



Regione  
Veneto

Comune di  
Padova

Committente:  
**BENI STABILI S.p.A.**

**PIANO URBANISTICO ATTUATIVO  
PER IL RECUPERO DEL COMPLESSO EDILIZIO  
"EX INTENDENZA DI FINANZA - EX CONVENTO DI S. BERNARDINO"**



**Elaborato**

**VERIFICA DI COMPATIBILITÀ  
IDROGEOLOGICA**

Professionisti:

**Ing. MASSIMO TONDELLO**  
Ordine degli Ingegneri della provincia  
di Padova n. 2771

**Dott. Geol. SERGIO CITRAN**  
Ordine dei Geologi  
del Veneto n. 464



Commessa: HS 531-10

REV: 00

Data: Ott. 2010



 <b>HydroSoil</b> s.r.l. Sistema di gestione qualità certificato ISO 9001:2008	TITOLO: P.U.A. PER IL RECUPERO DEL COMPLESSO EDILIZIO "EX INTENDENZA DI FINANZA - EX CONVENTO DI S. BERNARDINO"	COMMITTENTE: BENI STABILI S.P.A.
	ELABORATO: VERIFICA DI COMPATIBILITÀ IDROGEOLOGICA	

## INDICE

<b>1</b>	<b><u>PREMESSA</u></b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b><u>CONTESTO GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO DELL'AREA URBANA</u></b>	<b>4</b>
2.1	INQUADRAMENTO GEOLOGICO E LITOLOGICO	4
2.2	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	6
2.3	INQUADRAMENTO IDROLOGICO	8
2.4	MODELLO LITOSTRATIGRAFICO LOCALE	9
2.5	MODELLO IDROGEOLOGICO	11
2.6	CONSIDERAZIONI SULL'IDROGEOLOGIA DEL SITO	12
<b>3</b>	<b><u>VALUTAZIONE DELLA COMPATIBILITÀ IDRAULICA</u></b>	<b>13</b>
3.1	INTRODUZIONE ALL'ANALISI IDROLOGICO-IDRAULICA	15
3.1.1	Curve di possibilità pluviometrica	15
3.1.2	Coefficienti di deflusso	17
3.1.3	Calcolo delle portate	17
3.1.4	Stima dei volumi d'invaso	18
3.2	ANALISI DELLE TRASFORMAZIONI	19
3.2.1	Descrizione dello stato attuale	19
3.2.2	Descrizione dell'intervento	21
3.2.3	Confronto tra la situazione attuale e la configurazione di progetto	23
3.3	CONCLUSIONI	24

REDATTO: DL, NS	COMMESSA: HS531-10	REVISIONE: 00	Pagina 1 di 24
VERIFICATO: MT	FILE: HS531-10-Verifica compatibilità idrogeologica	DATA: Ott. 2010	

 <b>HydroSoil s.r.l.</b> Sistema di gestione qualità certificato ISO 9001:2008	TITOLO: P.U.A. PER IL RECUPERO DEL COMPLESSO EDILIZIO "EX INTENDENZA DI FINANZA - EX CONVENTO DI S. BERNARDINO"	COMMITTENTE: BENI STABILI S.P.A.
	ELABORATO: VERIFICA DI COMPATIBILITÀ IDROGEOLOGICA	

## INDICE DELLE FIGURE

Fig. 1.1 – Area di interesse .....	3
Fig. 2.1 – Sezione schematica NW-S/E della Pianura Veneta (fonte Carta Geologica del Veneto).....	5
Fig. 2.2 – Stralcio della Carta Idrogeologica (fonte P.A.T.I.) .....	7
Fig. 2.3 – Rete idrografica della città di Padova .....	8
Fig. 2.4 – Ubicazione dei punti di indagine geognostica (fonte RCR s.n.c.).....	10
Fig. 2.5 – Ubicazione dell'area di interesse in relazione ai principali corsi d'acqua .....	12
Fig. 3.1 – Estratto CTR (126152-Padova Nord Est) con indicazione dell'area interessata dal progetto di recupero.....	14
Fig. 3.2 – Stato di fatto: immagine satellitare .....	19
Fig. 3.3 – Planimetria dell'area e indicazioni dei principali interventi previsti nel progetto di recupero.....	22

## INDICE DELLE TABELLE

Tab. 2.1 – Letture piezometriche (fonte RCR s.n.c.).....	11
Tab. 3.1 - Precipitazioni massime annuali – Serie storica 1925-2003.....	16
Tab. 3.2 – Scrosci.....	17
Tab. 3.3 - Piogge orarie .....	17
Tab. 3.4 - Riepilogo destinazioni d'uso delle superfici in stato attuale e relativo coefficiente di deflusso.....	20
Tab. 3.5 – Calcolo della portata di picco in stato attuale.....	20
Tab. 3.6 - Riepilogo destinazioni d'uso delle superfici in configurazione di progetto e relativo coefficiente di deflusso .....	21
<b>Tab. 3.7 - Calcolo della portata di picco in configurazione di progetto .....</b>	<b>21</b>
Tab. 3.8 – Confronto tra stato attuale e configurazione di progetto .....	23
<b>Tab. 3.9 - Calcolo dei volumi di invaso risultanti per diverse portate di scarico .....</b>	<b>23</b>

REDATTO: DL, NS	COMMESSA: HS531-10	REVISIONE: 00	Pagina 2 di 24
VERIFICATO: MT	FILE: HS531-10-Verifica compatibilità idrogeologica	DATA: Ott. 2010	

 <b>HydroSoil S.r.l.</b> Sistema di gestione qualità certificato ISO 9001:2008	TITOLO: P.U.A. PER IL RECUPERO DEL COMPLESSO EDILIZIO "EX INTENDENZA DI FINANZA - EX CONVENTO DI S. BERNARDINO"	COMMITTENTE: BENI STABILI S.P.A.
	ELABORATO: VERIFICA DI COMPATIBILITÀ IDROGEOLOGICA	

## 1 PREMESSA

La società Hydrosoil S.r.l. di Noventa Padovana è stata incaricata di redigere la Verifica di Compatibilità Idrogeologica dell'intervento denominato "Recupero del complesso edilizio ex intendenza di finanza - ex intendenza convento di San Bernardino", che interessa un'area ubicata in via degli Zabarella 54 e via S. Biagio 1 a Padova (Fig. 1.1).

La presente relazione è stata redatta utilizzando i seguenti documenti:

- P.A.T.I.: PIANO DI ASSETTO DEL TERRITORIO CITTÀ METROPOLITANA - Difesa del suolo: relazione geologica, geomorfologia ed idrogeologica;
- P.A.T.I.: AREA METROPOLITANA DI PADOVA - 2008 - Valutazione di compatibilità idraulica;
- Indagine geognostica RCR s.n.c. dell'agosto 2008.



**Fig. 1.1 – Area di interesse**

REDATTO: DL, NS	COMMESSA: HS531-10	REVISIONE: 00	Pagina 3 di 24
VERIFICATO: MT	FILE: HS531-10-Verifica compatibilità idrogeologica	DATA: Ott. 2010	

 <b>HydroSoil S.r.l.</b> Sistema di gestione qualità certificato ISO 9001:2008	TITOLO: P.U.A. PER IL RECUPERO DEL COMPLESSO EDILIZIO "EX INTENDENZA DI FINANZA - EX CONVENTO DI S. BERNARDINO"	COMMITTENTE: BENI STABILI S.P.A.
	ELABORATO: VERIFICA DI COMPATIBILITÀ IDROGEOLOGICA	

## 2 CONTESTO GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO DELL'AREA URBANA

Il territorio compreso all'interno della Città Metropolitana si sviluppa nel settore orientale della Pianura Padana, a Nord-Est dei colli Euganei; è interessata dalla presenza di due corsi d'acqua principali, il Bacchiglione a Sud con direzione prevalente Est-Ovest ed il Brenta che ne tocca il limite Nord orientale.

Per quanto riguarda lo studio in oggetto, il complesso geolitologico che interessa l'area metropolitana della città di Padova è per importanza quello costituito dalle alluvioni quaternarie.

### 2.1 Inquadramento geologico e litologico

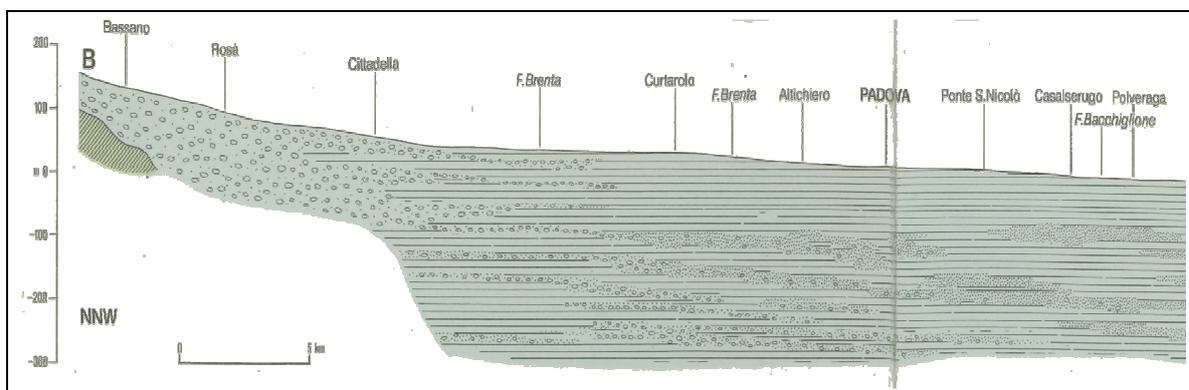
Il territorio in oggetto di studio rientra completamente in quella fascia della Pianura Padana definita come bassa pianura: tale fascia si trova a valle della linea delle risorgive, dove, all'aumento di sedimenti più fini si accompagna l'innalzamento della falda alla superficie topografica. Questa fascia di pianura si è formata in seguito ad eventi alluvionali, posteriori all'arretramento dei ghiacciai, che risalgono al periodo tardiglaciale (Pleistocene). I principali fiumi che ne hanno contribuito alla formazione sono l'Adige, il Piave, il Tagliamento e, in particolare, il sistema Bacchiglione-Brenta per quanto concerne il territorio padovano. La parte più giovane della bassa pianura è di età olocenica e comprende sedimenti fluviali dei corsi d'acqua citati in precedenza.

L'assetto stratigrafico della pianura risulta fortemente condizionato da peculiari meccanismi deposizionali che hanno dato origine a numerose eteropie di facies ed interdigitazioni dei materiali sedimentatisi. La natura dei sedimenti è di due tipi: fluvio-glaciale e marina. I sedimenti marini intercalati a quelli continentali sono da mettere in relazione alle regressioni e trasgressioni occorse in seguito ad oscillazioni glacioeustatiche, e alla variazioni del rapporto tra apporto detritico e subsidenza, mentre quelli continentali sono dovuti all'azione deposizionale dei corsi d'acqua principali che solcano la pianura padano-veneta.

Dal punto di vista litologico la fascia di bassa pianura è costituita da un materasso di depositi periglaciali e fluvioglaciali caratterizzati da granulometria medio-fine (raramente ghiaie, in prevalenza sabbie e limi) interdigitati con sedimenti molto più fini (limi argillosi ed argille). I depositi più superficiali sono il risultato della deposizione dei fiumi (Brenta in primis per il territorio padovano) che in periodo post-glaciale (olocene) assunsero un'importante capacità di trasporto e quindi deposizionale: in particolare, allo sbocco delle valli alpine venivano depositati ingenti spessori di materiale ghiaioso-sabbioso talora intercalato da livelli più fini, mentre man mano che i corsi d'acqua si addentravano nella pianura perdevano parte della loro capacità di trasporto, depositando sedimenti via via più fini, da sabbie a limi ed argille (Fig. 2.1).

REDATTO: DL, NS	COMMESSA: HS531-10	REVISIONE: 00	Pagina 4 di 24
VERIFICATO: MT	FILE: HS531-10-Verifica compatibilità idrogeologica	DATA: Ott. 2010	

 <b>HydroSoil S.r.l.</b> Sistema di gestione qualità certificato ISO 9001:2008	TITOLO: P.U.A. PER IL RECUPERO DEL COMPLESSO EDILIZIO "EX INTENDENZA DI FINANZA - EX CONVENTO DI S. BERNARDINO"	COMMITTENTE: BENI STABILI S.P.A.
	ELABORATO: VERIFICA DI COMPATIBILITÀ IDROGEOLOGICA	



**Fig. 2.1 – Sezione schematica NW-S/E della Pianura Veneta (fonte Carta Geologica del Veneto)**

I processi di sedimentazione fluviale in ambito di pianura hanno portato alla deposizione di materiali a granulometria fine con una notevole variabilità laterale di facies legata alla presenza di macroforme sedimentarie che risultano dalla sedimentazione cumulativa che spazia in tempi anche lunghi. Da ciò risulta che i depositi appartenenti ad ogni singolo sistema fluviale (quali che siano, depositi fini di piana di esondazione o riempimenti di barra di meandro) non sono sufficientemente delineabili e distinguibili da permettere di creare delle unità di pertinenza relative ad ogni singolo corso d'acqua o riconducibili a formazioni geologiche differenziate o di facies specifiche. Nella loro complessa eterogeneità, tali depositi si possono definire come un ripetersi omogeneo dell'alternanza di limi, sabbie ed argille compenstrate o alternate in strati differenziati, a seconda delle particolari condizioni paleo ambientali di deposizione.

La divagazione delle aste fluviali dei principali corsi d'acqua presenti nella zona hanno sovrapposto, nel tempo e nella sequenza stratigrafica, ambienti caratterizzati da differente energia di trasporto e deposizione. Alle aree di rapido deflusso generate dai tratti di fiume costituitisi immediatamente dopo un fenomeno di cut off di meandri o all'esterno dell'ansa di un meandro stesso, ove l'alto livello di energia ha permesso la deposizione dei soli materiali grossolani sabbiosi, si sono susseguite aree con caratteristiche completamente differenti. All'interno delle anse dei meandri, infatti, si sono depositati i sedimenti più fini a granulometria limosa e limo argillosa mentre negli alvei abbandonati dei cut off si sono create condizioni di acque stagnanti ove alla deposizione di sedimenti argillosi si sono, a volte, affiancate condizioni riducenti con l'accumulo di sostanza vegetale che ha generato livelli lenticolari di torba. Da questo scenario di facies estremamente variabile, pur sempre di tipo fluviale terminale, ne è derivata una deposizione che ha dato luogo ad una stratificazione molto eterogenea ed eteropica anche in senso orizzontale con conformazione degli strati di tipo lenticolare o comunque con strati sub orizzontali che presentano marcate variazioni orizzontali di spessore.

Le principali classi litologiche sono quindi:

- Materiali alluvionali o lacustri a tessitura prevalentemente sabbiosa.
- Materiali alluvionali o lacustri a tessitura prevalentemente limo-argillosa.
- Terreno di riporto antropico di varia natura e granulometria.

REDATTO: DL, NS	COMMESSA: HS531-10	REVISIONE: 00	Pagina 5 di 24
VERIFICATO: MT	FILE: HS531-10-Verifica compatibilità idrogeologica	DATA: Ott. 2010	

 <b>HydroSoil S.r.l.</b> Sistema di gestione qualità certificato ISO 9001:2008	TITOLO: P.U.A. PER IL RECUPERO DEL COMPLESSO EDILIZIO "EX INTENDENZA DI FINANZA - EX CONVENTO DI S. BERNARDINO"	COMMITTENTE: BENI STABILI S.P.A.
	ELABORATO: VERIFICA DI COMPATIBILITÀ IDROGEOLOGICA	

## 2.2 Inquadramento idrogeologico

L'assetto generale della pianura Veneta vede un progressivo differenziamento del materasso alluvionale, passando dall'alta pianura, a ridosso dei rilievi collinari, alla bassa pianura.

La coltre di sedimenti che costituisce il materasso alluvionale è formato in prevalenza da ghiaie nell'alta pianura, con un progressivo impoverimento di materiali grossolani a favore di materiali fini verso la bassa pianura. In corrispondenza del passaggio tra alta e bassa pianura, c'è la fascia delle risorgive. In questa striscia larga dai 2 agli 8 Km, con andamento Est-Ovest l'acqua infiltratasi a monte viene a giorno creando le tipiche sorgenti di pianura e alimentando diversi fiumi, tra i quali il più importante è il Sile. La causa della venuta a giorno delle acque, è da ricercarsi nel cambio di pendenza della superficie topografica e dalla progressiva rastremazione superficiale dei materiali più permeabili.

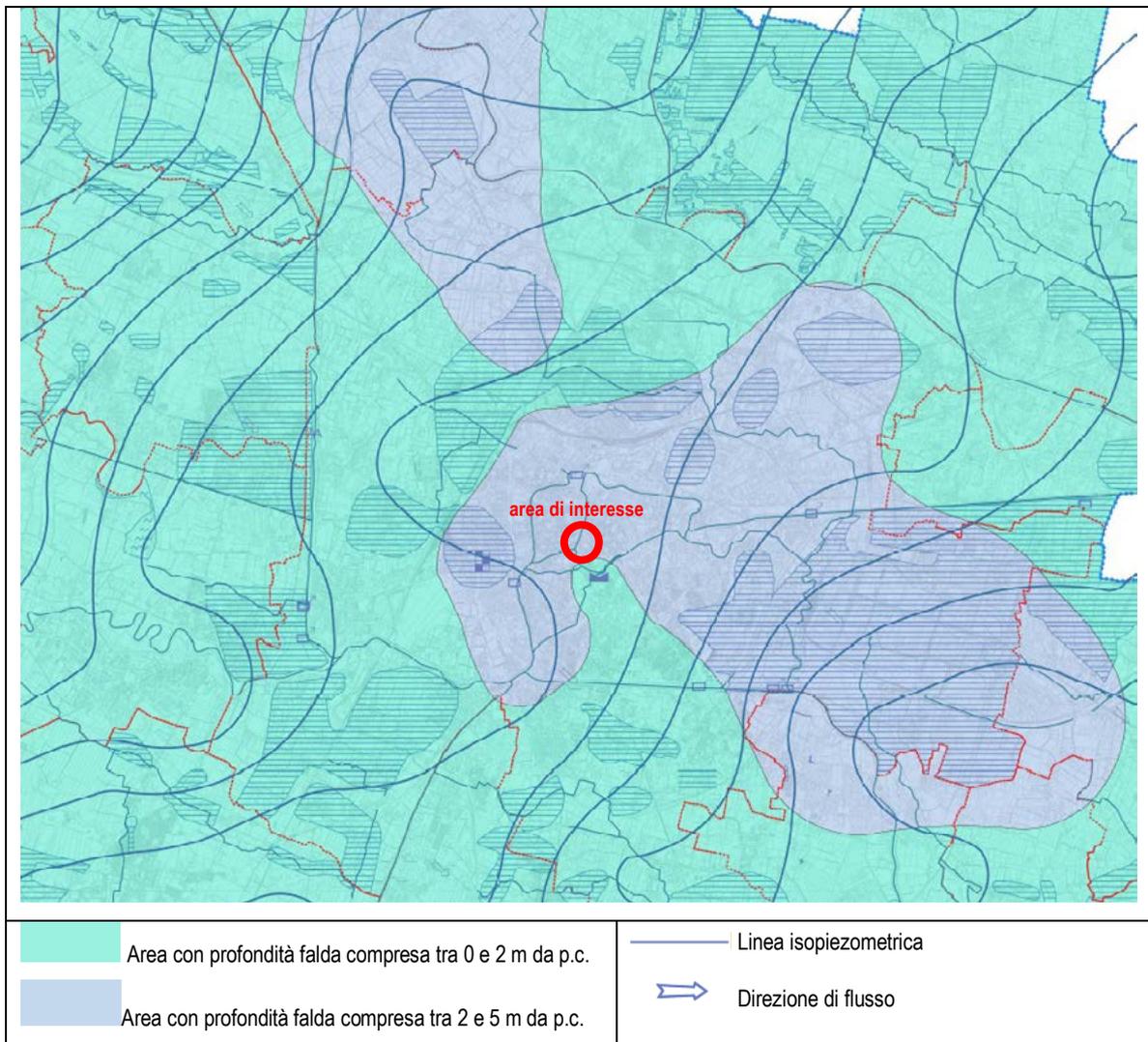
Il sistema multifalde è proprio della bassa pianura veneta, dove si hanno intercalazioni continue di livelli sabbiosi permeabili, sedi delle falde in pressione, e livelli argillosi impermeabili.

Il sottosuolo dell'area urbana si inserisce nel sistema multifalda della bassa pianura veneta, con un alternanza, talvolta spiccata di livelli permeabili e impermeabili. Si vengono perciò a formare acquiferi liberi, semiconfinati e acquiferi in pressione. In via generale si avrà una falda superficiale, poco profonda e di modesta "portata", è ricaricata prevalentemente da acque meteoriche e indirettamente dagli apporti dei corsi d'acqua presenti nel territorio. Le falde sottostanti sono per lo più in pressione, alloggiate in acquiferi prevalentemente sabbiosi, separate da strati argillosi impermeabili.

Dall'estratto della carta idrogeologica della provincia di Padova (misure febbraio-marzo 2007) si nota che la falda superficiale ha profondità media di 2,0 m da p.c., con abbassamento della falda freatica da Sud verso Nord. Le oscillazioni medie della falda sono stimabili in  $\pm 1$  m nel corso delle variazioni annuali con direzione di flusso NNW-SSE. Dalla stessa non si evince un modello univoco che relazioni la falda idrica, le litologie presenti e gli alvei fluviali attuali: questo fatto è dovuto principalmente all'alta variabilità litologica del sottosuolo che crea, nelle varie zone, domini idrici con caratteristiche diverse caso per caso.

REDATTO: DL, NS	COMMESSA: HS531-10	REVISIONE: 00	Pagina 6 di 24
VERIFICATO: MT	FILE: HS531-10-Verifica compatibilità idrogeologica	DATA: Ott. 2010	

 <b>HydroSoil s.r.l.</b> Sistema di gestione qualità certificato ISO 9001:2008	TITOLO: P.U.A. PER IL RECUPERO DEL COMPLESSO EDILIZIO "EX INTENDENZA DI FINANZA - EX CONVENTO DI S. BERNARDINO"	COMMITTENTE: BENI STABILI S.P.A.
	ELABORATO: VERIFICA DI COMPATIBILITÀ IDROGEOLOGICA	



**Fig. 2.2 – Stralcio della Carta Idrogeologica (fonte P.A.T.I.)**

REDATTO: DL, NS	COMMESSA: HS531-10	REVISIONE: 00	Pagina 7 di 24
VERIFICATO: MT	FILE: HS531-10-Verifica compatibilità idrogeologica	DATA: Ott. 2010	

 <b>HydroSoil s.r.l.</b> Sistema di gestione qualità certificato ISO 9001:2008	TITOLO: P.U.A. PER IL RECUPERO DEL COMPLESSO EDILIZIO "EX INTENDENZA DI FINANZA - EX CONVENTO DI S. BERNARDINO"	COMMITTENTE: BENI STABILI S.P.A.
	ELABORATO: VERIFICA DI COMPATIBILITÀ IDROGEOLOGICA	

### 2.3 Inquadramento idrologico

La rete idrografica locale è caratterizzata da una ricca rete di fiumi e di scoli modificati dall'azione dell'uomo nel corso della storia che ne ha variato sia il tracciato che le portate trasportate.

Il territorio cittadino è limitato a nord dal fiume Brenta, a Sud dal Bacchiglione, a Ovest dal canale Brentella e a Est dal Canale Roncaiette.

Il Brenta arriva da Nord-Ovest e percorre il confine comunale nord orientale, proseguendo poi verso il mare in direzione Sud-Est. Durante il suo percorso in destra idrografica, incontra il Canale Brentella che a sua volta, toccando i margini occidentali del comune di Padova, alimenta le acque del Bacchiglione nei momenti di magra. Il Brenta riceve anche le acque del Canale Piovego, il quale una volta lasciata Padova prosegue con il Naviglio Brenta verso la laguna veneziana.

Il Bacchiglione giunge nel comune padovano da Sud-Ovest, proveniente da Vicenza, e, in località Bassanello, alimenta il Canale Battaglia e il Tronco Maestro (o Piovego). Prosegue quindi verso Est attraverso il canale Scaricatore, rinominato nuovo Bacchiglione, con un'asta rettilinea fino al comune di Voltabarozzo. Qui si divide in due rami, uno verso Est, che raggiunge il canale Roncajette Inferiore, l'altro verso Nord-Est (canele di S. Gregorio) che si ricongiunge con il Piovego.

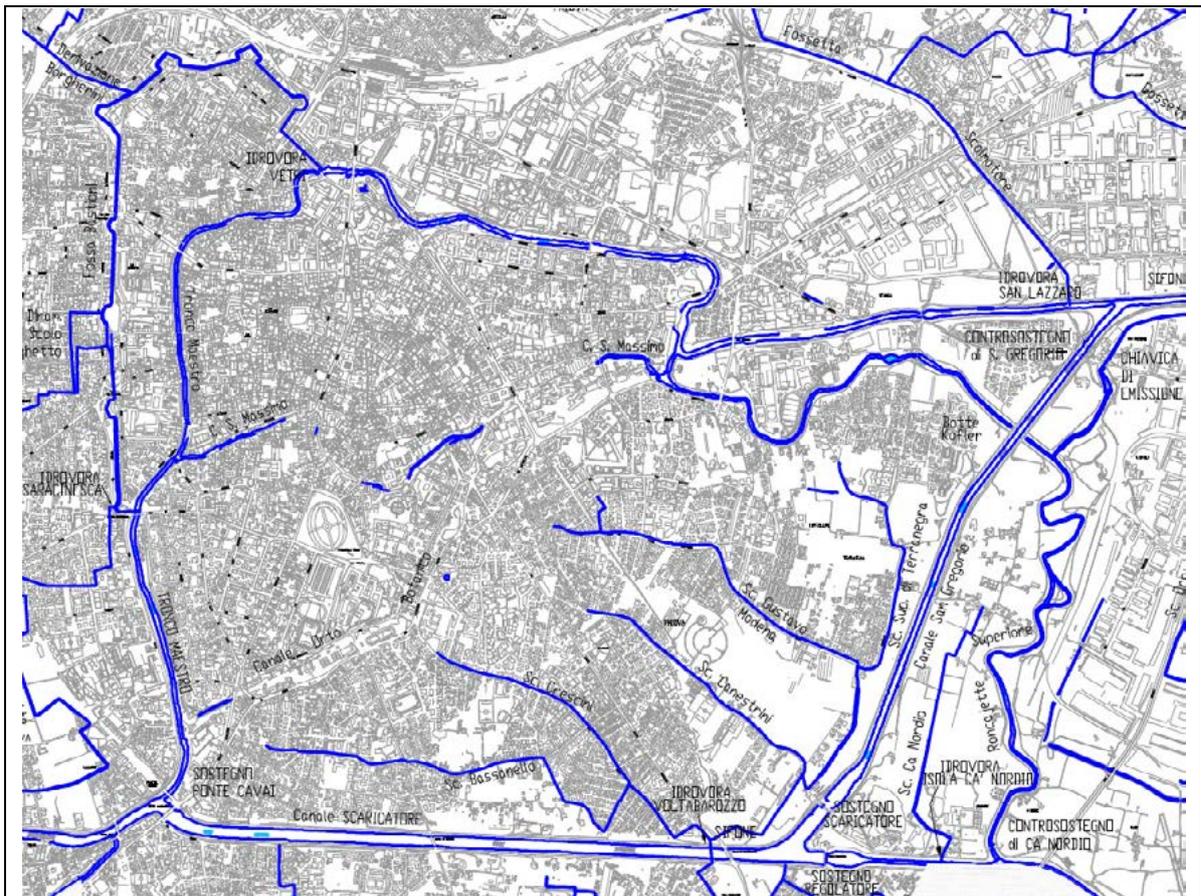


Fig. 2.3 – Rete idrografica della città di Padova

REDATTO: DL, NS	COMMESSA: HS531-10	REVISIONE: 00	Pagina 8 di 24
VERIFICATO: MT	FILE: HS531-10-Verifica compatibilità idrogeologica	DATA: Ott. 2010	

 <b>HydroSoil s.r.l.</b> Sistema di gestione qualità certificato ISO 9001:2008	TITOLO: P.U.A. PER IL RECUPERO DEL COMPLESSO EDILIZIO "EX INTENDENZA DI FINANZA - EX CONVENTO DI S. BERNARDINO"	COMMITTENTE: BENI STABILI S.P.A.
	ELABORATO: VERIFICA DI COMPATIBILITÀ IDROGEOLOGICA	

La situazione idrografica attuale deriva dalla necessità di proteggere nei secoli scorsi la città dalle frequenti esondazioni causate dal fiume Bacchiglione e dal Piovego, che sfociavano nel Canale Roncaillette. Il Bacchiglione, che in principio scorreva all'interno della città, determinò diverse esondazioni che resero necessario lo scavo del Canale Scaricatore, così da deviare le piene estromettendole dalla città. Le opere di regimazione sono state completate con le relative arginature e la creazione del Partitore di Voltabarozzo, con due edifici rispettivamente "Partitore" e "Scaricatore", così da poter deviare parte della piena del fiume attraverso il Canale di S. Gregorio ed il Piovego, nel Brenta. L'opera è stata seguita anche dalla costruzione della Porta dei Cavai nella zona ovest della città, che permette di escludere i rami interni alla città durante le fasi di piena. Da ultimo, negli anni 70 è stato realizzato il Controsostegno di Voltabarozzo così da impedire la risalita verso la città delle onde di piena scaricate dal Rocalette Inferiore.

Altri canali minori, quasi del tutto tombinati, attraversano il centro Città, staccandosi dal ramo principale del Bacchiglione (ora Tronco Maestro o Piovego), girando attorno agli antichi isolotti e dossi alluvionali sui quali venne edificata e ingrandita la città.

## 2.4 Modello litostratigrafico locale

La successione stratigrafica riscontrata dalle indagini eseguite nell'area nel 2008 confermano la presenza della successione classica di alternanza di livelli limo-argillosi e sabbiosi descritti in precedenza.

La su citata indagine geognostica condotta da RCR s.n.c. ha investigato i primi 25 m di sottosuolo ed è stata eseguita mediante 2 sondaggi a carotaggio continuo e da 3 prove CPTU, la cui ubicazione è riportata in Fig. 2.4.

Dai sondaggi risulta l'evidenza di 5 livelli litologicamente uniformi:

1. riporti costituiti da materiale lapideo e detriti di demolizione di laterizi in matrice di limo argilloso fino alla profondità massima di -3.30 m da p.c.;
2. argilla limosa di colore marrone fino a -5.70 m da p.c.; nel sondaggio S2 l'ultimo metro è costituito da limo sabbioso;
3. sabbia media, localmente limosa o con debole presenza di ghiaia fine; questo livello raggiunge la profondità di -16.00 m da p.c. e possiede uno spessore di 10 m;
4. alternanza fitta di livelli decimetrici di argilla, limo, sabbie e loro gradi intermedi da -16.00 a -21.00 m da p.c.
5. sabbia fine limosa alternata a livelli di limo sabbioso fino a -25.00 m da p.c..

REDATTO: DL, NS	COMMESSA: HS531-10	REVISIONE: 00	Pagina 9 di 24
VERIFICATO: MT	FILE: HS531-10-Verifica compatibilità idrogeologica	DATA: Ott. 2010	



HydroSoil s.r.l.

Sistema di gestione qualità  
certificato ISO 9001:2008

TITOLO: P.U.A. PER IL RECUPERO DEL COMPLESSO EDILIZIO  
"EX INTENDENZA DI FINANZA - EX CONVENTO DI S.  
BERNARDINO"

COMMITTENTE:  
BENI STABILI S.P.A.

ELABORATO: VERIFICA DI COMPATIBILITÀ IDROGEOLOGICA

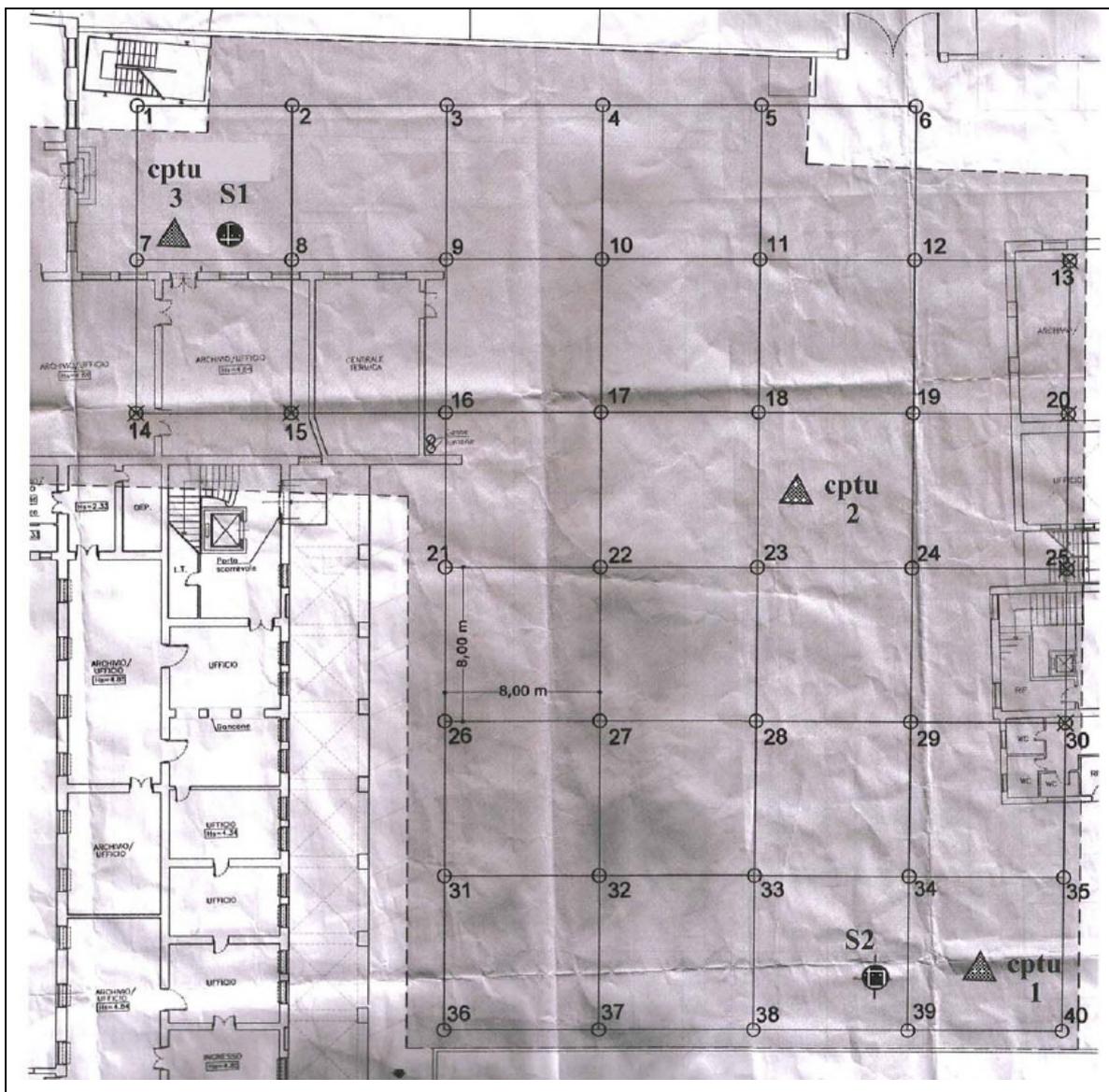


Fig. 2.4 – Ubicazione dei punti di indagine geognostica (fonte RCR s.n.c.)

REDATTO: DL, NS	COMMESSA: HS531-10	REVISIONE: 00	Pagina 10 di 24
VERIFICATO: MT	FILE: HS531-10-Verifica compatibilità idrogeologica	DATA: Ott. 2010	

 <b>HydroSoil S.r.l.</b> Sistema di gestione qualità certificato ISO 9001:2008	TITOLO: P.U.A. PER IL RECUPERO DEL COMPLESSO EDILIZIO "EX INTENDENZA DI FINANZA - EX CONVENTO DI S. BERNARDINO"	COMMITTENTE: BENI STABILI S.P.A.
	ELABORATO: VERIFICA DI COMPATIBILITÀ IDROGEOLOGICA	

## 2.5 Modello idrogeologico

Dall'analisi dell'assetto litostratigrafico si individua un acquifero costituito da uno strato di sabbia media e sabbia medio fine che può essere considerato litologicamente omogeneo (livello 3). Esso possiede uno spessore di circa 10 m ed è confinato al tetto da uno strato di argilla-argilla limosa (livello L2) con spessori di circa 2.5 m. Alla base l'acquifero è limitato da uno strato a ridotta permeabilità (acquitardo), costituito da alternanze di livelli decimetrici di argilla limosa, limo argilloso e sabbia limosa avente uno spessore di 5.0 m. Considerando l'impermeabilizzazione attuale della superficie topografica dell'area e della presenza del livello argilloso superiore si esclude ogni possibile alimentazione dalla superficie per infiltrazione delle acque meteoriche e pertanto nell'area di interesse lo si può ritenere un acquifero di tipo confinato.

In base alle caratteristiche litostratigrafiche locali e alle conoscenze del sottosuolo a disposizione descritte nei capitoli precedenti si può affermare che l'estensione spaziale dell'acquifero vada ben oltre le dimensioni dell'area in oggetto. Per questo si può quindi affermare che la falda presente non sia di carattere locale, ma che faccia parte del complesso idrogeologico a più grande scala del sottosuolo dell'area urbana. In questo contesto si deve considerare quindi che il flusso di falda e il gradiente non siano determinati da condizioni locali, ma dipendano da fattori esterni legati alla circolazione sotterranea della struttura idrogeologica, all'influenza dei corsi d'acqua presenti nell'area urbana e, in minore misura, alle eventuali interferenze delle strutture architettoniche interrato e di opere di fondazione.

Il livello medio ricavato nel periodo di monitoraggio agosto 2008 – novembre 2009 è stato pari a -5.90 m da p.c. con un minimo nel periodo estivo (-6.21 m da p.c. in giugno e settembre 2009) e un massimo in inverno (-5.38 m da p.c. nel dicembre 2008). Il livello della falda è risultato quindi con un livello statico inferiore rispetto a quanto riportato nella Carta Idrogeologica allegata al P.A.T.I.. Non è possibile determinare una direzione di flusso locale data l'assenza di una tripletta di punti di rilievo del livello statico della falda e pertanto si considera quella generale NW-SE individuata nella carta sopra citata (Fig. 2.2).

Dalle 2 prove idrogeologiche in sito di tipo Lefranc eseguite durante l'esecuzione dei sondaggi l'acquifero risulta possedere una permeabilità  $K$  compresa tra  $1.28 \times 10^{-6}$  m/s e  $4.05 \times 10^{-6}$  m/s.

Data	Letture (m da p.c.)	Data	Letture (m da p.c.)
06/08/2008	<b>6.08</b>	12/03/2010	<b>5.82</b>
12/09/2008	<b>6.15</b>	21/04/2009	<b>5.70</b>
24/10/2008	<b>6.05</b>	22/05/2009	<b>6.00</b>
15/11/2008	<b>5.60</b>	17/06/2009	<b>6.05</b>
11/12/2008	<b>5.35</b>	17/07/2009	<b>6.21</b>
20/01/2009	<b>5.45</b>	17/09/2009	<b>6.21</b>
27/02/2009	<b>5.80</b>	19/11/2009	<b>6.12</b>

Tab. 2.1 – Letture piezometriche (fonte RCR s.n.c.)

REDATTO: DL, NS	COMMESSA: HS531-10	REVISIONE: 00	Pagina 11 di 24
VERIFICATO: MT	FILE: HS531-10-Verifica compatibilità idrogeologica	DATA: Ott. 2010	

 <b>HydroSoil S.r.l.</b> Sistema di gestione qualità certificato ISO 9001:2008	TITOLO: P.U.A. PER IL RECUPERO DEL COMPLESSO EDILIZIO "EX INTENDENZA DI FINANZA - EX CONVENTO DI S. BERNARDINO"	COMMITTENTE: BENI STABILI S.P.A.
	ELABORATO: VERIFICA DI COMPATIBILITÀ IDROGEOLOGICA	

## 2.6 Considerazioni sull'idrogeologia del sito

Come è possibile evincere dal modello idrogeologico presentato al paragrafo precedente, l'area di interesse è caratterizzata dalla presenza di un acquifero principale che si sviluppa da circa -6 a -16 m dal piano campagna attuale.

Tale acquifero è alloggiato all'interno di uno strato di sabbia media, localmente limosa o con debole presenza di ghiaia fine; la permeabilità, stimata con prove tipo Lefranc e congruente con le granulometrie dei campioni prelevati, è dell'ordine di  $10^{-6}$  m/s.

Il livello piezometrico e l'alimentazione di tale acquifero sono presumibilmente legati ai corsi d'acqua che interessano il territorio urbano e si trovano a distanze dell'ordine dei 350÷500 m (Fig. 2.5).

L'opera da realizzare, spingendosi a profondità dell'ordine dei 6÷9 m dal piano campagna attuale, interesserà direttamente l'acquifero in questione, la cui quota piezometrica risale occasionalmente oltre il tetto dell'acquifero stesso (-5.38 m da p.c. nel dicembre 2008), rendendo in ogni caso necessario il controllo dei livelli di falda durante le operazioni di scavo.

Dall'esame delle granulometrie disponibili dall'indagine preliminare, il materiale costituente l'acquifero non sembra suscettibile di instabilità interna (perdita di fine con potenziali cedimenti durante le operazioni di aggottamento); in ogni caso, la progettazione dovrà tenere in opportuna considerazione sia le modalità di abbassamento della falda (se necessario) che le conseguenze di tale abbassamento sulle deformazioni del terreno (in relazione alle variazioni tensionali e alle operazioni di pompaggio).

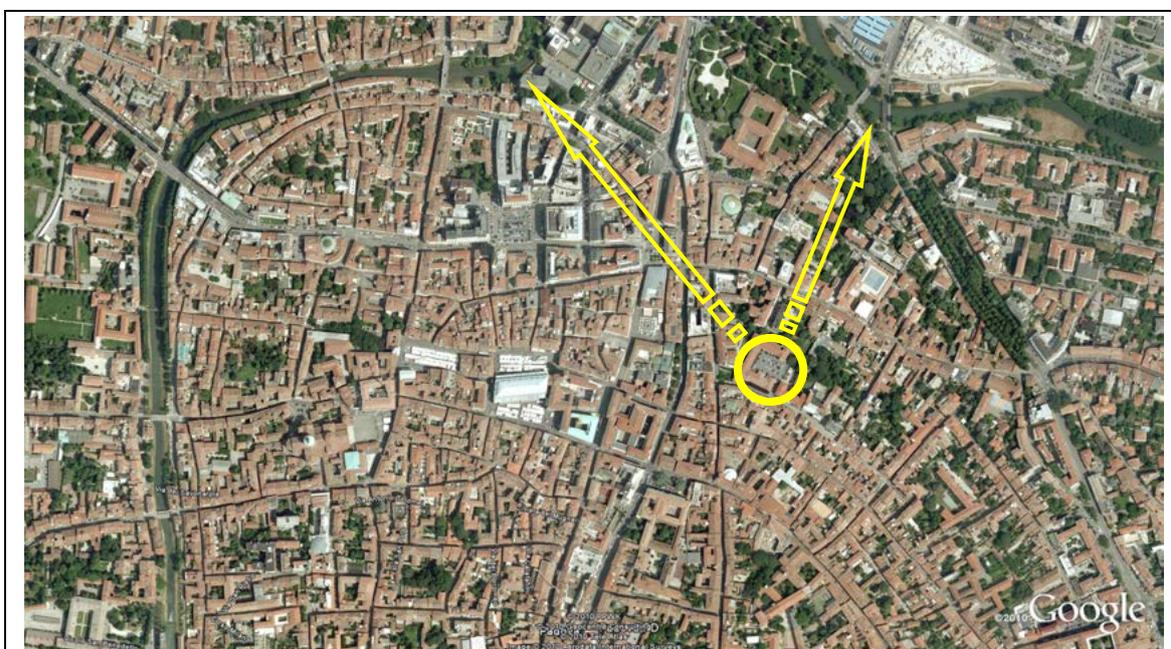


Fig. 2.5 – Ubicazione dell'area di interesse in relazione ai principali corsi d'acqua

REDATTO: DL, NS	COMMESSA: HS531-10	REVISIONE: 00	Pagina 12 di 24
VERIFICATO: MT	FILE: HS531-10-Verifica compatibilità idrogeologica	DATA: Ott. 2010	

 <b>HydroSoil</b> s.r.l. Sistema di gestione qualità certificato ISO 9001:2008	TITOLO: P.U.A. PER IL RECUPERO DEL COMPLESSO EDILIZIO "EX INTENDENZA DI FINANZA - EX CONVENTO DI S. BERNARDINO"	COMMITTENTE: BENI STABILI S.P.A.
	ELABORATO: VERIFICA DI COMPATIBILITÀ IDROGEOLOGICA	

### 3 VALUTAZIONE DELLA COMPATIBILITÀ IDRAULICA

L'ambito di intervento del P.U.A. si riferisce al complesso edilizio dell'ex intendenza di finanza, che si sviluppa lungo l'incrocio tra Via degli Zabarella e Via S. Biagio (Fig. 3.1). Al centro del complesso è ubicata l'area oggetto di intervento, che occupa una superficie complessiva pari a circa 2'200 m<sup>2</sup>. L'area risulta attualmente adibita a parcheggio a raso con pavimentazione asfaltata e quindi si presenta completamente impermeabilizzata.

L'intervento di recupero dell'area consiste nella realizzazione di un parcheggio interrato e di una porzione di edificio. La proposta progettuale prevede la realizzazione di 3 piani interrati dotati di rampa di accesso, e di una nuova porzione di edificio di collegamento tra due edifici esistenti, posta a quota pari a circa +5.00 m rispetto alla quota della copertura del parcheggio interrato (piano campagna dell'attuale parcheggio a raso).

I più recenti riferimenti normativi in materia di regolamentazione degli aspetti idraulici della progettazione sono stati introdotti dalla Regione Veneto con la recente D.g.r. n. 1841 del 19 giugno 2007.

Con riferimento alle "indicazioni operative" contenute nell'allegato A della D.g.r. di cui sopra, che definisce le classi d'intervento in relazione all'impermeabilizzazione potenziale derivante dall'attuazione dei nuovi strumenti urbanistici, l'intervento in oggetto (come si potrà evincere nei successivi paragrafi, cfr paragrafo 3.2) si classifica come a "*Trascurabile impermeabilizzazione potenziale*" (intervento con impermeabilizzazione della superficie inferiore a 0.1 ha). Allo stato attuale la superficie è già completamente impermeabile (parcheggio a raso asfaltato).

Per tale classe d'intervento non è necessario adottare misure di mitigazione idraulica. Nella presente relazione viene comunque riportata un'analisi idrologico-idraulica, al fine di fornire indicazioni sulle misure più opportune da adottare per garantire comunque un volume di invaso in occasione degli eventi più intensi.

REDATTO: DL, NS	COMMESSA: HS531-10	REVISIONE: 00	Pagina 13 di 24
VERIFICATO: MT	FILE: HS531-10-Verifica compatibilità idrogeologica	DATA: Ott. 2010	



HydroSoil s.r.l.

Sistema di gestione qualità  
certificato ISO 9001:2008

TITOLO: P.U.A. PER IL RECUPERO DEL COMPLESSO EDILIZIO  
"EX INTENDENZA DI FINANZA - EX CONVENTO DI S.  
BERNARDINO"

COMMITTENTE:  
BENI STABILI S.P.A.

ELABORATO: VERIFICA DI COMPATIBILITÀ IDROGEOLOGICA

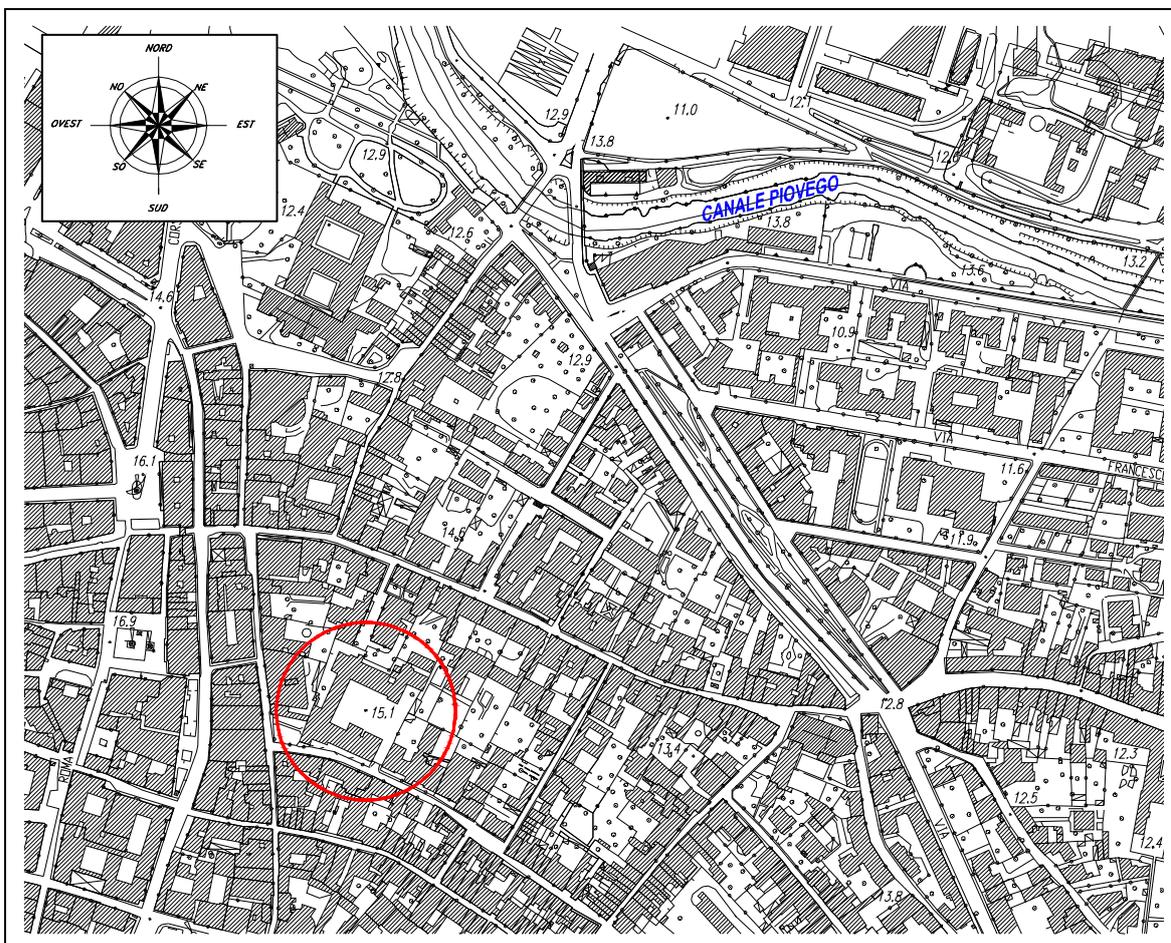


Fig. 3.1 – Estratto CTR (126152-Padova Nord Est) con indicazione dell'area interessata dal progetto di recupero

REDATTO: DL, NS	COMMESSA: HS531-10	REVISIONE: 00	Pagina 14 di 24
VERIFICATO: MT	FILE: HS531-10-Verifica compatibilità idrogeologica	DATA: Ott. 2010	

 <b>HydroSoil S.r.l.</b> Sistema di gestione qualità certificato ISO 9001:2008	TITOLO: P.U.A. PER IL RECUPERO DEL COMPLESSO EDILIZIO "EX INTENDENZA DI FINANZA - EX CONVENTO DI S. BERNARDINO"	COMMITTENTE: BENI STABILI S.P.A.
	ELABORATO: VERIFICA DI COMPATIBILITÀ IDROGEOLOGICA	

### 3.1 INTRODUZIONE ALL'ANALISI IDROLOGICO-IDRAULICA

#### 3.1.1 Curve di possibilità pluviometrica

Per lo sviluppo dell'analisi idrologica sull'intervento si utilizzano i dati relativi alle serie delle precipitazioni massime di durata oraria e di durata inferiore all'ora, brevi e intense, pubblicati fino al 1995 dal Servizio Idrografico e Mareografico della Presidenza del Consiglio dei Ministri (ora A.P.A.T. - Venezia), con riferimento alla stazione di Padova. Dopo il 1995 la base di dati viene integrata con i dati regionali ARPAV (Orto Botanico). Di seguito, in Tab. 3.1, si riportano i dati disponibili.

Una volta acquisiti i valori registrati delle serie storiche, viene sviluppata un'analisi statistica al fine di definire, tramite una particolare equazione definita "curva di possibilità pluviometrica", quale sia l'espressione caratteristica delle precipitazioni per la zona considerata, in funzione della loro durata e al variare del "tempo di ritorno" cui si fa riferimento. Tale analisi viene applicata ai valori estremi, cioè ai valori massimi annuali, al fine di caratterizzare gli eventi pluviometrici caratterizzati da differenti probabilità di accadimento, arrivando a definirne i parametri statistici principali (media e scarto quadratico medio) ed i corrispondenti valori relativi alla variabile ridotta.

Si procede poi alla regolarizzazione dei dati misurati con il metodo di Gumbel, che permette di attribuire a qualsiasi valore di precipitazione un corrispondente tempo di ritorno ( $T_R$ ), sulla base di un campione di  $N$  valori massimi annuali, intendendo per  $T_R$  l'intervallo di tempo dopo il quale, mediamente, un dato evento viene uguagliato o superato; ovviamente, maggiore è il tempo di ritorno e più intenso risulta l'evento. La curva di possibilità pluviometrica viene espressa nella forma  $h = a \cdot t^n$  (dove  $h$  è l'altezza di pioggia), dove i coefficienti  $a$  e  $n$  sono ottenuti dalla elaborazione dei dati di pioggia sviluppata con il metodo di Gumbel ( $a$  è funzione del tempo di ritorno  $T_R$ , mentre  $n$  dovrebbe invece risultare indipendente da esso).

Con riferimento alla stazione pluviometrica indicata, sono state calcolate e si riportano nelle successive tabelle le curve di possibilità pluviometrica sia per gli scrosci (Tab. 3.2) che per le piogge orarie (Tab. 3.3), per diversi tempi di ritorno. In conformità a quanto prescritto dal Dgr n. 1841 del 19 giugno 2007, il tempo di ritorno cui fare riferimento nel calcolo delle precipitazioni viene definito pari a 50 anni.

Le curve di possibilità pluviometrica corrispondenti sono le seguenti:

- $t < 1 \text{ ora} \Rightarrow h = 56.8 \cdot (t)^{0.42}$  per gli scrosci; (durata inferiore all'ora: 10', 15', 30', 45');
- $t > 1 \text{ ora} \Rightarrow h = 65.3 \cdot (t)^{0.23}$  per piogge orarie (durata maggiore o uguale all'ora)

nelle quali:

- $h$ : altezza di pioggia (mm)
- $a$ : intercetta della retta di regressione (mm\*s-n)
- $n$ : pendenza della retta di regressione
- $t$ : tempo di pioggia (ore)

REDATTO: DL, NS	COMMESSA: HS531-10	REVISIONE: 00	Pagina 15 di 24
VERIFICATO: MT	FILE: HS531-10-Verifica compatibilità idrogeologica	DATA: Ott. 2010	



HydroSoil s.r.l.

Sistema di gestione qualità  
certificato ISO 9001:2008

TITOLO: P.U.A. PER IL RECUPERO DEL COMPLESSO EDILIZIO  
"EX INTENDENZA DI FINANZA - EX CONVENTO DI S.  
BERNARDINO"

COMMITTENTE:  
BENI STABILI S.P.A.

ELABORATO: VERIFICA DI COMPATIBILITÀ IDROGEOLOGICA

PADOVA	PIANURA SBA BRENTA E ADIGE	0° 33' Ovest	45° 24'	12	Pr	t = 6 ore	t = 12 ore	t = 24 ore
Anno dati	t = 15 min	t = 30 min	t = 45 min	t = 1 ora	t = 3 ore	t = 6 ore	t = 12 ore	t = 24 ore
1925	>>	>>	>>	>>	>>	>>	>>	42,7
1926	>>	>>	>>	>>	>>	>>	>>	41,8
1927	13,1	>>	>>	>>	>>	>>	>>	58
1931	17,4	>>	>>	>>	>>	>>	>>	>>
1933	>>	32,6	>>	>>	>>	>>	>>	>>
1936	>>	>>	>>	10	20	22	33,4	43,4
1937	>>	>>	>>	25,3	40,8	49,8	70,4	74,4
1938	>>	>>	>>	59	66	67	>>	67
1939	19	>>	>>	23	23	28,6	39,6	41
1940	>>	>>	>>	37	38	39,8	39,8	39,8
1941	>>	>>	>>	23,2	68	90	101	104
1942	>>	>>	>>	15,8	17,8	19,4	20,2	20,2
1943	9	>>	>>	12	22	24,4	25,6	29
1944	>>	6,5	[9]	11,7	29,5	47	75	94,1
1946	>>	22,4	[25]	28	31,2	31,2	43,8	61,2
1947	>>	30	[28]	44	66,4	82	120	134,8
1948	>>	25	[26]	28	30	36	52,8	87
1949	>>	28,4	[29]	29,6	29,6	39,2	39,2	50,2
1950	>>	23,6	[24]	24,4	24,6	38	44	57
1951	>>	19,6	[20]	21,6	41,2	47,8	47,8	54,4
1952	>>	22	[23]	23,8	31,6	49	60	73,6
1953	>>	>>	>>	23,8	43,2	50,2	54,4	60,6
1954	>>	>>	>>	27	29,2	29,6	36,8	37,4
1955	>>	32,4	[42]	54	68,6	71,2	71,2	71,2
1956	>>	>>	>>	19,8	27	29,2	39,6	68,6
1957	>>	22,6	30,4	31,4	39,6	39,8	42,2	57,2
1958	>>	35	[46]	56	71,8	75	79,6	82,8
1959	14,2	[16]	[19]	23	32,2	36,4	37,4	50,2
1960	18	[20]	[22]	25,6	31	36,2	50,4	52,6
1961	>>	>>	>>	24,6	28,4	36,6	38,6	53,8
1962	7,8	11,4	11,5	12	21,8	29,2	37,8	55,4
1963	>>	>>	>>	38,4	40,2	41,4	44,8	48,6
1964	24,5	[25]	[26]	26,4	27,6	41,2	42,4	42,4
1965	20,4	[23]	[25]	27	35	42,2	48,4	52
1966	10,6	16,2	[19]	22,8	36,5	46,4	60	81,5
1967	19	21	29,6	35,9	87	112,6	116,2	116,2
1968	19,6	23,4	26,4	30,4	48,8	73,8	77	77,6
1969	20,6	30,8	36	46,8	73,4	75,6	76,4	87
1970	28,6	31,6	32	32,8	38,8	39	39,2	39,2
1971	22	27,6	30,8	35	38	38	38	49
1972	10	15,8	22,4	29	43,6	47,6	48,8	48,8
1973	14,2	15,4	15,8	16,6	24	30	40,8	54,8
1985	10,4	12,8	21,2	21,2	21,2	28	45	70
1986	20	26,2	30,2	36,2	40,4	44,5	59,8	87,5
1987	16	30	34	37	50	70	86	96,6
1989	13	23	40	41,4	43	62,4	76	97
1990	27,4	35,6	35,8	36,2	36,4	38	65	68,6
1994	25	40	55	62	77	80,6	80,6	88,8
1995 (*)	>>	>>	>>	31,6	39,2	40,6	43,8	76
1996 (*)	5,3	10,7	16,1	21,4	34,6	43,4	69,4	81,6
1997 (*)	5,5	11,0	16,5	22,0	33,8	33,8	33,8	41,2
1998 (*)	5,0	10,0	15,0	20,0	36,6	48,8	55,2	65,0
1999 (*)	4,3	8,5	12,8	17	22,6	25,4	34,6	50,8
2000 (*)	5,4	10,9	16,4	21,8	39,0	39,0	39,0	48,4
2001 (*)	24,0	29,4	32,3	33,2	43,6	48,8	60,4	70,0
2002 (*)	19,8	24,8	38,8	40,4	49,8	50,2	62,0	62,6
2003 (*)	13,4	15,4	15,4	15,8	24,2	27,8	40,4	59,6

(\*) = dati ARPAV (Orto Botanico - Padova)

Tab. 3.1 - Precipitazioni massime annuali – Serie storica 1925-2003

REDATTO: DL, NS	COMMESSA: HS531-10	REVISIONE: 00	Pagina 16 di 24
VERIFICATO: MT	FILE: HS531-10-Verifica compatibilità idrogeologica	DATA: Ott. 2010	

 <b>HydroSoil S.r.l.</b> Sistema di gestione qualità certificato ISO 9001:2008	TITOLO: P.U.A. PER IL RECUPERO DEL COMPLESSO EDILIZIO "EX INTENDENZA DI FINANZA - EX CONVENTO DI S. BERNARDINO"	COMMITTENTE: BENI STABILI S.P.A.
	ELABORATO: VERIFICA DI COMPATIBILITÀ IDROGEOLOGICA	

Equazioni di possibilità pluviometrica - Scrosci	
$T_r = 5 \text{ anni}$	$h = 35,9 \cdot t^{0,33}$
$T_r = 10 \text{ anni}$	$h = 42,5 \cdot t^{0,34}$
$T_r = 20 \text{ anni}$	$h = 48,7 \cdot t^{0,37}$
$T_r = 50 \text{ anni}$	$h = 56,8 \cdot t^{0,42}$
$T_r = 100 \text{ anni}$	$h = 62,9 \cdot t^{0,45}$

Tab. 3.2 – Scrosci

Equazioni di possibilità pluviometrica - Piogge orarie	
$T_r = 5 \text{ anni}$	$h = 37,8 \cdot t^{0,24}$
$T_r = 10 \text{ anni}$	$h = 45,7 \cdot t^{0,24}$
$T_r = 20 \text{ anni}$	$h = 53,8 \cdot t^{0,23}$
$T_r = 50 \text{ anni}$	$h = 65,3 \cdot t^{0,23}$
$T_r = 100 \text{ anni}$	$h = 74,5 \cdot t^{0,22}$

Tab. 3.3 - Piogge orarie

### 3.1.2 Coefficienti di deflusso

Una volta individuata l'equazione di possibilità pluviometrica, va stimata la frazione di precipitazione raccolta dalla rete di drenaggio. Tale frazione è individuata tramite il coefficiente di deflusso, inteso come rapporto tra il volume defluito attraverso un'assegnata sezione, in un definito intervallo di tempo, ed il volume meteorico precipitato nel bacino sotteso nel medesimo intervallo.

In base alle prescrizioni del D.g.r. n. 1841, i coefficienti di deflusso, ove non determinati analiticamente, andranno convenzionalmente assunti pari a:

- 0.1 per le aree agricole;
- 0.2 per le superfici permeabili (aree verdi);
- 0.6 per le superfici semi-permeabili (grigliati drenanti con sottostante materasso ghiaioso, strade in terra battuta o stabilizzato, ...);
- 0.9 per le superfici impermeabili (tetti, terrazze, strade, piazzali,...).

### 3.1.3 Calcolo delle portate

Per la valutazione degli effetti conseguenti alla trasformazione territoriale è necessario stimare le portate di piena che derivano dalle aree oggetto di intervento prima e dopo la trasformazione.

REDATTO: DL, NS	COMMESSA: HS531-10	REVISIONE: 00	Pagina 17 di 24
VERIFICATO: MT	FILE: HS531-10-Verifica compatibilità idrogeologica	DATA: Ott. 2010	

 <b>HydroSoil s.r.l.</b> Sistema di gestione qualità certificato ISO 9001:2008	TITOLO: P.U.A. PER IL RECUPERO DEL COMPLESSO EDILIZIO "EX INTENDENZA DI FINANZA - EX CONVENTO DI S. BERNARDINO"	COMMITTENTE: BENI STABILI S.P.A.
	ELABORATO: VERIFICA DI COMPATIBILITÀ IDROGEOLOGICA	

Per il calcolo delle portate di piena generate si è fatto riferimento al metodo cinematico che associa a ciascun bacino un tempo caratteristico, detto tempo di corrivazione e nel seguito indicato con  $t_c$ , cui è associata la durata di precipitazione che provoca la massima portata nel collettore di raccolta.

Il tempo di corrivazione può essere ottenuto in via semplificata dalla relazione di Turazza:

$$t_c [\text{ore}] = 0.315 \sqrt{S [\text{km}^2]}$$

dove  $S$  è la superficie del bacino scolante

La massima portata si ottiene quindi dal bilancio afflussi/deflussi nel bacino per la durata considerata:

$$Q_{\text{MAX}} [\text{l/s}] = \frac{S [\text{m}^2] \cdot a [\text{mm/ore}^n] \cdot t_c [\text{ore}]^n}{t_c [\text{ore}] \cdot 3600}$$

dove  $\phi$  è il coefficiente di deflusso,  $a$  ed  $n$  sono i coefficienti della curva di possibilità pluviometrica considerata.

### 3.1.4 Stima dei volumi d'invaso

Nell'ipotesi di limitare la portata in uscita a valori inferiori a quelli della portata massima è necessario stimare il volume di invaso necessario per laminare tale portata. La base teorica di riferimento per il calcolo dei volumi di invaso è il metodo cinematico, al quale va accoppiata l'equazione dei serbatoi per cercare il valore del tempo di pioggia ( $t_{v_{\text{max}}}$ ) che massimizzi il volume da invasare.

Il volume di pioggia entrante nel sistema in un tempo  $t$  risulta:  $V_e = S \cdot \phi \cdot a \cdot t^n$

Nello stesso tempo, uscirà dal sistema un volume:  $V_u = Q_u \cdot t$

Il volume da invasare sarà pertanto:  $V = V_e - V_u = S \cdot \phi \cdot a \cdot t^n - Q_u \cdot t$

Per massimizzare questo volume bisogna derivare questa espressione rispetto al tempo, ottenendo così l'espressione di  $t_{v_{\text{max}}}$ :

$$t_{v_{\text{max}}} = \left( \frac{Q_u}{S \cdot \phi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

da cui si ricava per sostituzione il volume massimo:

$$V_{\text{max}} = S \cdot \phi \cdot a \cdot \left( \frac{Q_u}{S \cdot \phi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{n}{n-1}} - Q_u \cdot \left( \frac{Q_u}{S \cdot \phi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

Noti i parametri della curva di possibilità pluviometrica ( $a$  e  $n$ ), le caratteristiche della superficie scolante ( $S$ ,  $\phi$ ) e fissata la portata in uscita ( $Q_u$ ), è immediatamente noto il tempo di pioggia che massimizza il volume di invaso ed il volume stesso.

REDATTO: DL, NS	COMMESSA: HS531-10	REVISIONE: 00	Pagina 18 di 24
VERIFICATO: MT	FILE: HS531-10-Verifica compatibilità idrogeologica	DATA: Ott. 2010	

 <b>HydroSoil S.r.l.</b> Sistema di gestione qualità certificato ISO 9001:2008	TITOLO: P.U.A. PER IL RECUPERO DEL COMPLESSO EDILIZIO "EX INTENDENZA DI FINANZA - EX CONVENTO DI S. BERNARDINO"	COMMITTENTE: BENI STABILI S.P.A.
	ELABORATO: VERIFICA DI COMPATIBILITÀ IDROGEOLOGICA	

### 3.2 ANALISI DELLE TRASFORMAZIONI

#### 3.2.1 Descrizione dello stato attuale

L'ambito di intervento del P.U.A. si riferisce ad un'area (Fig. 3.2) che occupa una superficie complessiva pari a circa 2'200 m<sup>2</sup>, attualmente adibita a parcheggio a raso con pavimentazione in conglomerato bituminoso e quindi si presenta completamente impermeabilizzata, ad eccezione di una porzione marginale (50 m<sup>2</sup>), in cui è presente una aiuola.



Fig. 3.2 – Stato di fatto: immagine satellitare

REDATTO: DL, NS	COMMESSA: HS531-10	REVISIONE: 00	Pagina 19 di 24
VERIFICATO: MT	FILE: HS531-10-Verifica compatibilità idrogeologica	DATA: Ott. 2010	

 <b>HydroSoil s.r.l.</b> Sistema di gestione qualità certificato ISO 9001:2008	TITOLO: P.U.A. PER IL RECUPERO DEL COMPLESSO EDILIZIO "EX INTENDENZA DI FINANZA - EX CONVENTO DI S. BERNARDINO"	COMMITTENTE: BENI STABILI S.P.A.
	ELABORATO: VERIFICA DI COMPATIBILITÀ IDROGEOLOGICA	

Di seguito, in Tab. 3.4, si riportano le aree delle superfici considerate con i relativi coefficienti di deflusso. Il coefficiente di deflusso caratteristico dell'area, ottenuto come media ponderata di ciascun valore in base alla specifica area di competenza risulta:

$$\bar{C} = 0.884 .$$

Tipo di superficie	Coefficiente di deflusso	Area (m <sup>2</sup> )
Area asfaltata adibita a parcheggio	0.90	2150
Aiuola	0.20	50
	TOTALE	2'200

**Tab. 3.4 - Riepilogo destinazioni d'uso delle superfici in stato attuale e relativo coefficiente di deflusso**

Seguendo il procedimento di calcolo riportato nel precedente paragrafo applicato alla geometria dell'area è stata calcolata la portata di piena che caratterizza l'area nella configurazione attuale. Il tempo di corrivazione risulta essere dell'ordine di alcune decine di minuti, la curva di possibilità pluviometrica utilizzata nel calcolo della portata è quella caratteristica degli scrosci

Tempo di corrivazione (ore)	Superficie (m <sup>2</sup> )	a (mm/ore <sup>n</sup> )	n	h (mm)	Portata (l/s)
0.35	2'200	56.8	0.42	36.75	55.99

**Tab. 3.5 – Calcolo della portata di picco in stato attuale**

REDATTO: DL, NS	COMMESSA: HS531-10	REVISIONE: 00	Pagina 20 di 24
VERIFICATO: MT	FILE: HS531-10-Verifica compatibilità idrogeologica	DATA: Ott. 2010	

 <b>HydroSoil s.r.l.</b> Sistema di gestione qualità certificato ISO 9001:2008	TITOLO: P.U.A. PER IL RECUPERO DEL COMPLESSO EDILIZIO "EX INTENDENZA DI FINANZA - EX CONVENTO DI S. BERNARDINO"	COMMITTENTE: BENI STABILI S.P.A.
	ELABORATO: VERIFICA DI COMPATIBILITÀ IDROGEOLOGICA	

### 3.2.2 Descrizione dell'intervento

Il Piano Urbanistico Attuativo di recupero dell'area (vedi Fig. 3.3) prevede la realizzazione di un parcheggio interrato, costituito da 2 o 3 piani interrati per una volumetria totale pari a circa 10'000 – 15'000 m<sup>3</sup>, e di una rampa di accesso. Inoltre è prevista la realizzazione di una nuova porzione di edificio, posta a quota pari a circa +5.00 rispetto al piano campagna, di collegamento tra due edifici già esistenti. L'esistente aiuola verrà eliminata.

Di seguito, in Tab. 3.4, si riportano le aree delle superfici considerate con i relativi coefficienti di deflusso. Il coefficiente di deflusso caratteristico dell'area, ottenuto come media ponderata di ciascun valore in base alla specifica area di competenza risulta:

$$\bar{c} = 0.9.$$

Tipo di superficie	Coefficiente di deflusso	Area (m <sup>2</sup> )
Copertura impermeabile del parcheggio e copertura nuovo edificio	0.90	2'200
	TOTALE	2'200

**Tab. 3.6 - Riepilogo destinazioni d'uso delle superfici in configurazione di progetto e relativo coefficiente di deflusso**

Seguendo il procedimento di calcolo riportato nel precedente paragrafo applicato alla geometria dell'area è stata calcolata la portata di piena che caratterizza l'area nella configurazione di progetto.

Tempo di corrivazione (ore)	Superficie (m <sup>2</sup> )	a (mm/ore <sup>n</sup> )	n	h (mm)	Portata (l/s)
0.35	2'200	56.8	0.42	36.75	57.00

**Tab. 3.7 - Calcolo della portata di picco in configurazione di progetto**

La rete di raccolta delle acque meteoriche interna all'area verrà definita in fase di progetto definitivo e sarà costituita da una tubazione principale con diametro 400/600 mm e scarico nella rete di fognatura di via S. Biagio.

REDATTO: DL, NS	COMMESSA: HS531-10	REVISIONE: 00	Pagina 21 di 24
VERIFICATO: MT	FILE: HS531-10-Verifica compatibilità idrogeologica	DATA: Ott. 2010	



HydroSoil s.r.l.

Sistema di gestione qualità  
certificato ISO 9001:2008

TITOLO: P.U.A. PER IL RECUPERO DEL COMPLESSO EDILIZIO  
"EX INTENDENZA DI FINANZA - EX CONVENTO DI S.  
BERNARDINO"

COMMITTENTE:  
BENI STABILI S.P.A.

ELABORATO: VERIFICA DI COMPATIBILITÀ IDROGEOLOGICA

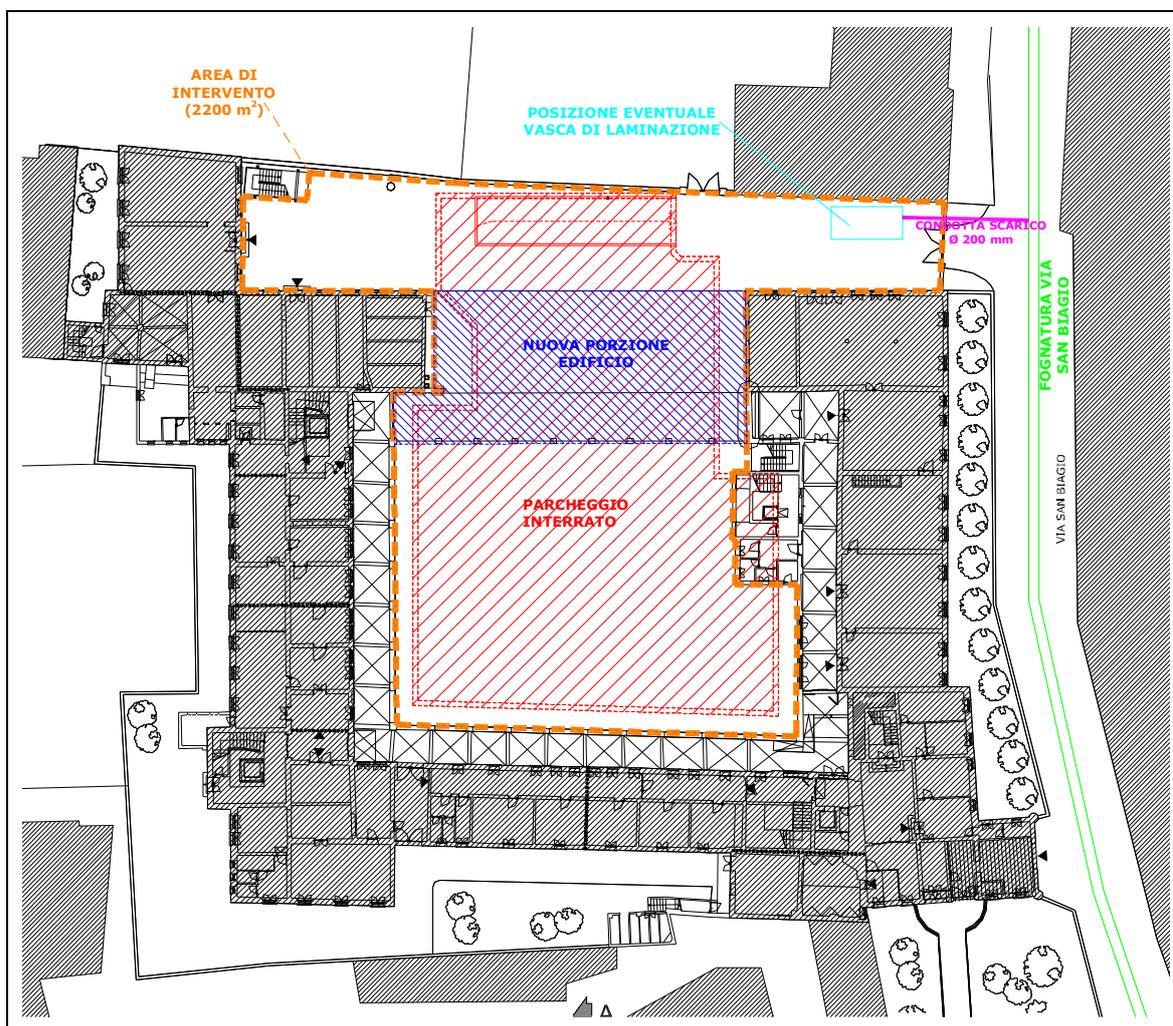


Fig. 3.3 – Planimetria dell'area e indicazioni dei principali interventi previsti nel progetto di recupero

REDATTO: DL, NS	COMMESSA: HS531-10	REVISIONE: 00	Pagina 22 di 24
VERIFICATO: MT	FILE: HS531-10-Verifica compatibilità idrogeologica	DATA: Ott. 2010	

 <b>HydroSoil S.r.l.</b> Sistema di gestione qualità certificato ISO 9001:2008	TITOLO: P.U.A. PER IL RECUPERO DEL COMPLESSO EDILIZIO "EX INTENDENZA DI FINANZA - EX CONVENTO DI S. BERNARDINO"	COMMITTENTE: BENI STABILI S.P.A.
	ELABORATO: VERIFICA DI COMPATIBILITÀ IDROGEOLOGICA	

### 3.2.3 Confronto tra la situazione attuale e la configurazione di progetto

Nel presente paragrafo si riportano sinteticamente i principali effetti della trasformazione territoriale. Come si evince dal confronto riportato nella successiva Tab. 3.8, **la configurazione di progetto prevede l'impermeabilizzazione di una superficie pari 50 m<sup>2</sup>, inferiore quindi ai 0.1 ha, limite oltre il quale è necessario adottare misure di mitigazione idraulica.**

Tipo di superficie	Coefficiente di deflusso	Area (m <sup>2</sup> )		Differenza (m <sup>2</sup> )
		Stato attuale	Configurazione progetto	
<b>Impermeabile:</b> asfalto	0.90	2'150	2'200	50
<b>Permeabile:</b> aiuola	0.20	50	0	-50
	TOTALE	2'200	2'200	

Tab. 3.8 – Confronto tra stato attuale e configurazione di progetto

Dal confronto delle portate generate nelle due configurazioni analizzate si può osservare che la trasformazione non comporta un significativo incremento (circa 1 l/s per un evento cinquantennale) della portata di picco.

La portata che verrà scaricata nella fognatura risulterà comunque inferiore a quella determinata in quanto come già anticipato nella premessa, si ritiene opportuna l'adozione di misure di mitigazione delle portate scaricate, anche a tutela della sicurezza idraulica della nuova infrastruttura.

In particolare si ritiene opportuno adottare uno scarico, nella sezione di chiusura, con dimensione non superiore a 200 mm. Tale scarico limiterà la portata in uscita a valori dell'ordine dei 30-50 l/s (in funzione del tirante che si può realizzare a monte e della quota di scarico nella fognatura) rendendo necessaria quindi l'adozione di dispositivi di laminazione (con eventuali vasche a integrazione dei volumi offerti dalle tubazioni di raccolta), che verranno dimensionati nel dettaglio in fase definitiva, in funzione della quota di scarico nella fognatura e del tirante che si può realizzare a monte.

Di seguito si riportano alcuni esempi dei volumi di invaso (seguendo il procedimento di calcolo riportato nel paragrafo 3.1.4) che risultano necessari per diverse possibili portate di scarico (Qu), tenuto conto dei piccoli invasi (40 m<sup>3</sup>/ha):

Qu (l/s)	Volume di invaso (m <sup>3</sup> )
35	23.3
40	20.3
45	17.9

Tab. 3.9 - Calcolo dei volumi di invaso risultanti per diverse portate di scarico

REDATTO: DL, NS	COMMESSA: HS531-10	REVISIONE: 00	Pagina 23 di 24
VERIFICATO: MT	FILE: HS531-10-Verifica compatibilità idrogeologica	DATA: Ott. 2010	

 <b>HydroSoil</b> s.r.l. Sistema di gestione qualità certificato ISO 9001:2008	TITOLO: P.U.A. PER IL RECUPERO DEL COMPLESSO EDILIZIO "EX INTENDENZA DI FINANZA - EX CONVENTO DI S. BERNARDINO"	COMMITTENTE: BENI STABILI S.P.A.
	ELABORATO: VERIFICA DI COMPATIBILITÀ IDROGEOLOGICA	

### 3.3 CONCLUSIONI

Nella presente paragrafo sono stati trattati i temi riguardanti la verifica della compatibilità idraulica relativamente a l'intervento P.U.A. per il recupero del complesso edilizio ex intendenza di finanza - ex intendenza convento di San Bernardino.

Le indicazioni emerse dallo studio possono essere così riassunte:

1. l'intervento prevede l'impermeabilizzazione di una superficie pari a 50 m<sup>2</sup>, inferiore a 0.1 ha, classificandosi di conseguenza come a "*Trascurabile impermeabilizzazione potenziale*"; per tale classe d'intervento non è necessario adottare misure di mitigazione idraulica;
2. lo scarico delle acque meteoriche, che sarà oggetto di valutazione più approfondita in fase definitiva, una volta definita la geometria della condotta di fognatura di Via S.Biagio, avverrà mediante tubazione di dimensioni adeguate a non sovraccaricare la rete esistente (non superiore a 200 mm);
3. i volumi di invaso risultanti a seguito della riduzione della portata in uscita verranno determinati in fase definitiva (dell'ordine dei 20 m<sup>3</sup>).

REDATTO: DL, NS	COMMESSA: HS531-10	REVISIONE: 00	Pagina 24 di 24
VERIFICATO: MT	FILE: HS531-10-Verifica compatibilità idrogeologica	DATA: Ott. 2010	