

REGIONE VENETO – PROVINCIA DI VERONA

COMUNE DI ALBAREDO D'ADIGE

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DELLA CITTADELLA DELLO SPORT

VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA (VCI)

(AI SENSI DELLE D.G.R. N. 1322/2006 E N. 2948/2009)

COMMITTENTE Comune di Albaredo d'Adige



STUDIO DI GEOLOGIA

DOTT. GIONATA ANDREIS

~
Via Riccarda Castellani, 20
37057 - San Giovanni Lupatoto (Verona)

~
Via Gardesana, 384
37018 - Malcesine (Verona)

~
Cell. 333 6794246
P.IVA 03405830237
gionata.andreis@gmail.com

Dott. Geol. Gionata Andreis



IL TECNICO

0				Settembre 2024
REV				data
CODICE	AG22053	-		File: Valutazione di compatibilità idraulica (VCI).doc

INDICE

1	PREMESSA	3
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
3	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DEL TERRITORIO	5
4	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO PROGETTUALE	6
5	INQUADRAMENTO URBANISTICO DELL'AREA.....	9
6	INQUADRAMENTO GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO	14
6.1	INQUADRAMENTO GEOLOGICO E MORFOLOGICO	14
6.2	INQUADRAMENTO IDROGRAFICO E IDROGEOLOGICO	19
7	VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI DELL'INTERVENTO	24
7.1	TRASFORMAZIONI DELLE SUPERFICI IN TERMINI DI IMPERMEABILIZZAZIONE	24
7.2	ANALISI IDROLOGICA	25
7.3	STIMA DELLE PORTATE DI DEFLUSSO	26
7.4	STIMA DEI VOLUMI MINIMI DI INVASO.....	27
7.4.1	PREMESSA.....	27
7.4.2	VOLUME DI INVASO E LAMINAZIONE.....	29
8	MISURE COMPENSATIVE E SISTEMA DI SCARICO.....	30
8.1	PREMESSA	30
8.1	SISTEMI DI INVASO - BACINO DI LAMINAZIONE	31
8.2	SCARICO IN CORPO IDRICO SUPERFICIALE	31
9	CONCLUSIONI E INDICAZIONI PROGETTUALI	32
	BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO	33

ALLEGATI AL TESTO

ALLEGATO 1:	COROGRAFIA IN SCALA 1:5000
ALLEGATO 2:	MAPPA CATASTALE
ALLEGATO 3:	TABULATI DI CALCOLO MISURE COMPENSATIVE

Codice di Rif.: AG22053

San Giovanni Lupatoto, Settembre 2024

1 PREMESSA

Nell'ambito della Var. 3 al Piano di Assetto del Territorio e Var. 9 al Piano degli Interventi per la realizzazione di una "Cittadella dello Sport" tra Via Fiume, Via Serega e la Strada Provinciale S.P. 19 in Comune di Albaredo d'Adige (VR), viene redatto il presente studio di Compatibilità Idraulica in conformità a quanto indicato dalla Delibera della Giunta Regionale n. 3637 del 13 dicembre 2002 successivamente integrata e aggiornata dalla D.G.R. n. 1322 del 10 maggio 2006, poi modificata dalla D.G.R. n. 2948 del 6 ottobre 2009, la quale prevede che *"per tutti gli strumenti urbanistici generali e le varianti, generali o parziali o che, comunque, possano recare trasformazioni del territorio tali da modificare il regime idraulico esistente, sia presentata una valutazione di compatibilità idraulica"*.

Scopo di tale elaborato è dimostrare l'ammissibilità degli interventi in progetto in relazione all'assetto idraulico dell'area verificando le possibili interazioni e interferenze nonché prospettando soluzioni atte a garantire il corretto regime idraulico. In tal senso, il presente elaborato oltre a fornire una descrizione delle caratteristiche attuali dei luoghi interessati dal progetto, valuta le modifiche introdotte dall'intervento progettuale previsto, ne verifica l'ammissibilità e propone delle misure compensative secondo il principio dell'invarianza idraulica, allo scopo cioè di smaltire le acque meteoriche ricadenti nell'area di futuro intervento senza alterare il regime idraulico del territorio entro cui questa si inserisce.

Lo studio è stato condotto avvalendosi delle informazioni provenienti dalla bibliografia e dalla cartografia geologica esistenti, dell'esperienza maturata in studi svolti in passato a breve distanza dal lotto in esame e nel medesimo contesto nonché alla luce di un mirato rilievo dei luoghi interessati dall'intervento e di una campagna geognostica condotta in passato *in situ*, i cui risultati sono riportati nell'elaborato *"Indagine geologica e geotecnica preliminare per la valutazione di fattibilità di un nuovo impianto sportivo in Via Fiume"* redatta nel Novembre 2021 dal dott. Geol. Matteo Scalzotto e disponibile nell'archivio dell'Ufficio Tecnico comunale.

2 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

La presente relazione è stata redatta in ottemperanza alla seguente Normativa di riferimento ed alle successive raccomandazioni:

LEGGE 179 31.07.2002

Disposizioni in materia ambientale.

D.G.R.V. 13.12.2002 N. 3637

Legge 3 Agosto 1998, n. 267. Individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idraulico e idrogeologico. Indicazioni per la formazione di nuovi strumenti urbanistici.

D.Lgs. 03.04.2006 N. 152 E S.M.I.

Norme in materia ambientale.

D.G.R.V. 10.05.2006 N. 1322

Legge 3 Agosto 1998, n°267. Individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idraulico e idrogeologico. Nuove indicazioni per la formazione di nuovi strumenti urbanistici.

ALLEGATO A ALLA D.G.R.V. 10.05.2006 N. 1322

Valutazione di compatibilità idraulica per la redazione degli strumenti urbanistici. Modalità operative e indicazioni tecniche.

D.G.R.V. 24.07.2007 N. 2267

Piano di Tutela delle Acque. Approvazione delle norme di salvaguardia.

D.G.R.V. 06.10.2009 N. 2948

Legge 3 Agosto 1998, n. 267 - Nuove indicazioni per la formazione degli strumenti urbanistici. Modifica delle delibere n. 1322/2006 e n. 1841/2007, in attuazione della sentenza del Consiglio di Stato n. 304 del 3 aprile 2009.

ALLEGATO A ALLA D.G.R.V. 06.10.2009 N. 2948

Valutazione di compatibilità idraulica per la redazione degli strumenti urbanistici. Modalità operative e indicazioni tecniche.

D.G.R.V. 05.11.2009 N. 107

Piano di tutela delle acque (P.T.A.). Norme per il governo del territorio.

D.G.R.V. 27/01/2011 N. 80

Norme tecniche di attuazione del Piano di Tutela delle Acque - Linee guida applicative.

D.G.R.V. 15/05/2012 N. 842

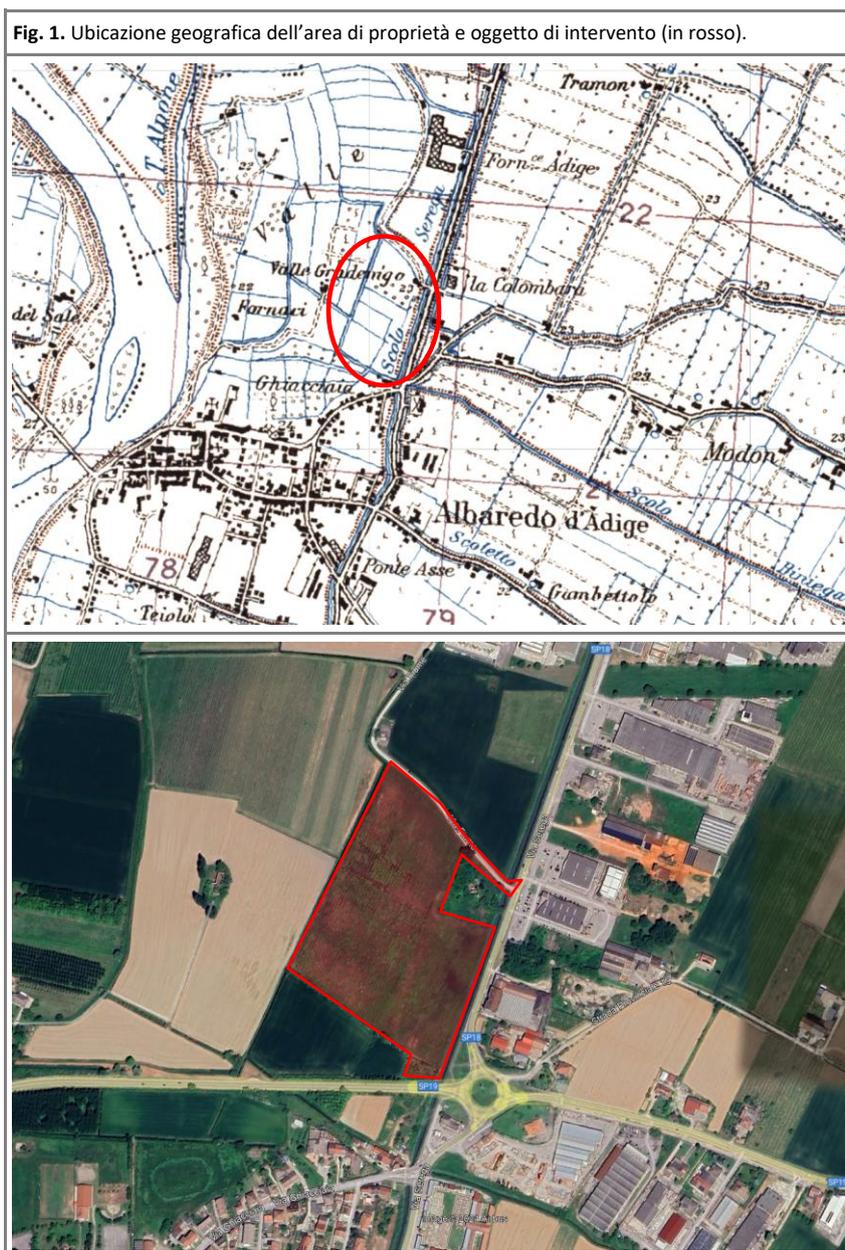
Modifica e approvazione del testo integrato delle norme tecniche di attuazione del Piano di Tutela delle Acque.

D.G.R.V. 28/08/2012 N. 1770

Piano di Tutela delle Acque. Precisazioni.

3 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DEL TERRITORIO

Il sito d'interesse progettuale ricade nella porzione settentrionale del territorio comunale di Albaredo d'Adige, precisamente tra Via Fiume (a Nord), la Strada Provinciale S.P. 19 (a Sud), Via Serega (ad Est) e lo Scolo Biniega (ad Ovest). Inserito in una porzione di territorio a destinazione prevalentemente agricola a margine della zona industriale - artigianale e del centro abitato di Albaredo d'Adige, l'area di interesse è attualmente ineditata e incolta.



Il territorio considerato nel presente studio ricade all'interno degli Elementi n°145084 ("Ponte Battello") e n°145083 ("Albaredo d'Adige") della Carta Tecnica Regionale in scala 1:5000 (All. 1). Con riferimento alla cartografia catastale del Comune di Albaredo d'Adige, l'area ricade nel Foglio n. 1 - Mappali n. 595, 593, 86, 592, 589, 83, 82, 614, 529, 521, 522, 528, 607 (All. 2).

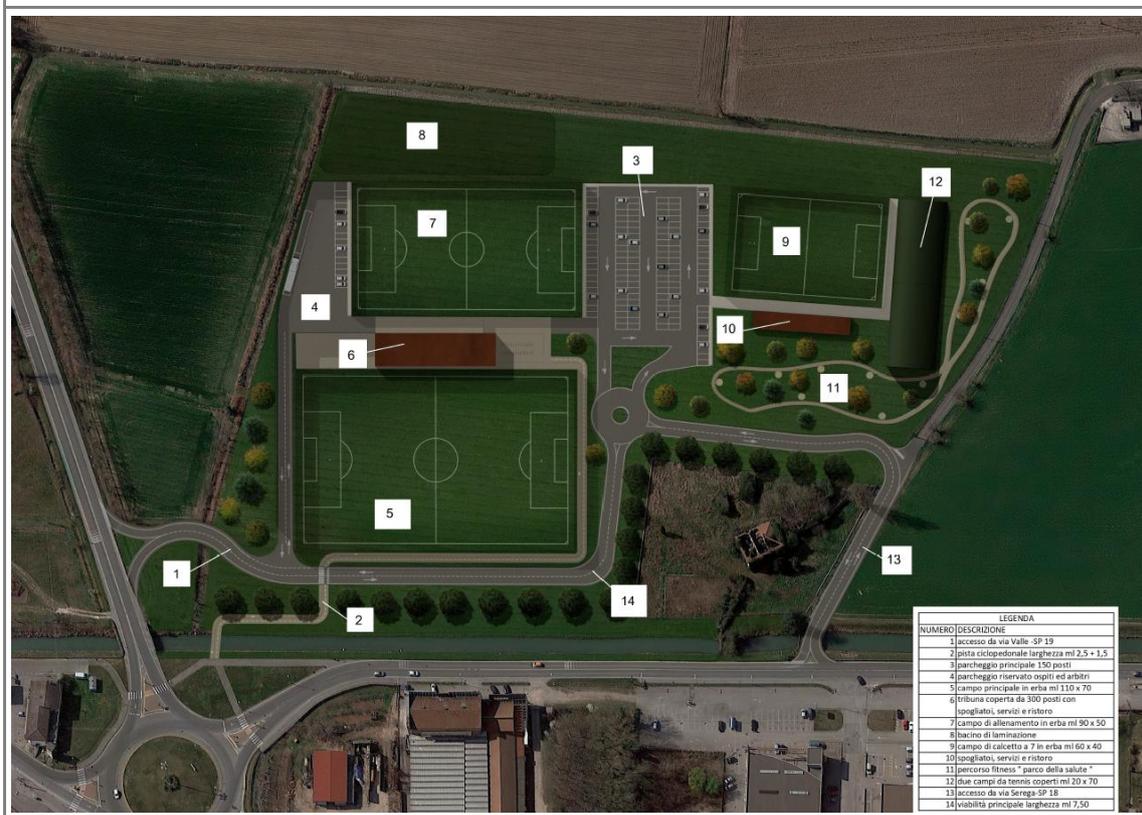
4 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO PROGETTUALE

Alla luce della documentazione fornita, il progetto riguarda la realizzazione di impianti sportivi con la creazione di una "Cittadella dello Sport" su un lotto ineditato esteso su una superficie complessiva di 60.413 m². Il progetto prevede tre lotti funzionali così composti:

- campo da calcio principale in erba naturale (dim. 110 x 70 m);
- tribuna coperta da 300 posti con spogliatoi, servizi e punto ristoro (dim. 46 x 15 m);
- campo da calcio di allenamento in erba naturale (dim. 90 x 50 m);
- campo da calcetto a 7 in erba naturale (dim. 60 x 40 m);
- locali spogliatoi, wc e ristoro (280 m²);
- due campi da tennis coperti (dim. tot. 20 x 70 m);
- percorso fitness attrezzato "parco della salute";
- viabilità stradale e ciclopedonale;
- parcheggi pubblici da 150 posti e parcheggi riservati.

I parcheggi sono previsti in materiale drenante (grigliato drenante). Le rimanenti aree saranno lasciate a verde, mentre nella fascia Ovest e Sud - Ovest sarà creato un bacino di invaso per la laminazione delle acque meteoriche.

Fig. 2. Planimetria generale della "Cittadella dello Sport" così come prevista dal masterplan.



Nello **stato attuale** si ha quindi la seguente situazione:

TIPO SUPERFICIE	STATO ATTUALE
aree verdi e inerbite	60.413 m²

Secondo lo **stato di progetto** previsto dal *masterplan*, alla luce dell'intervento in esame si avrà la seguente suddivisione:

TIPO SUPERFICIE	STATO DI PROGETTO
aree verdi, aiuole, campi da calcio e calcetto, parco	43.794 m ²
strade, pista ciclopedonale e piazzali	12.309 m ²
parcheggi pubblici e riservati	1.940 m ²
tribuna coperta	690 m ²
campi da tennis coperti	1.400 m ²
locali spogliatoi, wc e ristoro	280 m ²
superficie totale	60.413 m²

Considerando una superficie di trasformazione coinvolta nel progetto pari a 60.413 m² (6 ha) e alla luce dell'intervento in esame, si avrà la seguente suddivisione:

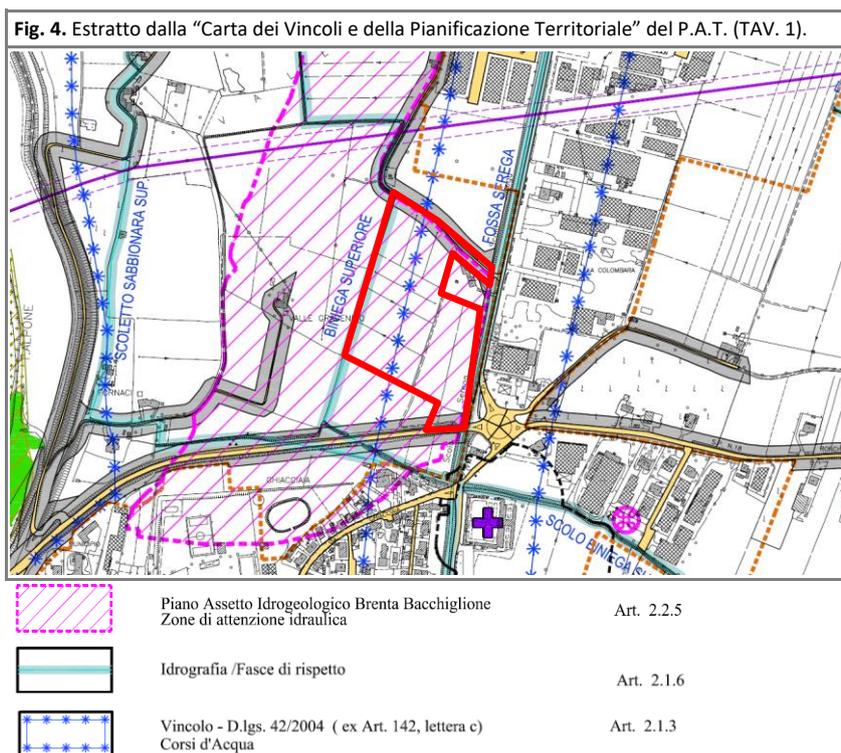
TIPO SUPERFICIE	STATO DI PROGETTO
aree verdi e/o inerbite	43.794 m ²
parcheggi in materiale drenante	1.940 m ²
coperture edifici, strade, pista ciclopedonale	14.679 m ²
superficie totale	60.413 m²

Le informazioni tecniche utilizzate per lo studio (dati stereometrici, superfici, ecc.) sono state fornite dalla Committenza e si riferiscono ad una fase urbanistica del progetto.

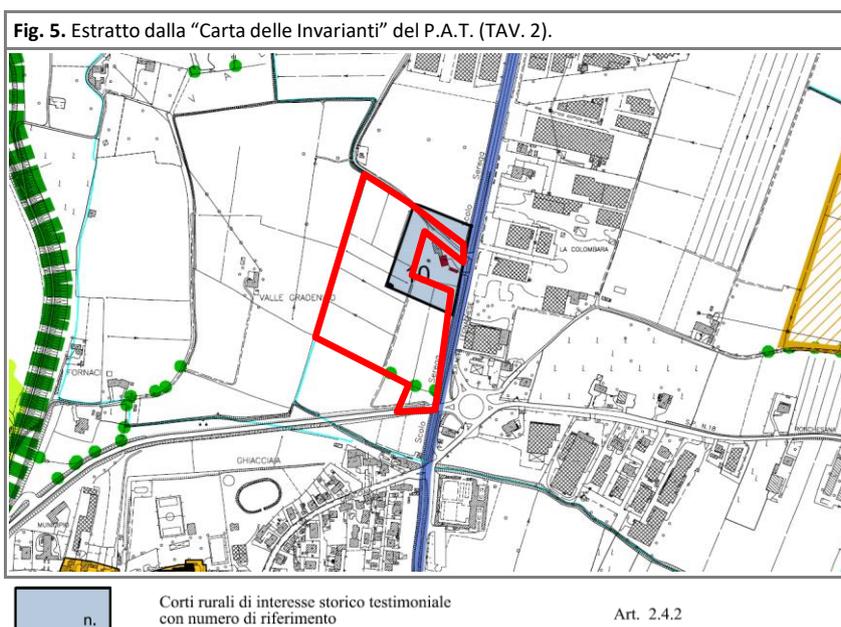
5 INQUADRAMENTO URBANISTICO DELL'AREA

L'analisi del Piano di Assetto del Territorio (P.A.T.) del Comune di Albaredo d'Adige, delle tavole e delle norme tecniche ha evidenziato quanto segue.

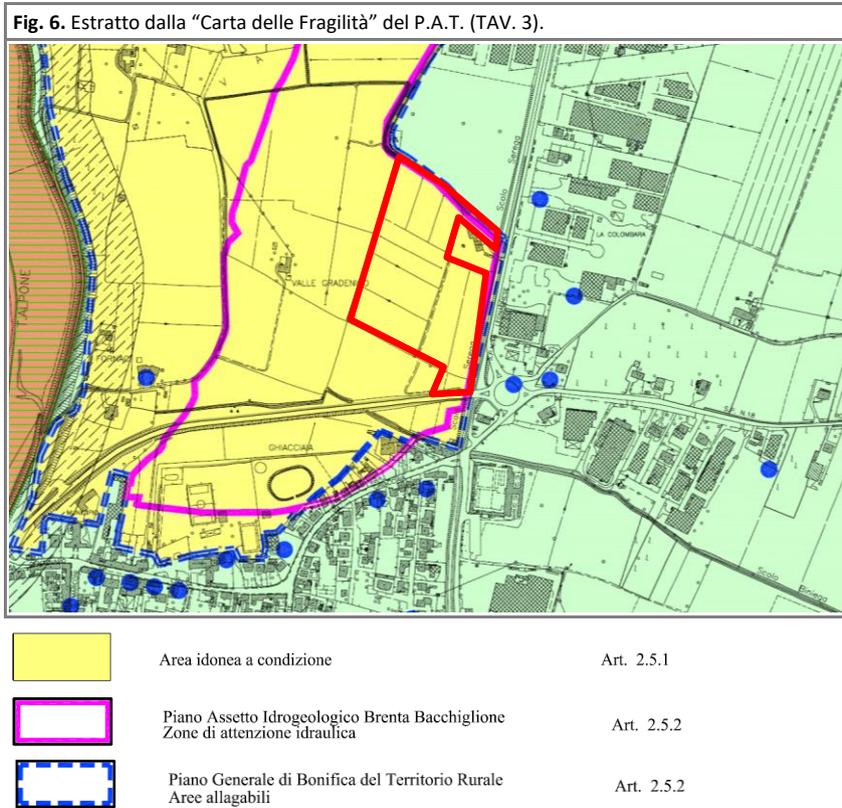
- “Carta dei Vincoli e della Pianificazione Territoriale” (Tav. 1 del P.A.T.)



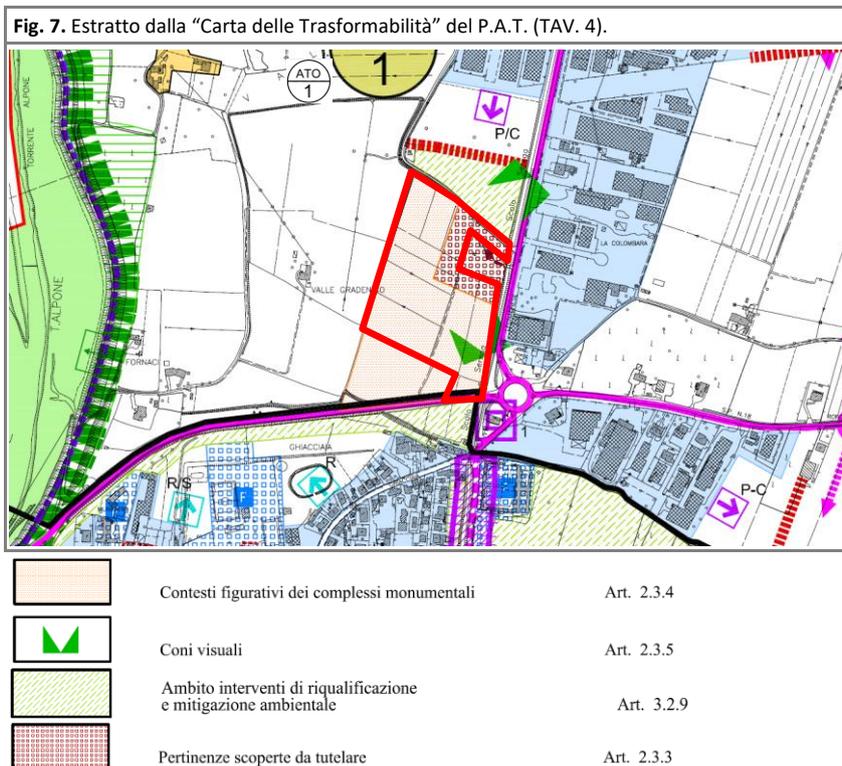
- “Carta delle Invarianti” (P.A.T. – Tav. 2)



- “Carta delle Fragilità” (P.A.T. – Tav. 3)

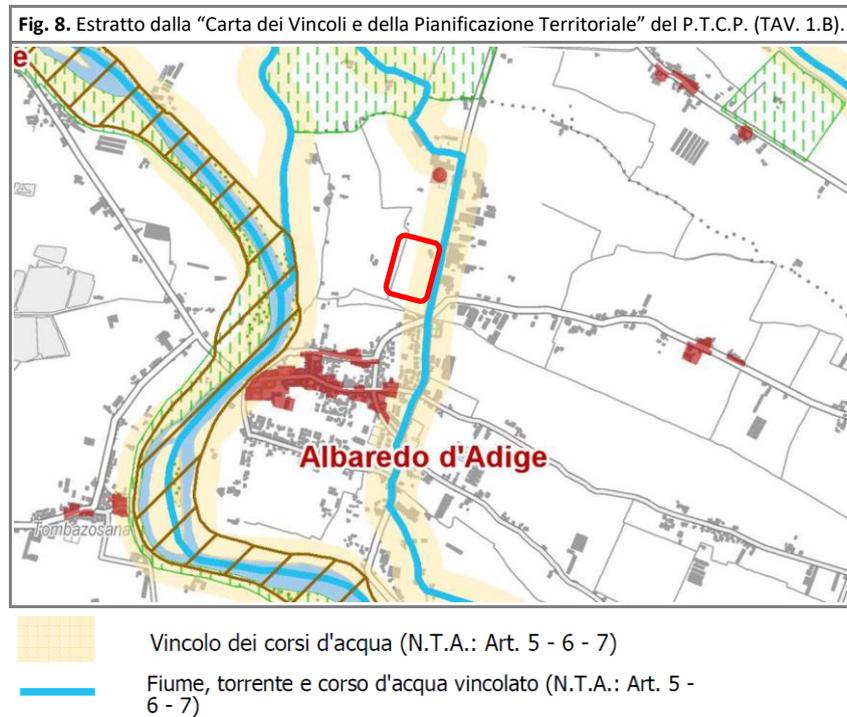


- “Carta delle Trasformabilità” (P.A.T. – Tav. 4) – ATO 1 “Zona produttiva”

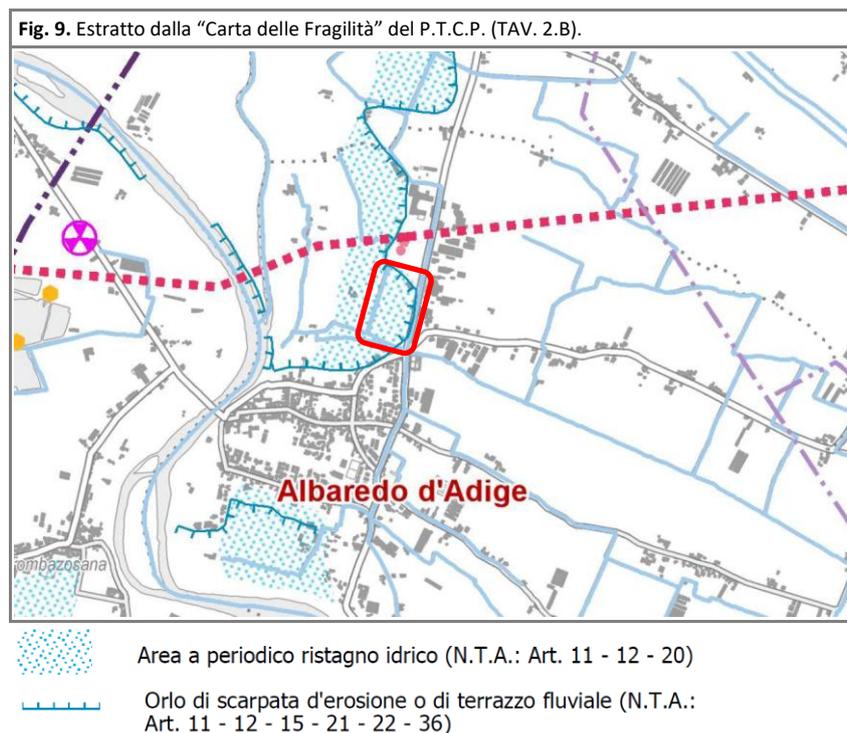


Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (P.T.C.P.) della Provincia di Verona:

- “Carta dei Vincoli e della Pianificazione Territoriale” (Tav. 1.B del P.T.C.P.)



- “Carta delle Fragilità” (Tav. 2.B del P.T.C.P.)



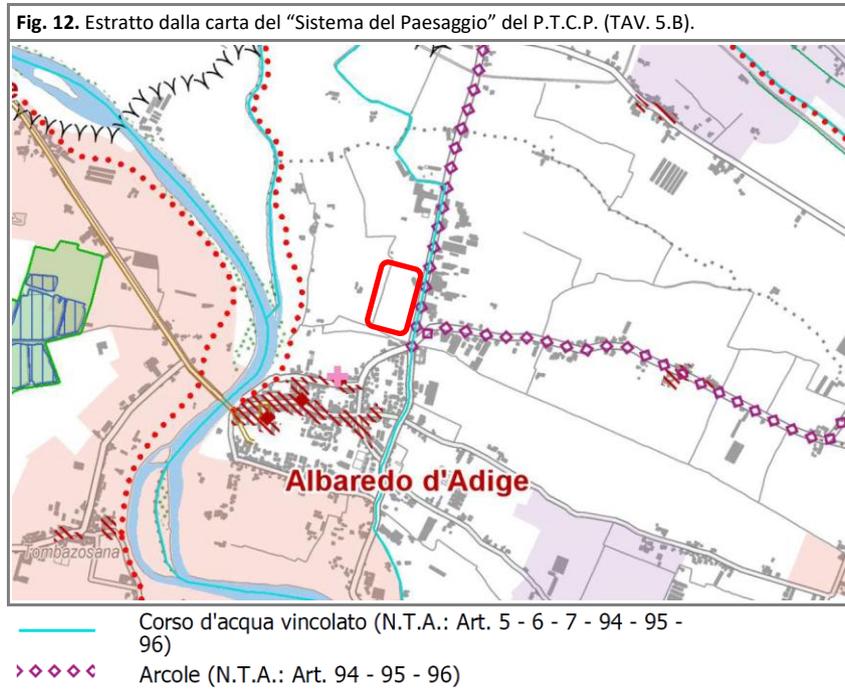
- “Carta del Sistema Ambientale” (Tav. 3.B del P.T.C.P.)



- Carta del “Sistema Insediativo - Infrastrutturale” (Tav. 4.B del P.T.C.P.)

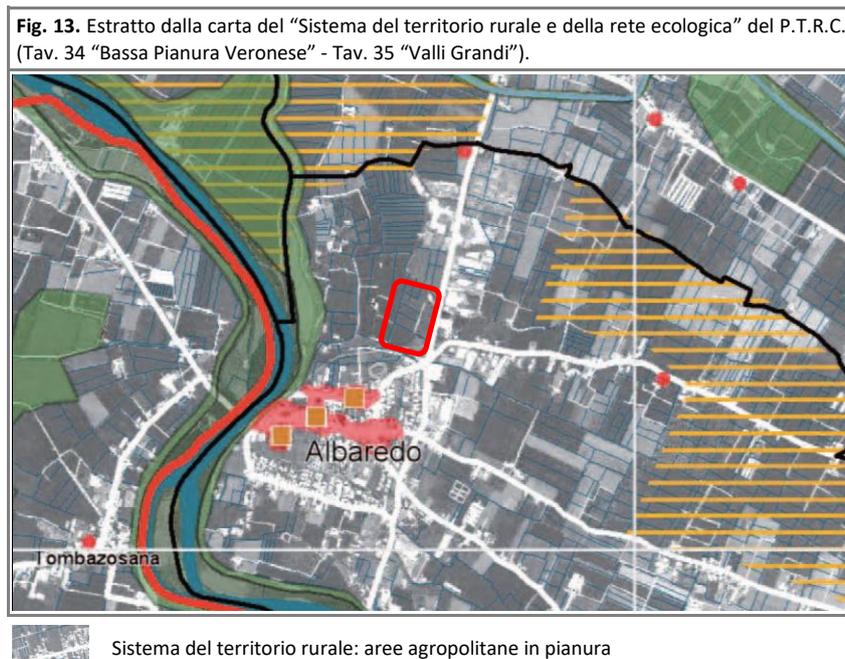


- “Carta del “Sistema del Paesaggio” (Tav. 5.B del P.T.C.P.)



Piano Territoriale Regionale di Coordinamento (P.T.R.C.) della Regione Veneto:

- Carta del “Sistema del territorio rurale e della rete ecologica” (Tavv. 34-35 del P.T.R.C.)



6 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO

6.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E MORFOLOGICO

Dal punto di vista **geologico - morfologico** generale, il sito di studio s'inserisce nella Media Pianura Veronese (Fig. 14) caratterizzata da un territorio pianeggiante, solo leggermente degradante verso Sud con alcune lievi ondulazioni tipiche degli ambienti di pianura.



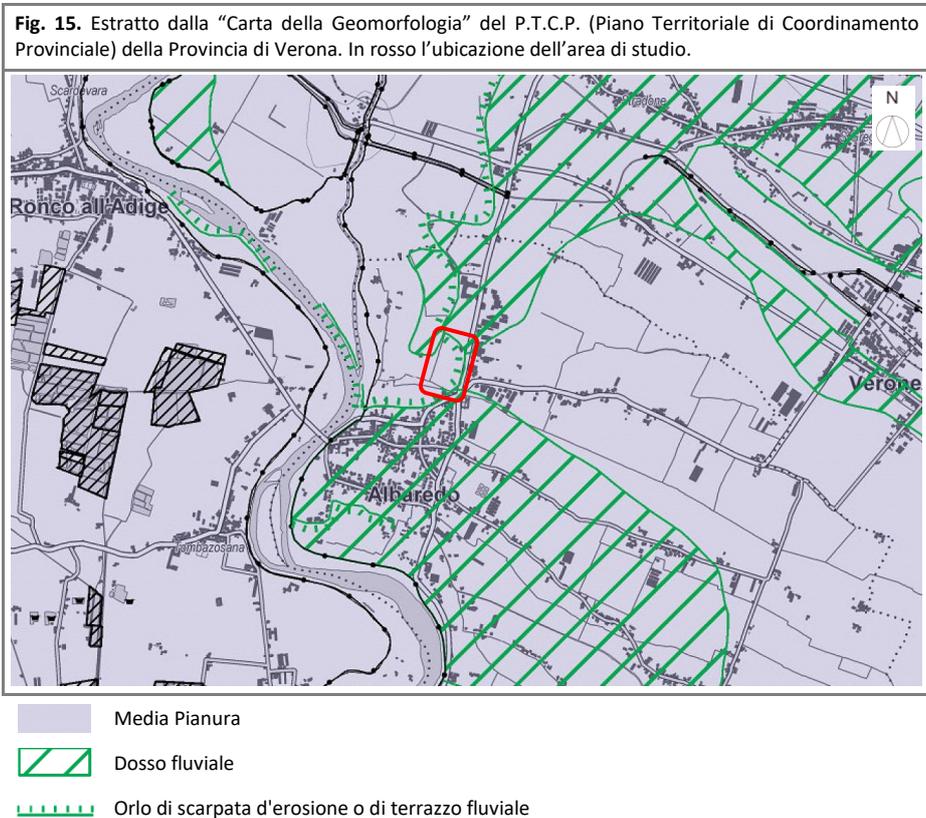
L'evoluzione della pianura è legata principalmente all'interferenza fra le variazioni climatiche che si sono succedute durante il Quaternario e le conseguenti variazioni di portata del Fiume Adige e dei corsi d'acqua che scendono dai Monti Lessini; l'alternanza di fasi di espansione e di ritiro glaciale, con le conseguenti variazioni del flusso idrico e del trasporto solido, hanno infatti determinato la costruzione del conoide dell'Adige che si estende, con forma a ventaglio, dallo sbocco della Val d'Adige fino alla bassa pianura veronese e vicentina. In tale particolare contesto, le principali evidenze morfologiche sono dovute quindi alle dinamiche fluviali di sedimentazione e di erosione del fiume Adige e dell'idrografia secondaria. In corrispondenza della porzione di territorio in esame gran parte delle evidenze morfologiche, laddove non obliterate dall'antropizzazione del territorio, sono quindi riconducibili alle dinamiche fluviali, attuali e pregresse. La superficie topografica è segnata da una serie di forme allungate per lo più parallele alle sponde fluviali, costituite da paleoalvei e dossi che conferiscono al territorio un andamento irregolare, a morfologie depresse e rilevate.

Da un punto di vista geomorfologico, in questa fascia della media pianura l'elemento più peculiare è dato dalla presenza di un percorso atesino relitto rimasto attivo sino ad epoca altomedievale che prende inizio all'altezza di Albaredo (presso l'attuale alveo dell'Adige) e si dirige verso oriente in direzione dei Colli Euganei e del Mare Adriatico.

Si tratta di un particolare tipo di paleoalveo pensile che oggi si presenta come un consistente e continuo dosso sabbioso, spesso limitato da ripide scarpate con una marcata depressione centrale - corrispondente al "*talweg*" - pure essa comunque più elevata del piano campagna circostante. Tale particolare struttura morfologica e sedimentaria taglia la piana veneto-atesina da occidente ad oriente compiendo una serie di anse più o meno ampie.

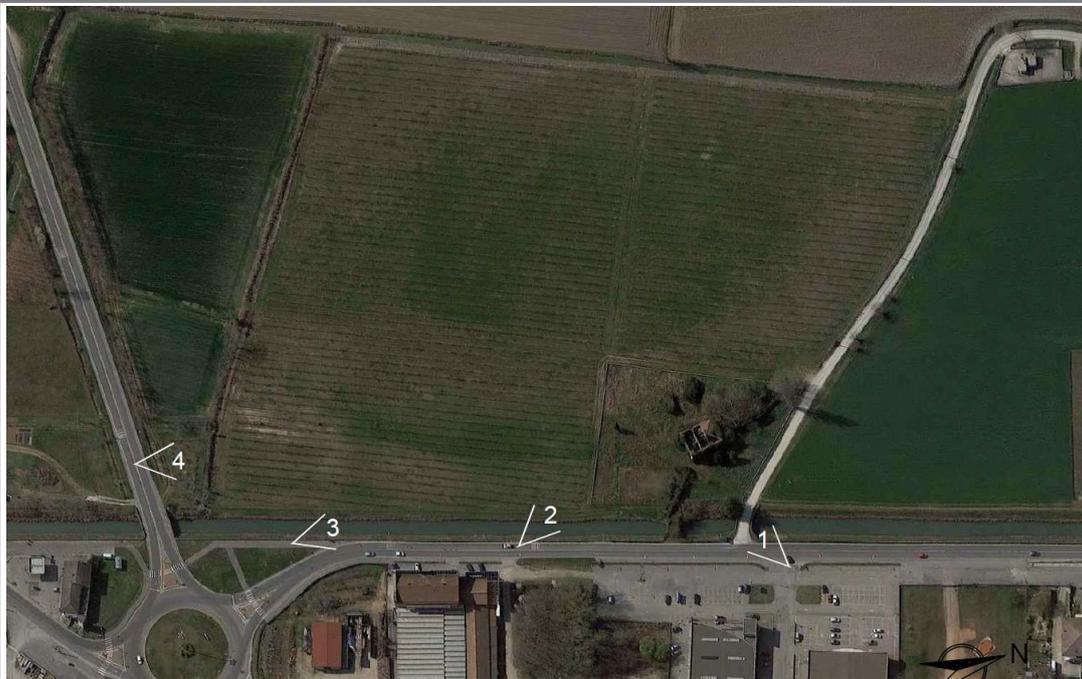
Nello specifico, l'area di intervento si colloca tra le quote altimetriche di 19,5 e 21,0 m s.l.m. in una porzione di territorio nel complesso da sub pianeggiante a debolmente degradante verso Sud - Ovest dove le evidenze morfologiche delle passate dinamiche fluviali sono per lo più celate dalle pratiche agricole diffuse nel territorio. All'interno dell'area di intervento si segnalano, a livello topografico, locali differenze di quota nell'ordine di un paio di metri circa, legate per lo più all'attività antropica di coltivazione e di riporto di materiale con finalità agricole di livellamento superficiale. Nell'area non si rilevano significative evidenze morfologiche che indichino situazioni di particolare criticità, non vi sono fenomeni di dissesto in atto, quiescenti o in evoluzione, né manifestazioni di erosione diffusa o concentrata.

Dall'analisi della "Carta della Geomorfologia" del P.T.C.P. della Provincia di Verona (Fig. 15) si nota come l'area in esame si trovi esternamente al dosso fluviale su cui insiste l'abitato di Albaredo d'Adige, in una zona leggermente depressa rilievo rispetto alla pianura circostante che si estende fino al Fiume Adige.



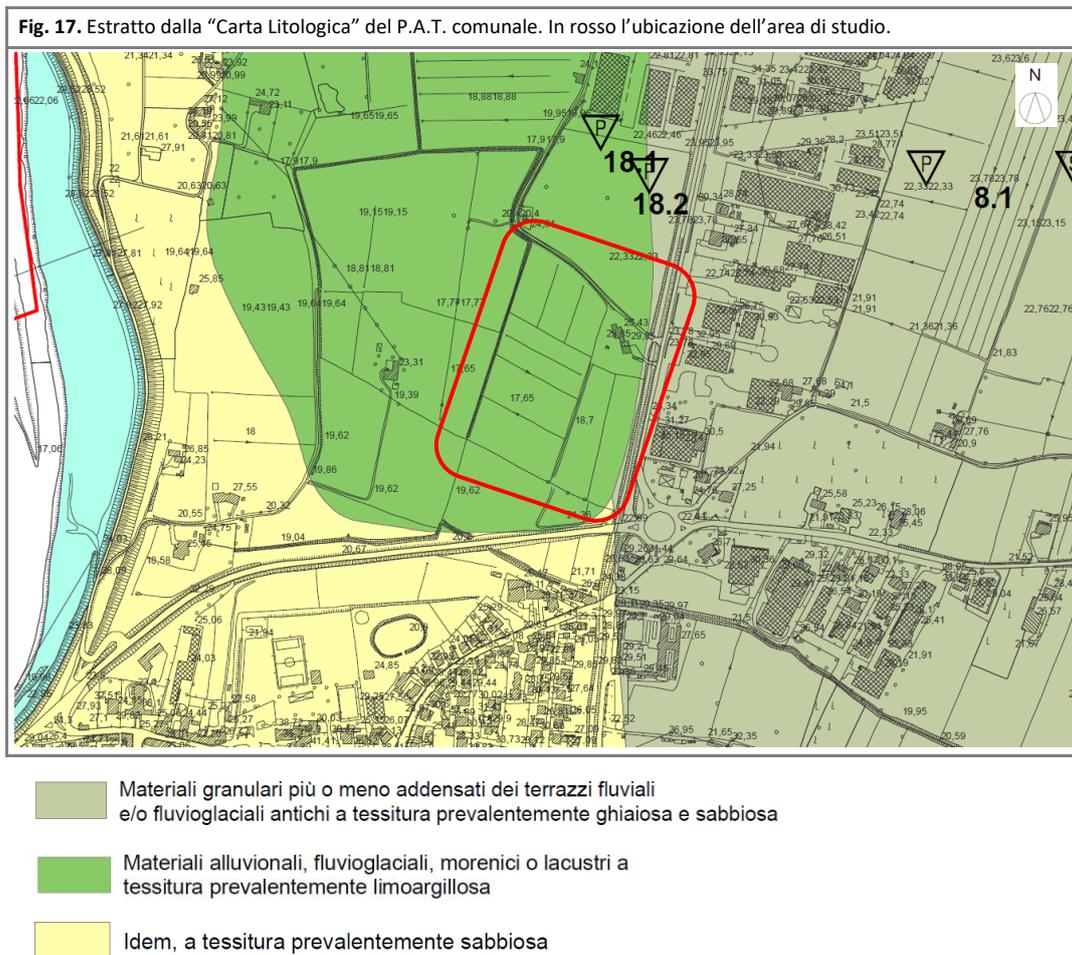
Di seguito si riporta una documentazione fotografica dell'area in oggetto.

Fig. 16. Panoramica dell'area oggetto di futuro intervento.



Dal punto di vista **geolitologico** generale l'alternanza di fasi di espansione e di ritiro glaciale, con le conseguenti variazioni di flusso idrico e di trasporto solido del Fiume Adige e dei principali corsi d'acqua, ha determinato l'accumulo in più riprese di enormi quantità di materiale nella pianura veronese. Scendendo dalle quote altimetricamente più elevate verso la pianura i fiumi perdono in capacità di trasporto e sedimentano materiali di granulometria progressivamente inferiore. Si possono distinguere a Nord la parte apicale del conoide del Fiume Adige, caratterizzata da granulometrie per lo più grossolane (Alta Pianura) e a Sud la parte più distale del conoide stesso (Media e Bassa Pianura) caratterizzata invece dalla progressiva diminuzione granulometrica dei depositi. Procedendo quindi verso Sud le alluvioni ghiaiose dell'Alta Pianura si rastremano progressivamente e si assottigliano, andando ad innestarsi entro sequenze sabbiose e limo argillose tipiche della Media e Bassa Pianura entro cui ricade anche l'area di studio.

Nel dettaglio, con riferimento alla "Carta Litologica" del P.A.T. comunale (Fig. 17), in corrispondenza dell'area di studio emerge un primo sottosuolo costituito da materiali alluvionali a tessitura prevalentemente limosa e argillosa, passanti verso Sud a depositi alluvionali prevalentemente sabbiosi e verso Est a materiali più grossolani (ghiaiosi e sabbiosi).



Nello specifico, facendo riferimento alle indagini realizzate in passato (i cui risultati sono riportati nell'elaborato *“Indagine geologica e geotecnica preliminare per la valutazione di fattibilità di un nuovo impianto sportivo in Via Fiume”* redatta nel Novembre 2021 dal dott. Geol. Matteo Scalzotto), presso l'area in esame sono stati rilevati depositi prevalentemente sabbiosi solamente nel settore di Sud - Est fino almeno 15 metri di profondità. Nella porzione centrale e settentrionale dell'area in oggetto, la componente sabbiosa lascia posto a terreni coesivi di medio - bassa consistenza (limi e argille) che raggiungono spessori di circa 10 m.

Fig. 18. Particolare di uno scavo eseguito in passato a breve distanza dall'area di studio che permette di prendere visione diretta dei depositi costituiscono il primo sottosuolo locale.



Per quanto concerne l'aspetto geologico e morfologico locale, in corrispondenza dell'area di intervento non si segnalano significative criticità potenziali o in atto; contestualmente il modello litologico locale conferisce ai luoghi un assetto nel complesso stabile.

6.2 INQUADRAMENTO IDROGRAFICO E IDROGEOLOGICO

Il reticolo **idrografico** locale appare costituito da un diversificato sistema di corsi d'acqua, naturali ed artificiali, fortemente condizionato da interventi antropici a scopi prevalentemente irrigui, di bonifica e di controllo del rischio idraulico. In tale contesto, i più significativi corsi d'acqua naturali che scorrono nel territorio oggetto di studio sono rappresentati da:

- **Torrente Alpone**: scorre in direzione Nord – Sud ad una distanza di circa 600 m ad Ovest dal lotto oggetto di studio e confluisce nell'Adige in sinistra idrografica subito dopo aver lambito la parte occidentale del territorio comunale;
- **Fiume Adige**: ad andamento meandriforme e confinato fra argini artificiali, lambisce il territorio comunale di Albaredo ad una distanza di 600 m ad Ovest dall'area di studio;
- **Scolo Serega**: attraversa l'intero territorio comunale da Nord a Sud, delimita verso Est l'area di studio scorrendo tra questa e la Strada Provinciale S.P. 18;
- **Scolo Biniega**: delimita verso Ovest l'area di studio.

Di secondaria importanza si segnalano fossi e canali di scolo minori che infittiscono il reticolo idrografico superficiale e sono adibiti prevalentemente all'irrigazione dei terreni agricoli.

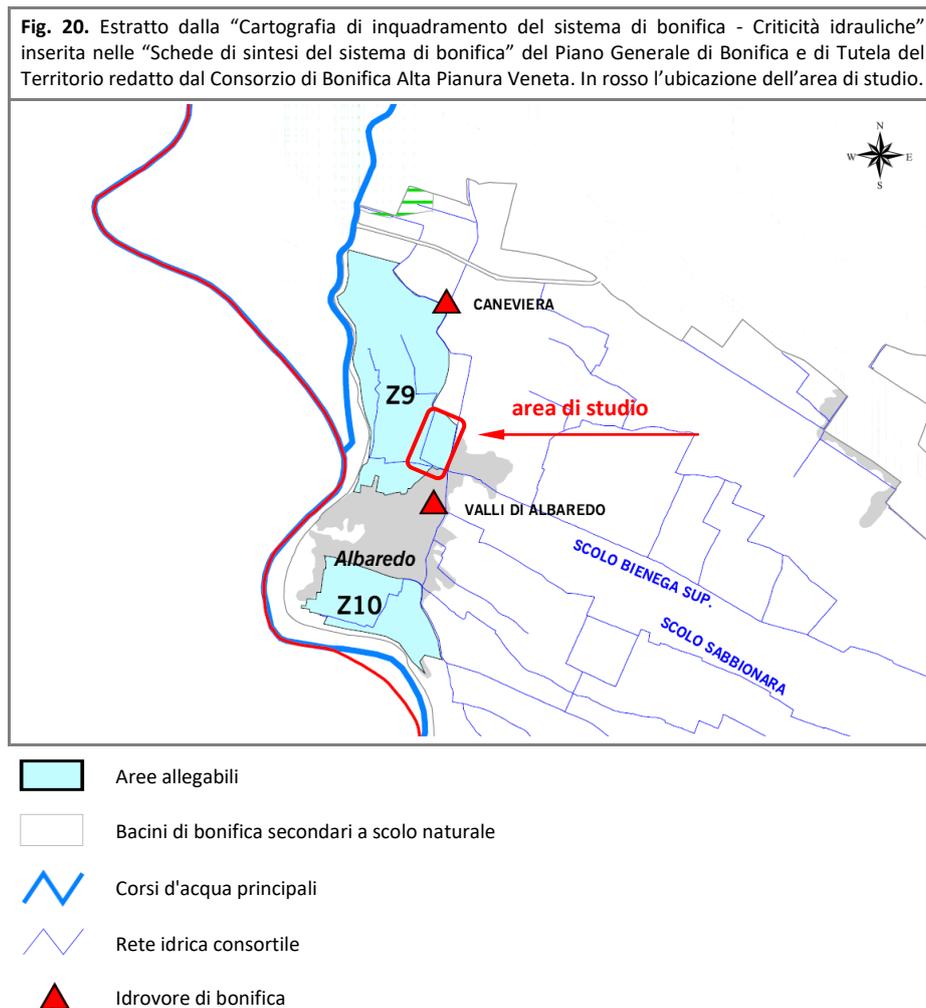
Fig. 19. Ortofoto con evidenziati i principali elementi idrografici (in azzurro) della porzione di territorio entro cui si inserisce il lotto di studio (in rosso).



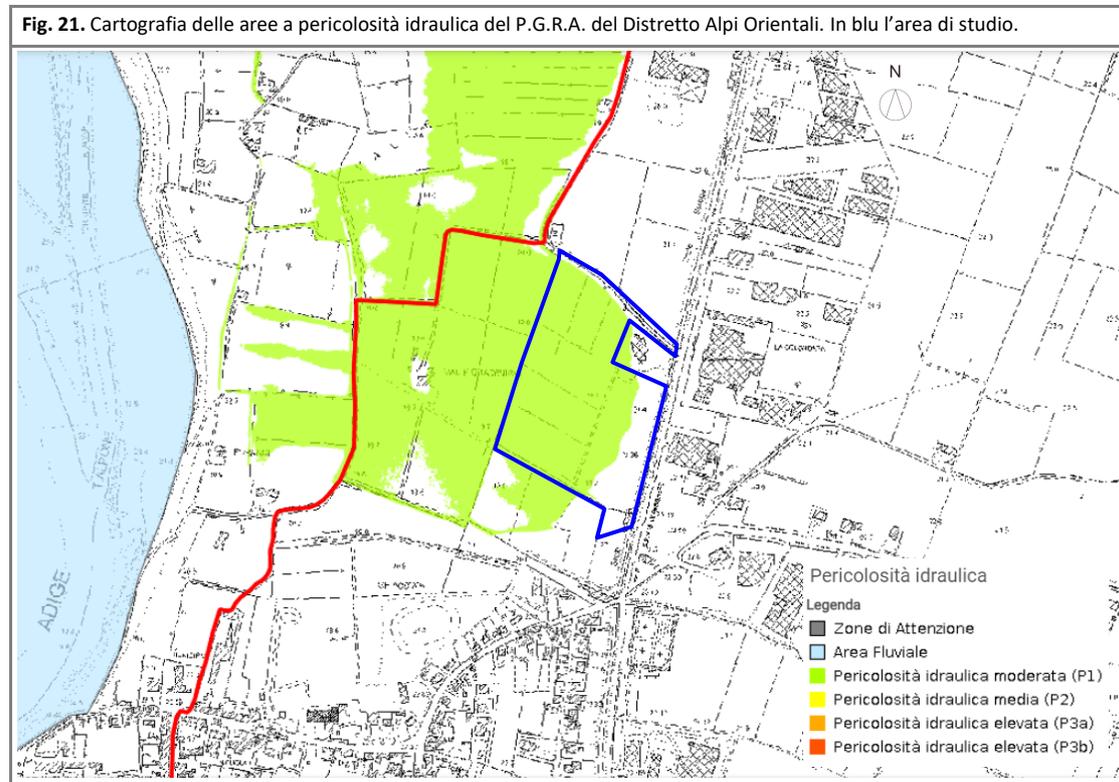
Tutti i terreni posti a sud del collettore Zerpano, compresi tra il F. Adige ed il T. Alpone ad ovest ed il F. Guà (fino a Cologna Veneta) e il F. Fratta (fino a Bevilacqua) ad est fanno parte del sistema idraulico “Biniega - Morando - Serega - Fratta”.

Tutti i corsi d'acqua di tale sistema hanno andamento O-E e s'immettono liberamente nella fossa Fratta. In gronda all'Adige scorre il Canale Serega che, provenendo dalla botte Palladiana in prosecuzione del canale Fibbietto, svolge prevalentemente funzioni irrigue. Quale adduttore principale alimenta infatti, da una posizione di testata, l'intero fascio dei tributari del F. Fratta. Dopo il centro di Coriano il Canale Serega, con una diversione quasi ortogonale, si addentra nel territorio puntando verso il F. Fratta, in cui s'immette, dopo essersi unito con il canale Mussolin (parte terminale del canale Adduttore-Scolmatore).

Dall'analisi della "Cartografia di inquadramento del sistema di bonifica - Criticità idrauliche" (Fig. 20) inserita nelle "Schede di sintesi del sistema di bonifica" del Piano Generale di Bonifica e di Tutela del Territorio redatto dal Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta emerge come l'area di studio ricada in corrispondenza di un'area allegabile (identificata "Z9"); tale particolarità è dovuta a problematiche idrauliche quali il ristagno per difficoltà di drenaggio superficiale legato alla presenza di litologie poco permeabili nei primi metri di sottosuolo (depositi a tessitura prevalentemente limosa e argillosa) e alla morfologia depressa della superficie topografica rispetto al piano campagna circostante.



Dal punto di vista **idrografico - amministrativo**, il sito di studio rientra nel distretto idrografico delle Alpi Orientali e dall'analisi del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (P.G.R.A.) si riscontra una pericolosità moderata "P1" (Fig. 21).



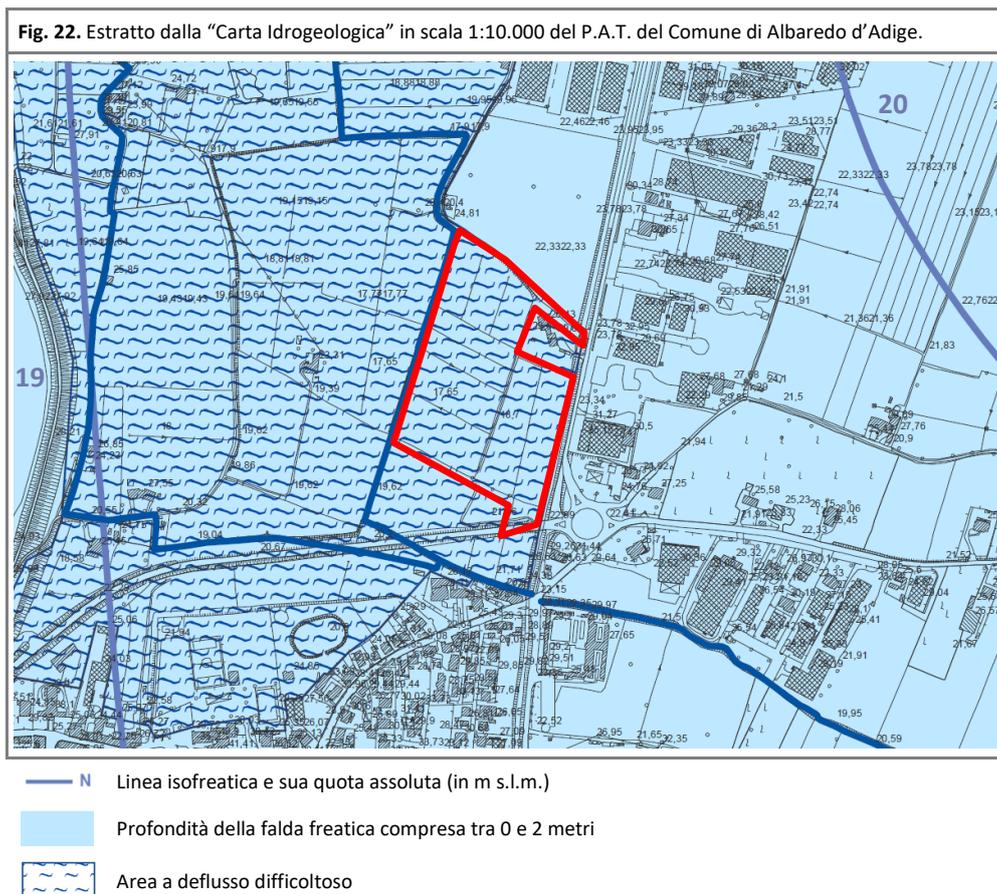
Per quanto riguarda l'aspetto **idrogeologico**, come riportato nella figura seguente l'area della pianura veronese e vicentina può essere suddivisa fra Alta e Medio - Bassa Pianura, due ambiti geologici ed idrogeologici distinti sebbene collegati tra loro:

- a) SISTEMA DELLA PIANURA ALLUVIONALE - ALTA PIANURA: tale unità, delimitata dai Monti Lessini a Nord, rappresenta una delle più cospicue riserve idriche sotterranee del Veneto. L'Alta Pianura è infatti sede di un acquifero freatico indifferenziato con direzione di deflusso approssimativamente Nord Ovest – Sud Est. L'elevata permeabilità e l'omogeneità del sottosuolo permettono l'infiltrazione delle acque superficiali e fanno di questo territorio "area di ricarica" degli acquiferi;
- b) SISTEMA DELLA PIANURA ALLUVIONALE – MEDIA E BASSA PIANURA: a partire dal limite inferiore della fascia delle risorgive prende inizio il tipico ambiente di Medio – Bassa Pianura caratterizzato dall'affioramento di terreni da fini a molto fini. Il sottosuolo, costituito da alternanze di orizzonti continui limo - argillosi e strati permeabili, è caratterizzato dalla sovrapposizione di *acquiclude* e di falde idriche in pressione. In questa porzione di territorio prevalgono pertanto depositi a permeabilità medio bassa, utili come protezione delle acque di qualità profonde.

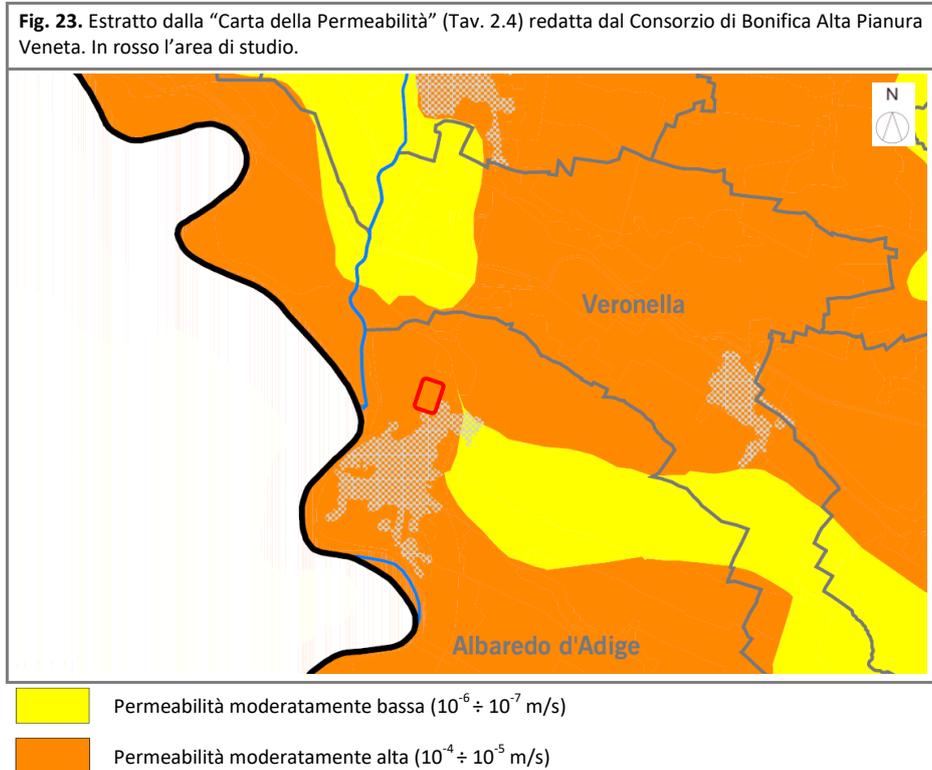
Il limite fra l'Alta e la Medio - Bassa Pianura è segnato dal limite superiore della fascia delle risorgive, cioè la zona entro cui la superficie piezometrica intercetta quella topografica con conseguente venuta a giorno della falda freatica; in corrispondenza di tale fascia si origina un fitto sistema idrografico costituito dai fiumi di risorgiva.

Nello specifico, il sito di studio ricade nella Medio - Bassa Pianura posta a valle della fascia delle risorgive, in un contesto in cui il materasso alluvionale è caratterizzato e condizionato dalla presenza di alternanze di terreni sabbiosi, quindi permeabili, con terreni limoso - argillosi al contrario poco o per nulla permeabili. Il sottosuolo locale è perciò caratterizzato da un acquifero multifalda differenziato, costituito da una modesta falda superficiale a carattere freatico e da vari livelli acquiferi profondi in pressione, confinati e semiconfinati da livelli di sedimenti fini praticamente impermeabili, dall'elevato grado di artesianità. La direzione di deflusso sotterraneo è circa NE → SW con gradiente prossimo all'1‰; il regime della falda risente dell'alimentazione dovuta all'area di ricarica degli acquiferi, della falda di subalveo, delle piogge efficaci, nonché delle diffuse pratiche irrigue.

Con riferimento alla "Carta Idrogeologica" del P.A.T. (Fig. 22) si evince come nell'area di studio la falda freatica si attesti tra le quote assolute di 19 e 20 m s.l.m. Dal momento che l'area di studio si colloca tra le quote di 19,5 e 21,0 m s.l.m., la profondità della falda risulta essere in periodo di morbida ad una profondità prossima al metro da piano campagna.



Per quanto riguarda la permeabilità dei depositi più superficiali si fa riferimento alla “Carta della Permeabilità” redatta dal Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta (Fig. 23), secondo cui i materiali alluvionali a tessitura prevalentemente sabbiosa costituenti il primo sottosuolo dell’area di studio sono caratterizzati da permeabilità moderatamente alta ($k = 10^{-4} \div 10^{-5}$ m/s).



7 VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI DELL'INTERVENTO

La valutazione degli effetti dell'intervento sull'area di progetto riguarda prima di tutto la **trasformazione dell'uso del suolo** da essa attuata. Nel seguito verranno quindi analizzate le variazioni in termini di impermeabilizzazione delle superfici e di criticità idraulica del territorio.

7.1 TRASFORMAZIONI DELLE SUPERFICI IN TERMINI DI IMPERMEABILIZZAZIONE

Considerando l'intera area oggetto di intervento (60.413 m²), le superfici coinvolte subiranno una variazione d'uso secondo quanto schematicamente riassunto nella seguente tabella:

TIPO SUPERFICIE	STATO ATTUALE	STATO DI PROGETTO
aree agricole	-	-
aree verdi e/o inerbite	60.413 m ²	43.794 m ²
parcheeggi in materiale drenante	-	1.940 m ²
coperture edifici, strade e piazzali	-	14.679 m ²
superficie totale	60.413 m²	60.413 m²

Il livello di permeabilità delle superfici viene espresso attraverso il *coefficiente di deflusso* φ , indice del volume meteorico efficace ai fini del deflusso, i cui valori sono convenzionalmente assunti come da Allegato A alla D.G.R. 2948/2009 e schematizzato nella tabella seguente.

SUPERFICIE	φ
aree agricole	0,10
superfici permeabili (aree verdi e inerbite)	0,20
superfici semipermeabili (grigliati drenanti, strade in terra battuta, ecc.)	0,60
superfici impermeabili (tetti, coperture, strade e piazzali asfaltati, ecc.)	0,90

Nel presente studio, le superfici sono state caratterizzate come di seguito esposto:

- SUPERFICI AGRICOLE ($\varphi = 0,1$): nello stato di progetto non sono presenti superfici agricole;
- SUPERFICI PERMEABILI ($\varphi = 0,2$): nello stato di progetto sono considerate in tale classe le aree verdi inerbite e mantenute a prato, i campi da calcio e calcetto, l'area del parco;
- SUPERFICI SEMIPERMEABILI ($\varphi = 0,6$): nello stato di progetto sono considerate in tale classe tutti i parcheggi dal momento che sono previsti in materiale drenante (grigliato);
- SUPERFICI IMPERMEABILI ($\varphi = 0,9$): per lo stato di progetto sono considerate impermeabili tutte le coperture degli edifici (tribuna, campi da tennis, locali spogliatoio, wc, ristoro), strade, piazzali e piste ciclopedonali.

L'influenza delle singole superfici S_i in funzione della specifica destinazione d'uso viene computata attraverso una media ponderata dei coefficienti di deflusso φ_i :

$$\varphi = \sum_i \varphi_i S_i / S_{tot}$$

Eseguendo i calcoli con i valori specificati nella tabella alla pagina precedente si ottengono i seguenti valori del coefficiente di deflusso ponderato:

COEFFICIENTE DI DEFLUSSO	
stato attuale	0,20
stato di progetto	0,38

Considerando le superfici nel loro insieme (6 Ha), il progetto è classificabile come *“intervento a significativa impermeabilizzazione potenziale su superfici comprese fra 1 e 10 ha”*.

7.2 ANALISI IDROLOGICA

Per la caratterizzazione idrologica dell'area, la normativa prescrive che si faccia riferimento alle curve di possibilità pluviometrica caratteristiche della zona di studio, per diverse durate di precipitazione e per eventi con un determinato tempo di ritorno T_R . I dati pluviometrici che definiscono il legame tra l'altezza di pioggia (h) e la durata di precipitazione (t) si esprimono in genere attraverso una curva di possibilità pluviometrica (CPP) monomia in forma:

$$h = a \cdot t^n$$

dove:

- h altezza di pioggia (mm)
- a, n coefficienti
- t durata della precipitazione (ore)

Coerentemente con quanto indicato nello “Studio di Compatibilità Idraulica” del Piano di Assetto del Territorio (P.A.T.) del Comune di Albaredo d'Adige, per il presente studio sono stati utilizzati i dati di precipitazione della stazione pluviometrica di Roverchiara (VR) elaborati dal Centro Sperimentale Valanghe e Difesa Idrologica della Regione Veneto.

Nel caso in oggetto, come indicato dalla D.G.R. 2948/2009, in previsione di uno smaltimento delle acque meteoriche in corpo idrico superficiale va considerato per l'evento critico un **tempo di ritorno T_R di 50 anni**. La curva di possibilità pluviometrica considerata in questa ipotesi è:

$$h = 69,84 \cdot t^{0,1758}$$

7.3 STIMA DELLE PORTATE DI DEFLUSSO

La valutazione del livello di incremento di criticità idraulica del territorio viene solitamente condotta in base all'analisi afflussi – deflussi prima e dopo la realizzazione delle opere in progetto. La differenza dei deflussi antecedenti e conseguenti gli interventi rappresenta l'incremento di portata determinato dagli effetti delle modifiche previste dal progetto. Il calcolo della portata eseguito applicando il metodo razionale, parte dall'analisi della curva di possibilità pluviometrica (v. Par. 7.2) per durate di precipitazione corrispondenti al tempo di corrivazione critico per il cui calcolo si fa riferimento alla formula di *Ventura* per piccoli bacini:

$$\tau_c(\text{ore}) = 0,1272 \sqrt{A_b/i_m}$$

dove:

- A_b area del bacino in km²
 i_m pendenza media del bacino (considerata pari al 2‰)

Alla luce dell'assetto morfologico dell'area, per il comparto in oggetto risulta il seguente tempo di corrivazione medio che, in corrispondenza dell'evento critico, fornisce un'altezza di pioggia h_c e un'intensità di pioggia i_c riportati in tabella:

PARAMETRO	VALORE
tempo di corrivazione (τ_c)	26,5 min
altezza di pioggia critica (H_c)	60,5 mm
intensità di pioggia (i_c)	137 mm/ora

Il calcolo della portata defluente viene effettuato attraverso la formula:

$$Q = \frac{i \cdot A \cdot \varphi}{360} [m^3 / s]$$

con:

- i intensità di pioggia in mm/ora
 A superficie scolante in ha
 φ coefficiente di deflusso

Per il caso in oggetto:

PARAMETRO	VALORE
portata di deflusso attuale	459 l/s
portata di deflusso di progetto	879 l/s
incremento (a seguito del progetto)	420 l/s

A parità di intensità, il contributo idrico allo stato attuale è pari a 459 l/s mentre a seguito degli interventi progettuali la portata di deflusso sarà di 879 l/s. L'incremento dell'apporto idrico dovuto alle modifiche previste è quindi pari a 420 l/s.

Il coefficiente udometrico (rapporto fra la portata di deflusso e la superficie espressa in ettari) risulta:

PARAMETRO	VALORE
coefficiente udometrico (stato attuale)	76 l/s
coefficiente udometrico (stato di progetto)	146 l/s

Il coefficiente udometrico della condizione di area iniziale pari a 76 l/s per ettaro subisce un incremento a 146 l/s per ettaro nella configurazione di progetto, indice di una condizione complessiva più urbanizzata.

Per la successiva definizione delle misure compensative necessarie a mitigare l'incremento di impermeabilizzazione e di portata di deflusso prodotti dall'intervento, sulla base delle indicazioni del Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta, per il calcolo dei volumi minimi di invaso da predisporre per la laminazione dei nuovi carichi idraulici è necessario rispettare **un valore di coefficiente udometrico massimo di 5 l/s per ettaro di superficie interessata da trasformazione (60.413 m²)**, da cui risulta la seguente portata di scarico:

PARAMETRO	VALORE
superficie interessata da trasformazione	6,04 Ha
coefficiente udometrico	5 l/s
portata di scarico massima	30,2 l/s

7.4 STIMA DEI VOLUMI MINIMI DI INVASO

7.4.1 PREMESSA

Per rispettare il principio dell'**invarianza idraulica**, nell'area di intervento si rendono necessarie idonee misure compensative per l'attenuazione del rischio idraulico. Tali misure, in linea generale, vengono indicate dalla normativa nella predisposizione di volumi di invaso e devono garantire che la portata di deflusso rimanga costante fra lo stato antecedente e quello successivo alla realizzazione delle opere di progetto. Per la definizione delle misure compensative necessarie a mitigare l'incremento di impermeabilizzazione e di portata di deflusso prodotti dall'intervento, per il calcolo dei volumi minimi di invaso e laminazione dei nuovi carichi idraulici prodotti sarà necessario rispettare un valore di coefficiente udometrico massimo di 5 l/s per ettaro d'intervento.

Considerando le trasformazioni urbanistiche previste, per garantire l'invarianza idraulica si propone una valutazione del volume compensativo calcolato sulle effettive caratteristiche idrologiche, di impermeabilizzazione e di geometria del sito oggetto di intervento. In tal senso calcolando per il tempo di precipitazione, il valore del volume affluito, il volume scaricato nella rete ricettrice e, per differenza tra i due, il volume che è necessario invasare, è possibile determinare il volume necessario alla laminazione dell'evento considerato, ricercando il massimo della curva dei volumi di invaso al variare del tempo di precipitazione. Il valore così ottenuto rappresenta quindi il massimo per l'evento meteorico col periodo di ritorno valutato. I volumi di accumulo sono stati stimati con il metodo delle piogge per la curva di possibilità pluviometrica riportata nel Par. 7.2 con riferimento ad un tempo di ritorno di 50 anni.

Il volume di pioggia entrante (affluente) nel sistema di invaso in conseguenza ad un evento pluviometrico di durata t si può esprimere tramite la seguente relazione:

$$V_{in} = S \cdot \varphi \cdot h(t) = S \cdot \varphi \cdot a \cdot t^n$$

dove:

- S superficie del bacino drenato a monte del sistema di invaso
- φ coefficiente di deflusso medio
- h altezza di pioggia
- a, n coefficienti della curva pluviometrica
- t durata della precipitazione

Il volume in uscita (effluente) dal sistema nello stesso intervallo t di tempo è:

$$V_{out} = Q_{out} \cdot t = S \cdot u \cdot t$$

dove:

- Q_{out} portata imposta allo scarico
- u coefficiente udometrico imposto allo scarico

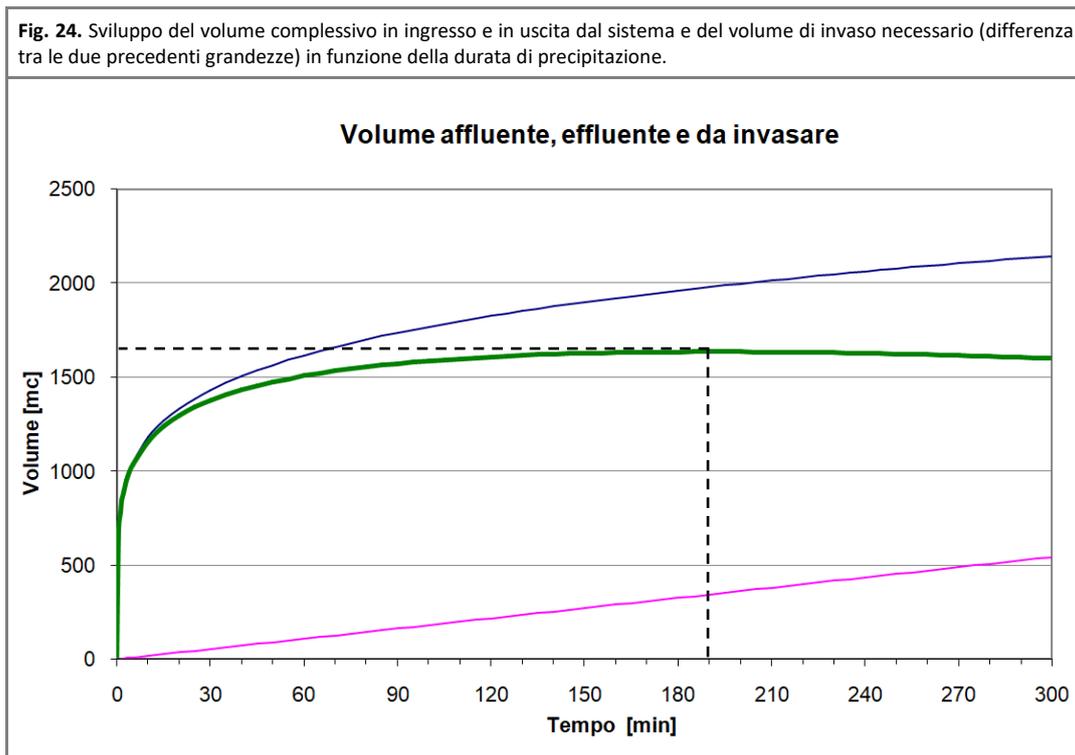
Il volume da invasare al tempo t è dato dalla differenza dei volumi in entrata e in uscita dal sistema:

$$V_{invaso} = V_{in} - V_{out}$$

Il volume di invaso minimo da predisporre per la laminazione del nuovo carico idraulico prodotto dagli interventi si determina, recependo la metodologia proposta dai Consorzi di Bonifica, confrontando i volumi di precipitazione raccolti nelle nuove trasformazioni con i volumi scaricati nel ricettore per differenti durate di precipitazione e assumendo il valore che massimizza la loro differenza.

7.4.2 VOLUME DI INVASO E LAMINAZIONE

Nel caso specifico, assumendo una portata di scarico (coefficiente udometrico) costante pari a 5 l/s per ettaro di superficie trasformata (6,03 ha), corrispondente ad una portata complessiva di 30,2 l/s e adottando la curva pluviometrica con tempo di ritorno di 50 anni definita nel Par. 7.2, dall'elaborazione deriva un volume di invaso minimo di 1.634 m³ (271 m³/ha). Tale valore corrisponde al picco della curva del volume di invaso raggiunto per un evento meteorico critico di 190 minuti di durata, come risulta dal grafico di Fig. 24 e dal tabulato di calcolo in All. 3.



A questo punto si confronta il risultato con il volume d'invaso specifico minimo indicato dal Consorzio di Bonifica, che impone un valore minimo di 650 m³ per ettaro di superficie effettivamente soggetta a trasformazione (16.619 m²), ne derivano i seguenti volumi:

MODALITÀ DI CALCOLO VOLUME DI INVASO	VALORE
Volume calcolato da curva di piovosità	1.634 m ³
Indicazioni Consorzio di Bonifica ($V_{\text{spec}} = 650 \text{ m}^3/\text{ha}$)	1.080 m ³

Sulla base delle considerazioni fin qui esposte e scegliendo a favore di sicurezza il valore massimo tra quelli calcolati, **al fine di garantire l'invarianza idraulica per $T_R = 50$ anni si rende necessario predisporre un volume d'invaso minimo pari a 1.634 m³.**

8 MISURE COMPENSATIVE E SISTEMA DI SCARICO

8.1 PREMESSA

Come detto, per rispettare il principio dell'invarianza idraulica, nell'area di intervento si rendono necessarie idonee misure compensative; in relazione al contesto stratigrafico e idrogeologico locale, fra le possibili misure di compensazione sono possibili tutte le tipologie a prevalente carattere d'invaso (vasca di laminazione, sovradimensionamento delle condotte, bacino di ritenzione e invasi di accumulo) con successivo scarico nella rete idrica superficiale. A causa della presenza della falda freatica ad una profondità prossima al metro da piano campagna, non vi sono i requisiti tali da consentire l'adozione di sistemi di infiltrazione e dispersione nel sottosuolo delle acque meteoriche.

Nello specifico, per l'invaso e la laminazione delle portate sarà creata un'area verde depressa di forma stretta e allungata nell'angolo Sud - Ovest del comparto (dove peraltro sono orientate le attuali linee di deflusso superficiale dell'area) con successivo scarico nello Scolo Biniega, il quale delimita verso Ovest il lotto di intervento.

Fig. 25. Planimetria generale di progetto (Masterplan) della Cittadella dello Sport con l'ubicazione dell'area verde depressa che funge da bacino di invaso e laminazione delle portate.



8.1 SISTEMI DI INVASO - BACINO DI LAMINAZIONE

Il bacino di invaso e laminazione sarà creato come area verde depressa nella zona Sud - Ovest (v. Fig. 25) a cui confluiranno tutte le acque meteoriche del comparto, seguendo le pendenze naturali o dove non possibile mediante impianti di sollevamento. Per il posizionamento del bacino di invaso sarà rispettata una distanza minima di 4 m dal ciglio dello Scolo Biniega per garantire il passaggio dei mezzi consortili di manutenzione del corso d'acqua.

L'area depressa per l'invaso avrà un'estensione indicativa di 2.800 m² e una profondità massima di 70 cm (si ricorda come sia stata rilevata la presenza della falda ad una profondità minima di -0,70 m da p.c.); in tal modo, prevedendone il riempimento per un'altezza di 60 cm, oltre ad avere un tirante idrico inferiore al metro, sarà garantito il volume necessario all'invaso (1.680 m³ > 1.634 m³) con un sufficiente franco di sicurezza tra il pelo libero del bacino e la quota superiore della sponda. Le sponde del bacino dovranno essere opportunamente sagomate con una pendenza non superiore a 3/2 per garantire la stabilità delle sponde stesse.

8.2 SCARICO IN CORPO IDRICO SUPERFICIALE

Come detto, il corpo idrico superficiale recettore delle acque sarà lo Scolo Biniega che delimita il confine Ovest del lotto interessato dall'intervento e scorre in direzione Nord - Sud incassato di un metro circa al di sotto del piano campagna con sponde completamente inerbite, inclinate di circa 45° e nel complesso stabili.

Lo smaltimento dei volumi meteorici sarà interamente a carico della rete idrica superficiale.

Per un corretto funzionamento della rete è necessario procedere alla pulizia periodica delle tubazioni e ripulire il fondo del bacino di invaso e del fosso di scolo da eventuali ramaglie e resti vegetali che possono nel tempo riempirne la sezione.

9 CONCLUSIONI E INDICAZIONI PROGETTUALI

Il presente elaborato riguarda la proposta urbanistica di una “Cittadella dello Sport” dotata di viabilità e parcheggi, aree verdi, campi da calcio e da tennis, tribune, spogliatoi e punto ristoro in un’area di 60.413 m² attualmente inerbita posta tra Via Fiume, Via Serega e la Strada Provinciale S.P. 19 in Comune di Albaredo d’Adige (VR). A causa della presenza della falda freatica ad una profondità minima di 70 cm da p.c., non vi sono i requisiti da consentire sistemi di infiltrazione e dispersione nel sottosuolo delle acque meteoriche. Nel presente elaborato sono state pertanto calcolate le misure di compensazione per le opere attualmente previste dal progetto, per le quali, viste le caratteristiche geologiche, idrogeologiche, idrauliche e pluviometriche dell’area, sarà necessario predisporre un volume d’invaso e laminazione minimo pari a 1.634 m³ che si propone di ottenere con la creazione di un’area verde depressa nella zona Sud - Ovest del comparto.

L’area depressa per l’invaso avrà un’estensione indicativa di 2.800 m² e una profondità massima di 70 cm; in tal modo, prevedendone il riempimento per un’altezza di 60 cm, oltre ad avere un tirante idrico inferiore al metro, sarà garantito il volume necessario all’invaso (1.680 m³ > 1.634 m³) con un sufficiente franco di sicurezza tra il pelo libero del bacino e la quota superiore della sponda. Le sponde del bacino dovranno essere opportunamente sagomate con una pendenza non superiore a 3/2 per garantire la stabilità delle sponde stesse.

Ciò premesso, si ritiene opportuno fare le seguenti precisazioni e indicazioni operative:

- per il posizionamento dell’area verde depressa che funge da bacino di invaso e laminazione sarà rispettata una distanza minima di 4 m dal ciglio dello Scolo Biniega per garantire il passaggio dei mezzi consortili adibiti alla manutenzione del corso d’acqua;
- le sponde del bacino di invaso saranno essere opportunamente sagomate con una pendenza non superiore a 3/2 per garantire la stabilità delle sponde stesse;
- per i parcheggi si ricorda la volontà del progettista di utilizzare materiale drenante (grigliato drenante) in modo da abbassare il valore del coefficiente di deflusso e ridurre al minimo la permeabilità complessiva dell’area;
- le informazioni tecniche utilizzate per lo studio (dati stereometrici, superfici, ecc.) sono state fornite dalla Committenza e si riferiscono ad una fase urbanistica del progetto. Nelle successive fasi del progetto, al fine di definire correttamente le opere di mitigazione idraulica, si dovrà aggiornare lo studio con ulteriori analisi.

San Giovanni Lupatoto, Settembre 2024

Dott. Geol. Gionata Andreis

BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

La stesura del documento è stata eseguita facendo riferimento ai seguenti testi e documenti:

AA. VV.

Studi di compatibilità idraulica: corsi di aggiornamento – Ordine dei Geologi del Veneto

Autorità di Bacino dei Fiumi Brenta Bacchiglione

Piano per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)

Becciu G. - Paoletti A.

Fondamenti di costruzioni idrauliche - UTET (2011)

Castany G.

Idrogeologia: principi e metodi – Dario Flaccovio Editore (1985)

Centro sperimentale valanghe e difesa idrologica della Regione Veneto

Studio delle piogge intense nel territorio montano della Regione Veneto (1986)

Comune di Albaredo d'Adige

Piano di Assetto del Territorio (P.A.T.) e Piano degli Interventi (P.I.)

Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta

Piano Generale di Bonifica e di Tutela del Territorio (P.G.B.T.T.)

Distretto Idrografico Alpi Orientali

Piano di Gestione Rischio Alluvioni (P.G.R.A.)

Provincia di Verona

Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (P.T.C.P.)

Regione Veneto

Piano Territoriale Regionale di Coordinamento (P.T.R.C.)

Regione Veneto

Carta piezometrica della Regione Veneto (1985)

Regione Veneto – Progetto Tecnamb

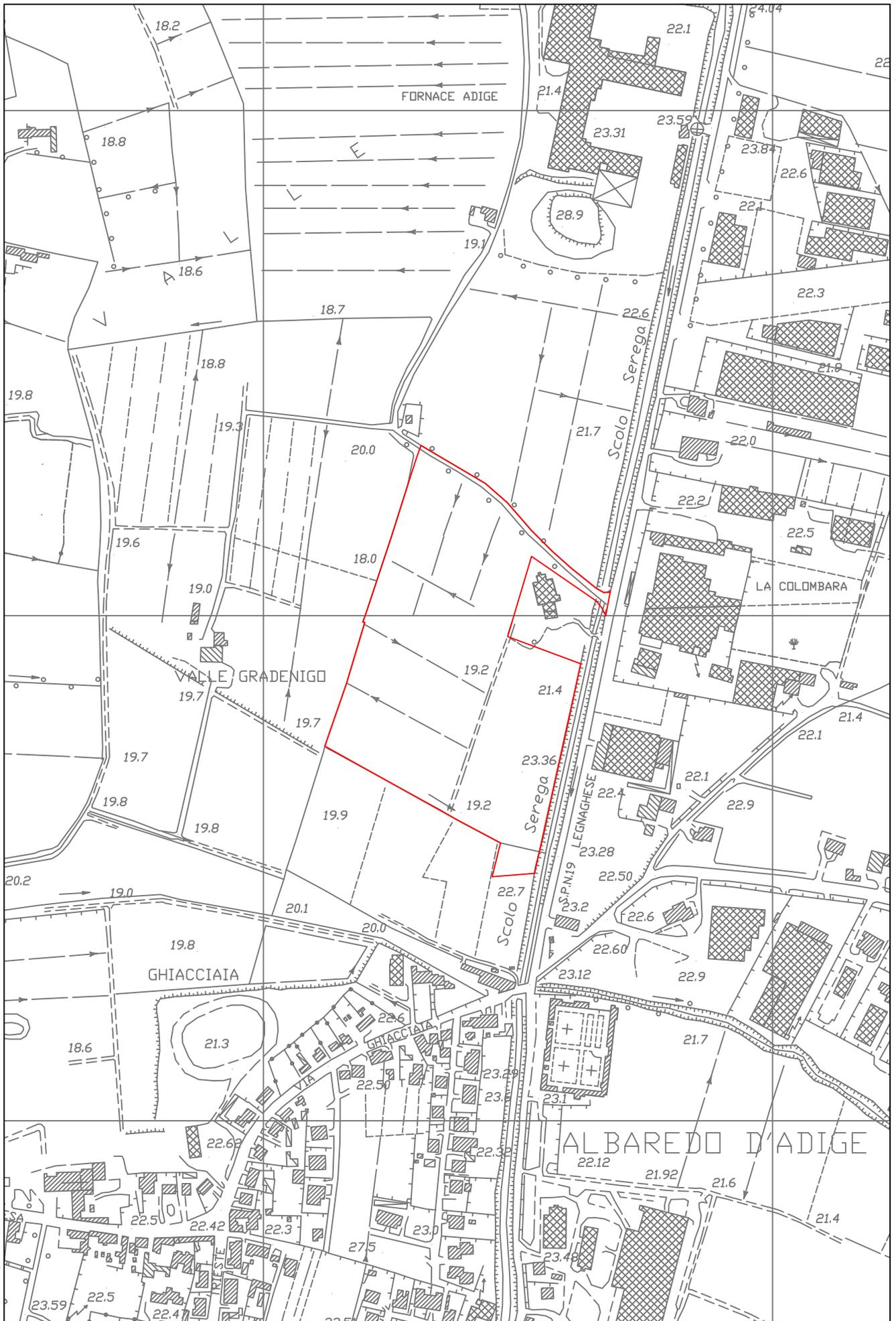
Pianificazione e gestione del rischio idrogeologico - Studio di compatibilità idraulica (2003)

Dott. Geol. Scalzotto Matteo

Indagine geologica e geotecnica preliminare per la valutazione di fattibilità di un nuovo impianto sportivo in Via Fiume (Novembre 2021)

ALLEGATO 1

COROGRAFIA IN SCALA 1:5.000



ALLEGATO 2

MAPPA CATASTALE



QUADRO CATASTALE DI INTERVENTO			
COMUNE DI ALBAREDO D'ADIGE			
FOGLIO	MAPPALE	SUP MQ	PROPRIETA'
1	595	3 341	COMUNE
1	593	5 050	COMUNE
1	86	6 312	COMUNE
1	592	960	COMUNE
1	589	1 150	COMUNE
1	83	6 073	COMUNE
1	82	34 689	COMUNE
1	614	457	COMUNE
1	529	802	TERZI
1	521	70	TERZI
1	522	426	TERZI
1	528	203	TERZI
1	parte 607	880	TERZI
SOMMANO		60 413	

Per i mappali proprietà di terzi privati,
per un totale di mq 2'381 si dovrà predisporre
apposita procedura espropriativa

ALLEGATO 3

TABULATI DI CALCOLO MISURE COMPENSATIVE

180	84,72	181,62	1959,89	326,23	1633,66
185	85,13	177,56	1969,35	335,29	1634,06
190	85,53	173,70	1978,60	344,35	1634,25
195	85,92	170,02	1987,66	353,42	1634,24
200	86,30	166,51	1996,53	362,48	1634,05
205	86,68	163,16	2005,21	371,54	1633,67
210	87,05	159,95	2013,73	380,60	1633,12
215	87,41	156,88	2022,07	389,66	1632,41
220	87,76	153,93	2030,26	398,73	1631,54
225	88,11	151,11	2038,30	407,79	1630,51
230	88,45	148,39	2046,19	416,85	1629,34
235	88,78	145,79	2053,94	425,91	1628,03
240	89,11	143,28	2061,56	434,97	1626,58
245	89,44	140,86	2069,04	444,04	1625,01
250	89,76	138,54	2076,40	453,10	1623,31
255	90,07	136,29	2083,65	462,16	1621,49
260	90,38	134,13	2090,77	471,22	1619,55
265	90,68	132,04	2097,78	480,28	1617,50
270	90,98	130,02	2104,69	489,35	1615,34
275	91,27	128,07	2111,49	498,41	1613,08
280	91,56	126,18	2118,19	507,47	1610,72
285	91,85	124,36	2124,79	516,53	1608,26
290	92,13	122,59	2131,30	525,59	1605,70
295	92,41	120,87	2137,71	534,66	1603,06
300	92,68	119,21	2144,04	543,72	1600,32

Volume da invasare = **1.634** m³

Volume specifico: 271 m³/Ha

