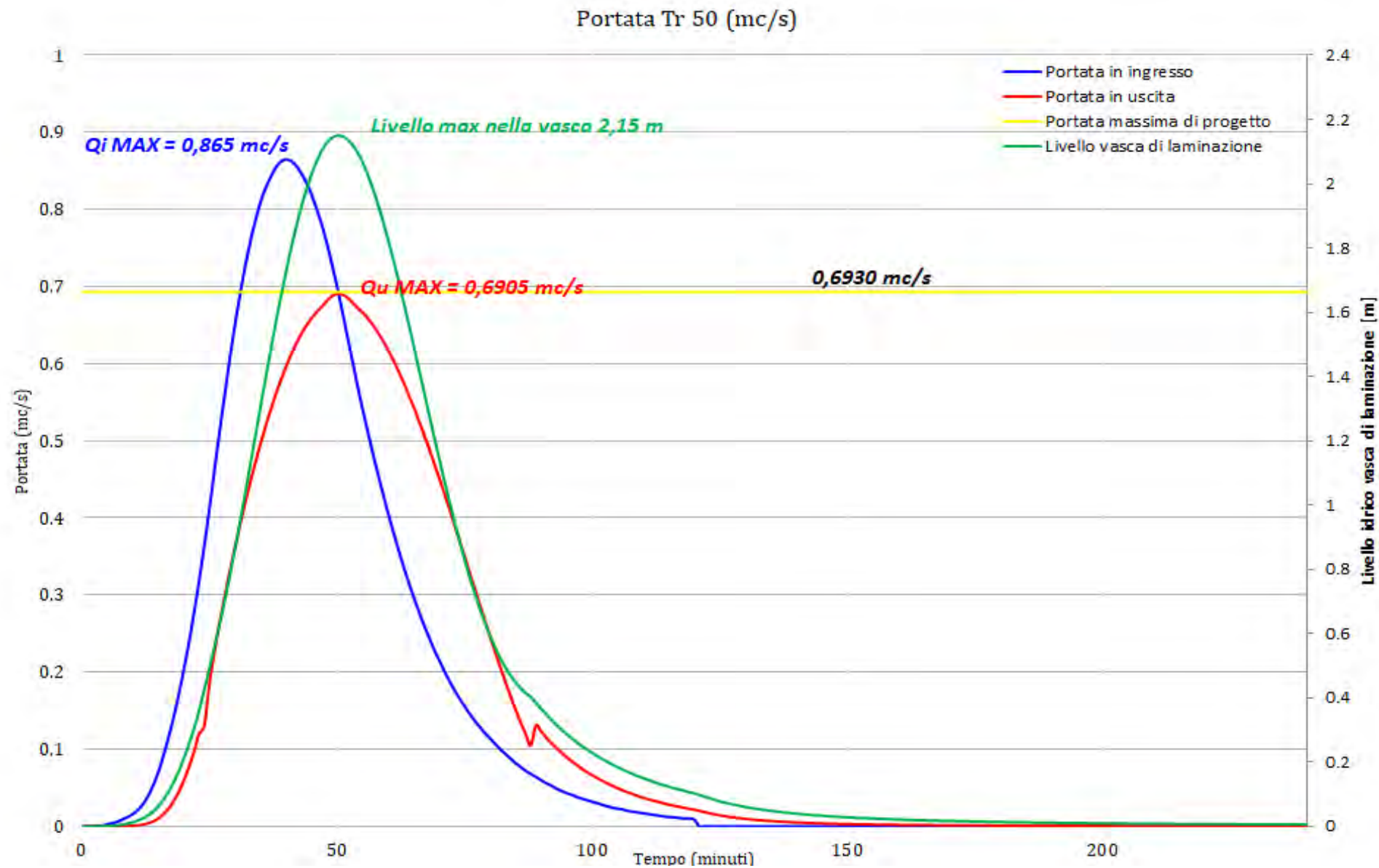


Figure 5.7: portate in ingresso ed in uscita nella vasca di laminazione e livello idrico

5.5.2 Vasche di laminazione e sistemi di raccolta diffusi

Come anticipato nel paragrafo precedente il dimensionamento dell'opera di compensazione è del tutto indicativa, e che se le scelte progettuali esecutive fossero differenti da quelle ipotizzate potrebbero adottarsi volumi e metodi di compensazione differenti. In particolare ciascun lotto del presente stralcio potrebbe dotarsi di sistemi di laminazione tramite vasche di laminazione interraste o cisterne di raccolta esterne, in questo modo l'acqua piovana dai tetti o da superfici impermeabili può essere raccolta in grandi cisterne che consentono il suo riutilizzo per usi non potabili. Se propriamente progettate, possono contribuire alla riduzione dei rischi idraulici.



Figure 5.8: esempi di sistemi di raccolta individuali tratti dalle “Schede tecniche” delle “Linee guida e indirizzi operativi per l’attuazione del principio della invarianza idraulica”.

Un sistema di laminazione tramite più vasche di laminazione a parità di volume è sicuramente più efficiente perché è estremamente improbabile che i picchi di portata laminata da ciascuna vasca si verifichino contemporaneamente, per quanto appena rappresentato nella tabella si ipotizza che ciascun lotto si doti di una vasca o sistema di laminazione proporzionale alla superficie che deve essere compensata, considerando in prima ipotesi solo il contributo dei lotti che devono essere ancora edificati:

Lotto	Superficie	Stato	Volume laminazione
1	3082.00	Da realizzare	61.19
2	7169.00	Già edificato	-
3	3357.00	Già edificato	-
4	1404.00	Da realizzare	27.87
5	1955.00	Da realizzare	38.81
6	1333.00	Da realizzare	26.46
7	1366.00	Da realizzare	27.12
8	1323.00	Da realizzare	26.27
9	1033.00	Già edificato	-
10	3958.00	Già edificato	-
11	1027.00	Da realizzare	20.39
12	1035.00	Da realizzare	20.55
13	1072.00	Da realizzare	21.28
14	1205.00	Da realizzare	23.92
15	1063.00	Già edificato	-
16	1655.00	Da realizzare	32.86
17	2150.00	Da realizzare	42.68
18	1337.00	Da realizzare	26.54
19	1652.00	Già edificato	-
20	1715.00	Da realizzare	34.05
21	4079.00	Già edificato	-
Totale superficie lotti	43970.00		430.00

Tabella 5.6: Tabella con vasche di laminazione (opere di compensazione) diffuse nei lotti ancora non edificati.

5.5.3 Disciplina degli Interventi di Demolizione e Ricostruzione su Lotti Edificati ai fini dell'Invarianza Idraulica.

Il presente articolo disciplina gli interventi edilizi di demolizione totale e successiva ricostruzione, che interessano lotti o porzioni di lotti già integralmente edificati e ricadenti nelle aree soggette al Piano di Lottizzazione. Tali interventi sono soggetti all'applicazione del principio di invarianza idraulica, come stabilito dall'Art. 47 delle Norme Tecniche di Attuazione del PAI (o normativa regionale/locale equivalente).

L'intervento di demolizione e ricostruzione è qualificato come trasformazione dell'uso del suolo e pertanto comporta l'obbligo di assicurare che le condizioni di deflusso idrico superficiale (run-off), in termini di portata di picco e volume di deflusso, del lotto *post operam* (a intervento ultimato) non risultino in alcun caso maggiori rispetto alle condizioni *ante operam* (stato precedente la demolizione).

Nelle aree già integralmente edificate, lo stato di riferimento *ante operam* è definito dalle condizioni di impermeabilizzazione e deflusso preesistenti all'intervento di demolizione, assumendo i parametri idrologici e idraulici relativi allo stato di fatto esistente.

Il volume di laminazione e la portata di picco da compensare sono calcolati sulla base della differenza tra i risultati idraulici dello stato di progetto (*post operam*) e quelli dello stato attuale (*ante operam*).

Qualora lo stato di progetto (*post operam*), attraverso l'impiego di tecniche di gestione sostenibile delle acque meteoriche (quali tetti verdi, pavimentazioni permeabili, o riduzione delle superfici impermeabilizzate), dimostri che la portata di picco e il volume di deflusso risultino inferiori o uguali a quelli dello stato attuale (*ante operam*), non sono richieste ulteriori opere di compensazione.

In tutti i casi in cui la verifica di cui sopra evidenzia un aggravio idraulico, il lotto di intervento deve essere dotato di opere di compensazione diffuse e/o localizzate (quali vasche interrato, cisterne di raccolta per il riutilizzo, o serbatoi di prima pioggia), dimensionate per garantire il principio dell'invarianza idraulica. Tali sistemi devono essere dimensionati a livello di singolo lotto e sono soggetti a manutenzione e gestione a cura della proprietà privata.