



**REGIONE DEL VENETO**

**Provincia di Verona**



**Comune di San Bonifacio**

## **RELAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA**

*(D.G.R.V. n°3637/2002 - D.G.R.V. n° 2948/2009)*

Relazione di compatibilità idraulica a supporto del progetto:

PROPOSTA DI ACCORDO ex ART. 6 l.r. 11/2004 PER LA RIQUALIFICAZIONE URBANA  
DI UNA AREA ARTIGIANALE SITA IN VIA PRAISSOLA n. 74

*(Approvazione accordo con DGC N. 129 del 4/9/2018)*

**Geol. Federico Masini**

Sede Fiscale:

Via Anna Frank, 11  
37047 San Bonifacio  
VERONA

C.F. MSNFRC80B22L364A  
P.I. 03859030235

☎: 347.1300561

✉: federico.masini80@alice.it

Web: [www.geologomasini.com](http://www.geologomasini.com)



Dr.Geol. Federico Masini

**Committente: Sig. Marini Mauro**

**Data: Dicembre 2018**

## INDICE

1. PREMESSE.....	3
2. INQUADRAMENTO GENERALE DELL'AREA .....	5
2.1 Ubicazione e caratteri geomorfologici principali .....	5
2.2 Geologia ed idrogeologia generale .....	7
2.3 Inquadramento urbanistico e cartografia di Piano .....	11
3. MODELLO STRATIGRAFICO E IDROGEOLOGICO LOCALE .....	17
3.1. PREMESSE.....	17
3.2. MODELLO GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO LOCALI .....	18
4. PARAMETRI IDROLOGICI ED IDRAULICI .....	20
4.1. PREMESSA .....	20
4.2. TEMPO DI RITORNO .....	20
4.3. CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA.....	20
4.4. DETERMINAZIONE DELL'AFFLUSSO METEORICO NETTO .....	21
4.5. TRASFORMAZIONE AFFLUSSI IN DEFLUSSI .....	22
5. MITIGAZIONE DELL'IMPATTO IDRAULICO .....	24
5.1. CALCOLO DEI VOLUMI D'INVASO TEMPORANEO .....	24
5.2. INTERVENTI DI MITIGAZIONE .....	25
5.3. INDICAZIONE PER LA MANUTENZIONE DEL SISTEMA DI RACCOLTA .....	26
6. CONCLUSIONI .....	27

## 1. PREMESSE

Su incarico e per conto del Sig. Marini è stata redatta la presente relazione di compatibilità idraulica a supporto del progetto di riqualificazione urbana di un'area artigianale sita un Via Praissola, in Comune di San Bonifacio, in Provincia di Verona (Fig.1).

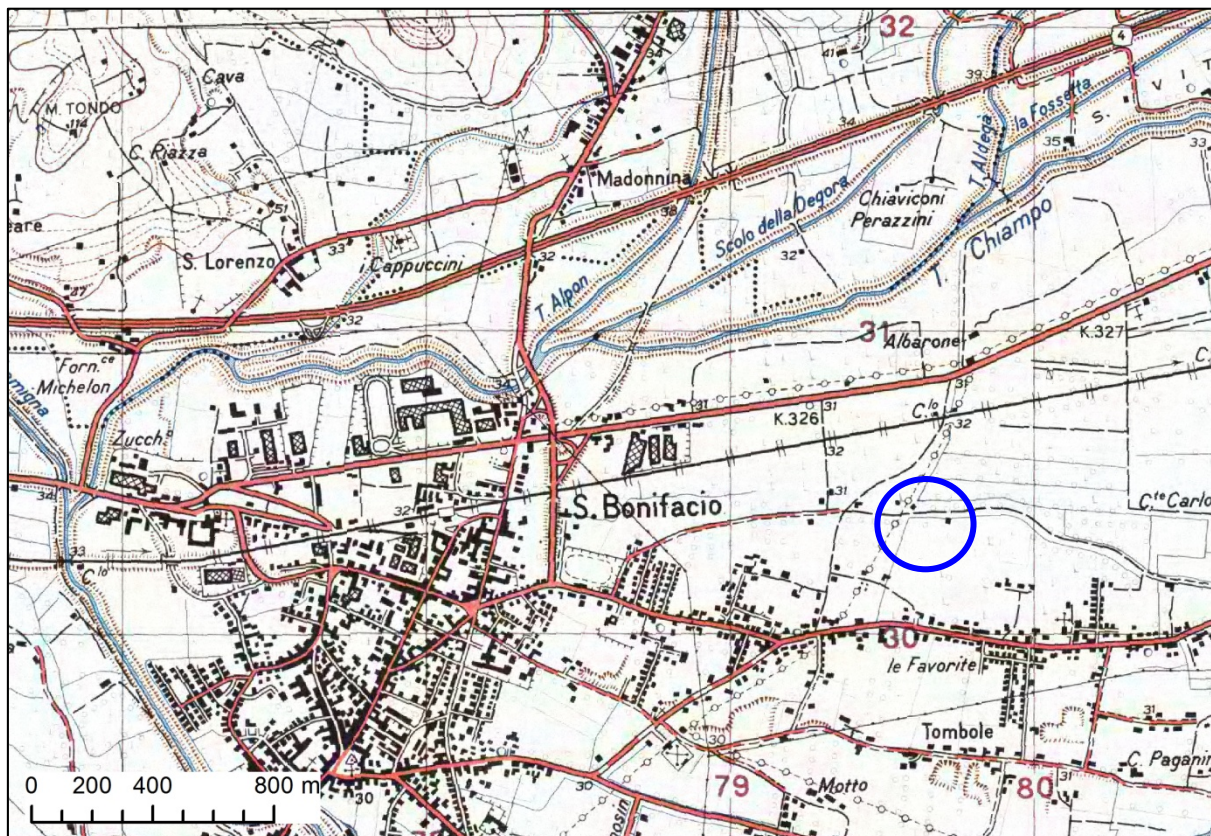


Fig.1 - Corografia alla scala 1:25.000, estratto da IGM Foglio n°49 Quadrante II Orientamento S.O. "San Bonifacio"

Scopo della presente valutazione di compatibilità idraulica consiste nella dimostrazione che, per effetto delle nuove previsioni urbanistiche, l'esistente livello di rischio idraulico non venga aggravato; è stata quindi verificata l'ammissibilità degli interventi considerati, valutando la presenza di dissesti idraulici presenti e successivamente considerando l'aumento di impermeabilizzazione delle superfici con conseguente aumento del coefficiente udometrico delle aree trasformate. Pertanto ogni progetto di trasformazione dell'uso del suolo che provochi una variazione di permeabilità superficiale deve prevedere misure compensative volte a mantenere costante il coefficiente udometrico secondo il principio dell'**invarianza idraulica**.

La Valutazione di compatibilità idraulica viene redatta a supporto di ogni nuovo strumento urbanistico, come previsto inizialmente dalla Legge 267 del 30/08/1998 ".....al fine di consentire una più efficace prevenzione dei dissesti idrogeologici .....", valutando "..... le possibili alterazioni del regime idraulico....." che le nuove previsioni urbanistiche possono causare. Per l'ambito oggetto di studio "..... dovranno essere analizzate le problematiche di carattere idraulico, individuate le soluzioni di massima nonché fornite le prescrizioni per l'attuazione di queste .....".

Successivamente, la Legge 11 dicembre 2000 n°365 (di conversione del D.L. 279/2000), recante le norme riguardanti gli "Interventi urgenti per le aree a rischio idro-geologico molto elevato e in materia di protezione civile, nonché a favore di zone colpite da

calamità naturali”, ha introdotto alcune rilevanti novità rispetto all’iter procedurale di adozione del piano stralcio per l’assetto idrogeologico, in precedenza previsto dalla legislazione del 1998 (D.L. 180/98 convertito con la Legge n°267 del 3 agosto 1998).

Il presente studio è stato redatto in ottemperanza alla **D.G.R. del Veneto n°3637 del 13/12/2002** “L. 3 agosto 1998, n. 267 - Individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idraulico e idrogeologico. Indicazioni per la formazione dei nuovi strumenti urbanistici”, le cui modalità operative sono state fissate dalla **D.G.R. n° 1322 del 10 maggio 2006** e aggiornata dalla **D.G.R. del Veneto n° 2948 del 2009** “Valutazione di compatibilità idraulica per la redazione degli strumenti urbanistici - Modalità operative ed indicazioni tecniche”.

Tale normativa individua i seguenti scopi nell’ambito delle trasformazioni urbanistiche: “Lo studio idraulico deve verificare l’ammissibilità delle previsioni contenute nello strumento urbanistico considerando le interferenze che queste hanno con i dissesti idraulici presenti o potenziali e le possibili alterazione del regime idraulico che le nuove destinazioni o trasformazioni d’uso del suolo possono venire a determinare;”; “Nella valutazione devono essere verificate le variazioni della permeabilità e della risposta idrologica dell’area interessata conseguenti alle previste mutate caratteristiche territoriali nonché devono essere individuate idonee misure compensative, come nel caso di zone non a rischio di inquinamento della falda, il reperimento di nuove superfici atte a favorire l’infiltrazione delle acque o la realizzazione di nuovi volumi di invaso, finalizzate a non modificare il grado di permeabilità del suolo e le modalità di risposta del territorio agli eventi meteorici. Deve essere quindi definita la variazione dei contributi specifici delle singole aree prodotte dalle trasformazioni dell’uso del suolo e verificata la capacità della rete drenante di sopportare i nuovi apporti. In particolare, in relazione alle caratteristiche della rete idraulica naturale o artificiale che deve accogliere le acque derivanti dagli afflussi meteorici, dovranno essere stimate le portate massime scaricabili e definiti gli accorgimenti tecnici per evitarne il superamento in caso di eventi estremi.”; “Lo studio di compatibilità può altresì prevedere la realizzazione di interventi di mitigazione del rischio, indicandone l’efficacia in termini di riduzione del pericolo”.

E’ stato fatto inoltre diretto riferimento alla normativa nazionale riguardante gli aspetti qualitativi delle acque reflue e di drenaggio, e precisamente al **Decreto Legislativo n. 152 del 3 aprile 2006** “Norme in materia ambientale”; si cita infine il recente **Piano di Tutela delle Acque** e precisamente le Norme Tecniche di Attuazione, pubblicate sul B.U.R. del 8 dicembre 2009 e specificatamente all’Art. 39 – Acque meteoriche di dilavamento, acque di prima pioggia e acque di lavaggio, come modificato dalla **DGRV n.842 del 15/05/2012**.

Lo studio in esame è stato articolato nei seguenti punti:

- acquisizione di fonti bibliografiche e cartografiche a carattere geologico, idrogeologico ed idrologico;
- acquisizione ed esame degli elaborati preliminari, comprensivi di descrizione degli interventi urbanistici;
- analisi delle trasformazioni delle superfici delle aree interessate in termini di impermeabilizzazione;
- valutazione del rischio e della pericolosità idraulica del territorio;
- calcolo dei volumi di laminazione;
- proposta ed indicazione di misure compensative e/o di mitigazione del rischio.

Per la stesura della presente relazione si è tenuto conto dell’indagine geologico-geotecnica condotta nell’ottobre 2018 dallo scrivente relativa alla realizzazione di un edificio residenziale nel lotto adiacente l’area in esame; in particolare, l’indagine ha previsto l’esecuzione di **n°1 Prova Penetrometrica Statica (CPT)** e di **n°1 Prova penetrometrica Dinamica Superpesante**, per la caratterizzazione e parametrizzazione geotecnica del sottosuolo, spinte fino alla profondità massima di 15,0 m dal piano campagna; e di **n°1 Prospezione Sismica Passiva**, tramite la metodologia **HVSR (Metodo di Nakamura)** con la strumentazione **Tromino®** per la verifica della frequenza di risonanza caratteristica del terreno, la valutazione della velocità delle onde sismiche Vs e l’attribuzione delle categoria di suolo di fondazione (rif: **O.P.C.M n°3274 20/03/2003** e **suc.mod. - D.M 14/01/2008**). Delle suddette analisi si terrà conto per la redazione del modello geologico e idrogeologico di sito.

Si precisa che la presente è stata redatta in ottemperanza a quanto previsto dai documenti di Compatibilità Idraulica allegati al PAT.



## 2. INQUADRAMENTO GENERALE DELL'AREA

### 2.1 Ubicazione e caratteri geomorfologici principali

La zona di indagine è situata in corrispondenza della medio-alta pianura veneta, nella fascia pianeggiante che si colloca a ridosso delle estreme propaggini meridionali dei Monti Lessini, a circa 30 Km di distanza dal capoluogo provinciale di Verona, in direzione Ovest, e a circa 25 Km di distanza da Vicenza, in direzione NordEst

Più precisamente, il sito in esame è situato in Via Praissola; i principali centri abitati nelle vicinanze sono rappresentati, oltre che dal capoluogo comunale di San Bonifacio e dalla frazione di Prova, a Est del lotto in esame, dal centro urbano di Soave, che dista circa 5 km in direzione NordOvest, dal centro urbano di Monteforte d'Alpone, a circa 3 Km in direzione Nord, e dal centro urbano di Lonigo a circa 8 km in direzione Est.

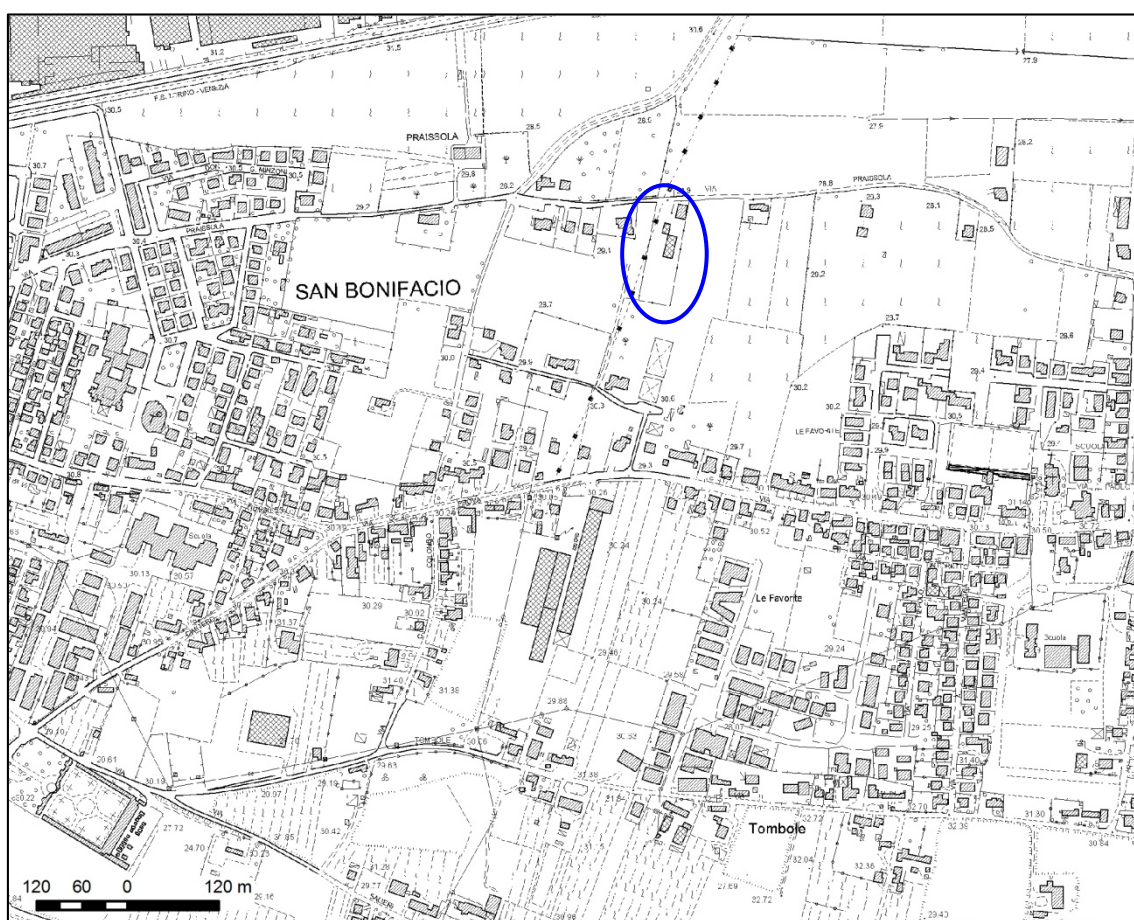


Fig.2: Corografia alla scala 1:10.000, estratto da CTR Sezione n° 124160 "Monteforte d'Alpone".

Il territorio si presenta mediamente antropizzato, con i centri urbani che si sviluppano soprattutto in corrispondenza delle principali vie di comunicazione; ampi spazi territoriali sono adibiti ad attività agricole. Si segnalano i tracciati delle principali arterie: si evidenzia il tracciato della Strada Regionale n.11, a circa 450 a Nord, il tracciato della rete ferroviaria Verona-Vicenza e il tracciato dell'autostrada A4 aventi direzione NordEst-SudOvest rispettivamente a circa 300 e 1200 m a Nord del sito di indagine.

Dal punto di vista morfologico, il territorio si inserisce in una zona pianeggiante, a Sud dei rilievi collinari dei Monti Lessini; le quote dei terreni sono pari a circa 29 metri s.l.m. (Fig. 3).



Fig.3: Estratto di ortofoto a colori

Si è fatto quindi riferimento alla Carta delle Unità Geomorfologiche della Regione Veneto alla scala 1:250000, di cui si riporta uno stralcio non in scala (Fig. 4). Secondo tale cartografia, la zona si ubica in corrispondenza dell'Unità "Depositi fluvio-glaciali e alluvionali antichi e recenti".

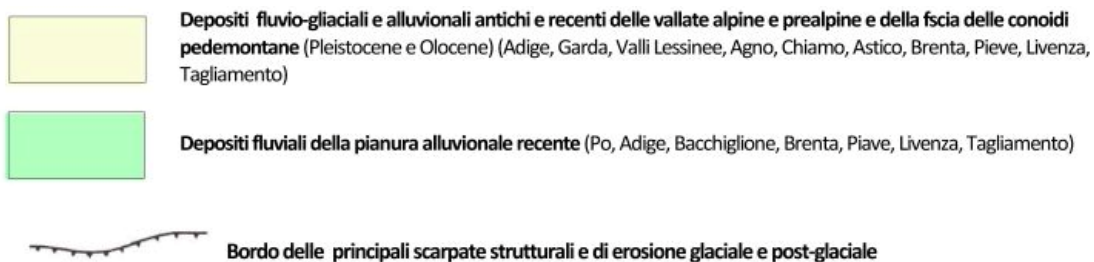


Fig.4 - Carta delle Unità Geomorfologiche della Regione Veneto, estratto non in scala



Il territorio comunale risulta interamente ricompreso nell'unità geomorfologica della "pianura alluvionale antica del F. Adige"; il fiume nel corso del Pliocene e del Quaternario ha dominato i fenomeni deposizionali della media pianura veronese. Il Fiume Adige è l'elemento che nella pianura veronese ha maggiormente determinato, nel tempo, l'assetto morfologico del territorio sovrapponendo agli episodi deposizionali quelli erosivi, variando il suo corso, alternando fasi di alta energia ed episodi di bassa energia. Solo in tempi storici recenti, gli interventi antropici di regimazione del fiume hanno determinato una drastica riduzione dei fenomeni morfogenetici naturali; le tracce delle antiche strutture rimangono, tuttavia, evidenti e fra esse si notano scarpate di terrazzo fluviale, coni di esondazione e paleoalvei. Le suddette strutture si manifestano come irregolarità più o meno accentuate della superficie di campagna sulla quale si alternano aree di alto topografico ed aree depresse ad andamento spesso sinuoso o meandriforme a testimoniare gli antichi tracciati fluviali. Generalmente si osserva una ricorrente correlazione fra natura litologica ed altimetrica del piano campagna; in effetti in corrispondenza delle zone depresse affiorano prevalentemente terreni compressibili, a granulometria fine e medio-fine (argille e limi argillosi), mentre i dossi e le aree più rilevate presentano di norma sedimenti scarsamente compressibili di natura sabbiosa e limo-sabbiosa.

Nella Carta Geomorfologica del Piano di Assetto Territoriale (P.A.T.) del Comune di San Bonifacio, l'area in esame ricade in corrispondenza dell'orlo di una scarpata fluviale di altezza inferiore a 5 m (Fig.5).

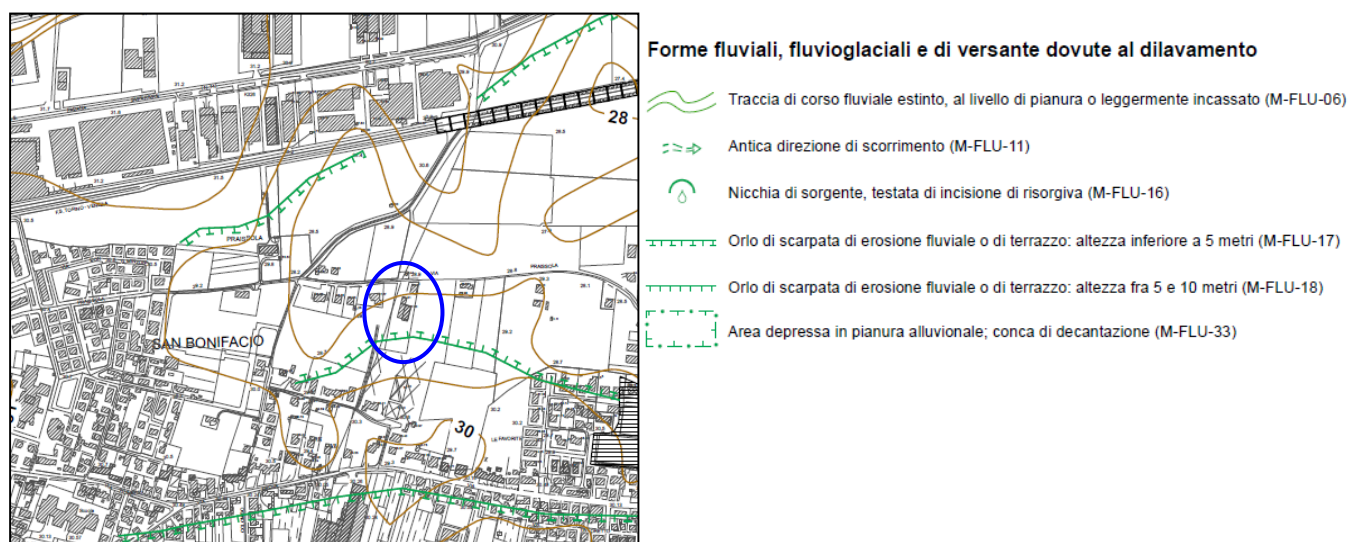


Fig. 5 – Estratto da Carta Geomorfologica del PAT del Comune di San Bonifacio

Relativamente all'idrografia di superficie, gli elementi di maggior spicco sono rappresentati dal Torrente Chiampo e dal Torrente Aldegà che scorrono con direzione NordEst-SudOvest a Nord del sito di interesse, la cui confluenza si colloca alla distanza di circa 300 m. Si segnala inoltre la presenza di numerosi fossi e scoli come lo Scolo Degora.

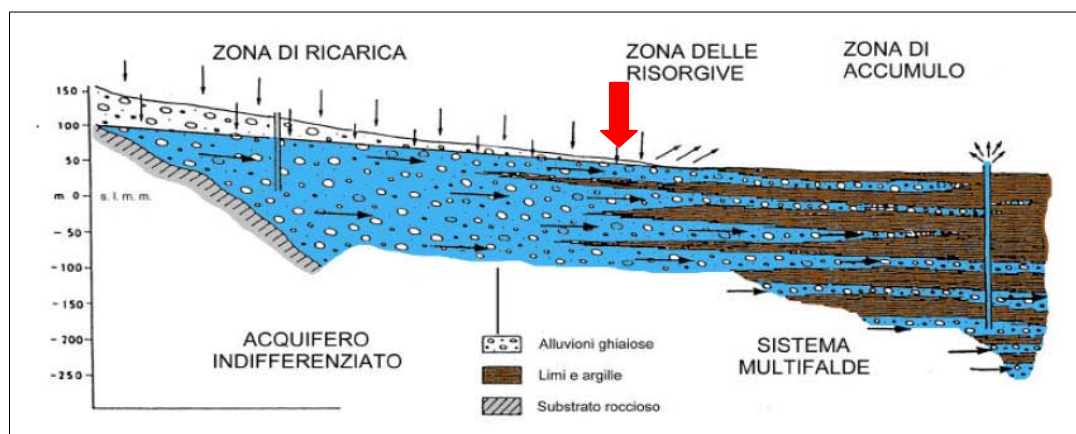
## 2.2 Geologia ed idrogeologia generale

Dal punto di vista stratigrafico generale la "pianura veneta", che comprende l'area di pianura in esame, risulta essere costituita dal rimaneggiamento fluviale dei prodotti di disfacimento delle Prealpi e Alpi Venete. Questi sono stati trasportati in pianura, a partire da circa 25000 anni fa, dai complessi sistemi fluviali che in quel periodo rispecchiavano

a grandi linee l'idrografia attuale; i grandi corsi d'acqua, alimentati dalle acque dei ghiacciai alpini in scioglimento, hanno portato in questo ultimo periodo dell'era Quaternaria alla deposizione degli ultimi 30 - 50 m di sedimenti della pianura.

La natura dei processi che hanno portato alla formazione della pianura e l'uniformità spaziale e temporale della loro azione ha permesso la definizione di un modello stratigrafico valido per tutta la pianura veneta; in direzione NordSud la pianura veneta si può infatti suddividere in alta, media e bassa pianura.

L'area di pianura adiacente ai rilievi, l'alta pianura, è caratterizzata dalla presenza di estesi conoidi alluvionali (strutture a ventaglio che pongono il loro apice in corrispondenza dello sbocco in pianura dei principali fiumi alpini) che costituiscono uno spesso materasso alluvionale ghiaioso, per lo più indifferenziato. Queste strutture, oltre ad essere sovrapposte, sono anche compenstrate con quelle dei fiumi attigui, creando in questa fascia un sottosuolo uniformemente ghiaioso. In questa unità stratigrafica esiste un'unica potente falda idrica a carattere freatico, sostenuta dal substrato roccioso.



Sezione schematica del modello deposizionale della pianura veneta

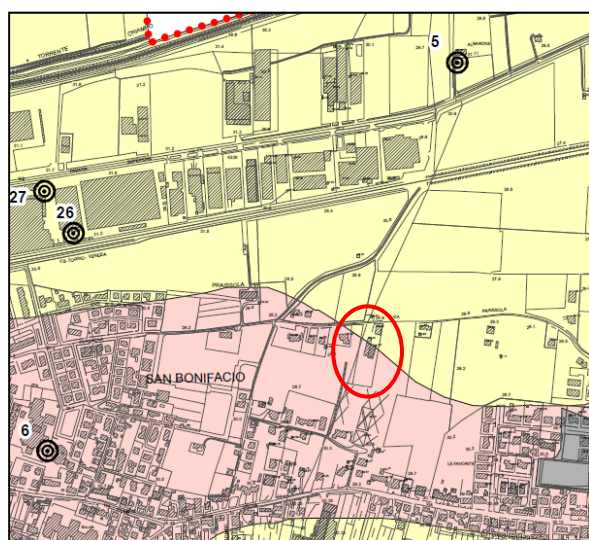
Tale falda oscilla all'interno dell'acquifero a grande permeabilità in relazione alle fasi di magra e di piena del proprio regime. Al piede dei rilievi la falda si trova tra i 100 e i 50 metri di profondità, ma spostandosi verso sud la superficie freatica si avvicina progressivamente al piano campagna, fino a venire a giorno in corrispondenza di locali livelli impermeabili nei punti più topograficamente depressi. Tali livelli sono costituiti dai sedimenti fini della parte terminale delle conoidi alluvionali: la tavola d'acqua in questa zona risale per la minore permeabilità di questi depositi, creando una rete di sorgenti lungo la "linea delle risorgive" della media pianura. Il substrato, in questa zona di larghezza variabile tra i 2 e gli 8 km, è costituito da alternanze di orizzonti ghiaiosi e limoso argillosi. Tale differenziazione del materasso alluvionale origina un complesso idrogeologico multifalदे ad acquiferi sovrapposti separati tra loro dagli orizzonti impermeabili argillosi. Gli acquiferi sono generalmente in pressione visto che le aree di ricarica sono comunque ad una quota assoluta più alta rispetto a quella degli acquiferi considerati. Le ghiaie quindi verso valle scompaiono in una decina di chilometri così che, in distanze relativamente brevi, si passa ai depositi fini della bassa pianura. I sedimenti di quest'area sono costituiti prevalentemente da orizzonti limoso argillosi e limoso sabbiosi, depositi di piana alluvionale, alternati a livelli sabbiosi generalmente fini, che costituiscono la testimonianza di antichi



tracciati fluviali. Questa porzione del territorio risulta sempre meno ricca di riserve idriche sotterranee produttive spostandosi gradualmente verso sud, a causa della mancanza nel sottosuolo di acquiferi di spessore apprezzabile ad elevata permeabilità.



Fig. 6 – Estratto da Carta Geologica d'Italia – Foglio 49 "Verona"



#### Materiali alluvionali, fluvioglaciali e riporto artificiale

- Materiali granulari fluviali e/o fluvioglaciali antichi a tessitura prevalentemente ghiaiosa e sabbiosa più o meno addensati. Depositi medianmetri permeabili per porosità. (L-ALL-01)
- Materiali alluvionali, fluvioglaciali, morenici o lacustri a tessitura prevalentemente limo-argillosa. Depositi poco permeabili per porosità. (L-ALL-05)
- Materiali di deposito palustre a tessitura fine e torbiera. Depositi poco permeabili per porosità. (L-ALL-09)
- Materiali di riporto (L-ART-01)

Fig. 7 – Estratto da Carta Geolitologica del PAT del Comune di San Bonifacio (VR)

I depositi di media pianura sopra citati occupano per intero il territorio analizzato, in corrispondenza dell'area che verrà interessata dagli interventi edilizi in progetto. Si tratta di materiali detritici continentali rappresentati principalmente dai sedimenti alluvionali del Fiume Adige, depositi quando il corso d'acqua presentava energia sufficiente per sedimentare spessi livelli di sabbie e limi; stratigraficamente posti al di sopra di questi terreni granulari si ritrovano sedimenti fini depositati dai corsi d'acqua provenienti dalle valli lessinee.

Nel Foglio 49 "Verona" della Carta Geologica d'Italia l'area in esame è inserita nell'unità "Alluvioni fluvio-glaciali e fluviali da ciottolose a ghiaiose con strato di alterazione superficiale argilloso" (Fig. 6).

Nella Carta Geolitologica del PAT del Comune di San Bonifacio, l'area in esame risulta caratterizzata da materiali alluvionali a tessitura prevalentemente limoso-argillosa nella porzione a Nord e da terreni sabbiosi a Sud (Fig. 7).

Il sottosuolo è costituito prevalentemente da materiali sciolti a granulometria limoso-argillosa di origine fluvioglaciale, depositati dai corsi d'acqua provenienti dalle valli dei Monti Lessini (Torrente Tramigna, Torrente Alpone) che ricoprono i sedimenti ghiaioso-sabbiosi del Fiume Adige, più antichi.

Nel materasso ghiaioso, con permeabilità media molto elevata, è contenuta una potente falda freatica, con profondità che varia da circa 50 metri in prossimità dei rilievi, a 1 metro nella porzione immediatamente a monte della fascia delle risorgive. Nel sottosuolo sono individuabili livelli limoso argillosi che arrivano anche ad alcuni metri di spessore, intercalati in profondità alle alluvioni ghiaiose. Questi livelli a minor permeabilità, assumono notevole importanza nel settore delle risorgive, consentendo nel sottosuolo la differenziazione tipica del sistema multifalde in pressione e l'emergenza delle risorgive.

Dal punto di vista idrogeologico il sito in esame, ubicandosi in un'area di media pianura sarà caratterizzato da una falda idrica a carattere freatico; l'alimentazione della stessa è garantita soprattutto dalla dispersione idrica che si verifica dagli alvei sabbiosi dei corsi d'acqua ed in maniera secondaria dall'infiltrazione diretta degli apporti meteorici e delle acque irrigue. Il livello piezometrico nell'area di interesse risulta posizionato a circa 26 m sul livello del mare, corrispondente a circa 3,0 m dal piano campagna locale (Fig. 7 – Estratto da "Carta Idrogeologica Del Veneto").

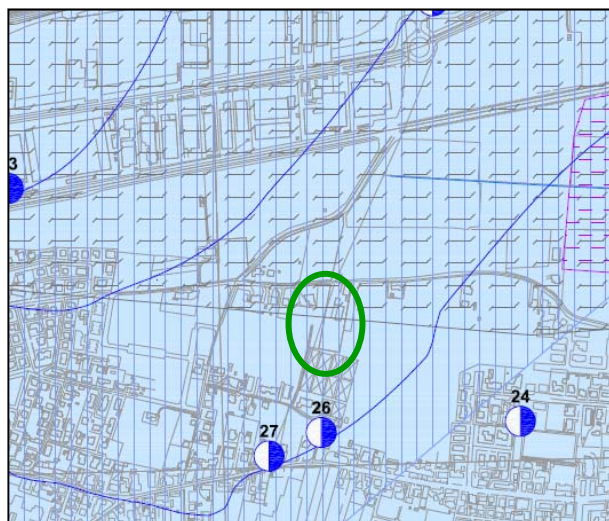


Fig.8 - Estratto di "Carta Idrogeologica del Veneto"

Si riporta di seguito uno stralcio della "Carta Idrogeologica" del P.A.T. del Comune di San Bonifacio. In tale cartografia l'area di interesse risulta ricadere all'interno di "Aree con profondità della falda freatica compresa tra 2 e 5 m dal piano campagna"(Fig.9); l'area si colloca entro un'area a deflusso difficoltoso.

Nel foro delle prove penetrometriche, al momento dell'indagine (19 ottobre 2018) è stata rilevata la presenza della falda acquifera alla profondità minima di 3,0 m dal piano campagna locale. Si sottolinea che tale livello piezometrico potrà subire temporanei innalzamenti in corrispondenza di periodi particolarmente piovosi.





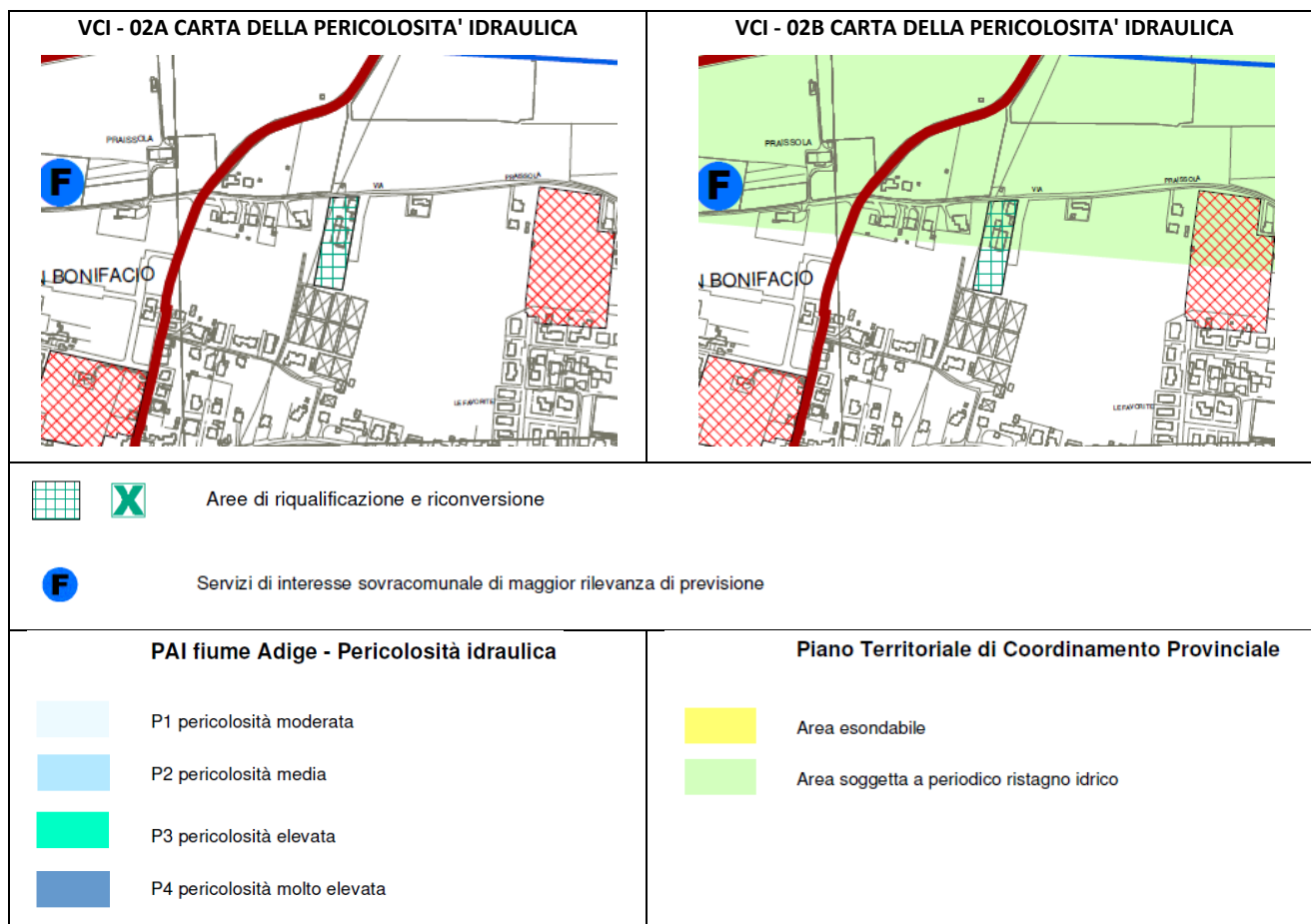
#### Acque sotterranee

- Area con profondità della falda freatica compresa tra 0 e 2 m dal piano campagna (I-SOT-01a)
- Area con profondità della falda freatica compresa tra 2 e 5 m dal piano campagna (I-SOT-01b)
- Linea isofreatica e sua quota assoluta in metri s.l.m. - equidistanza 1 m (I-SOT-03)
- Direzione del deflusso della falda acquifera (I-SOT-04)
- Pozzo idrico e numero relativo (I-SOT-07)
- Area a deflusso pericoloso (fonte PRG -1988) / Area a periodico ristagno idrico (PTCP) (I-SUP-15)
- Area soggetta ad inondazioni periodiche (fonte Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta) (I-SUP-16)
- Zona interessata da fenomeni di filtrazione anche temporanea (I-SUP-19)
- Fascia di ricarica degli acquiferi

Fig. 9 – Estratto da "Carta Idrogeologica" del PAT del Comune di San Bonifacio (VR)

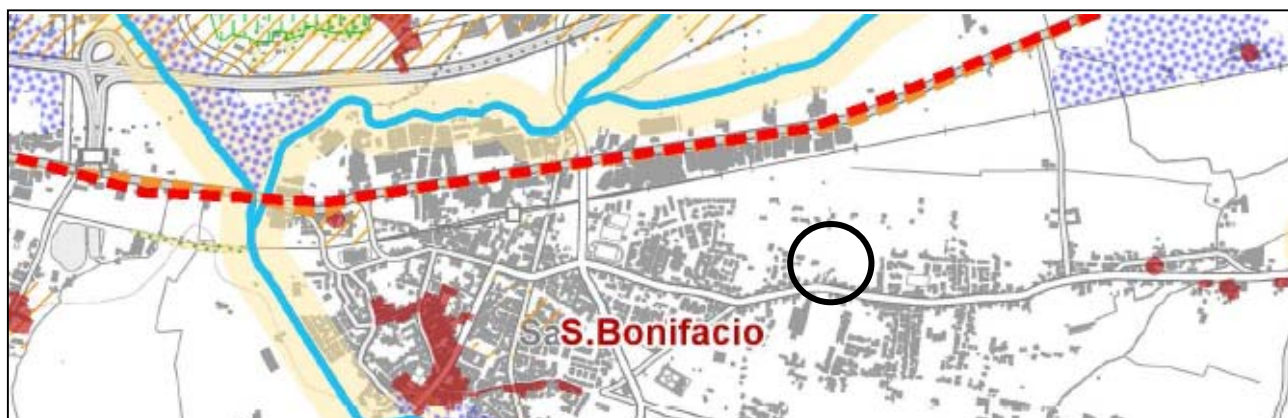
### 2.3 Inquadramento urbanistico e cartografia di Piano

Nei documenti di Compatibilità Idraulica allegata al PAT l'area in oggetto è definita come "Area di riqualificazione e conversione"; si riportano a seguire le cartografie allegate al documento citato.







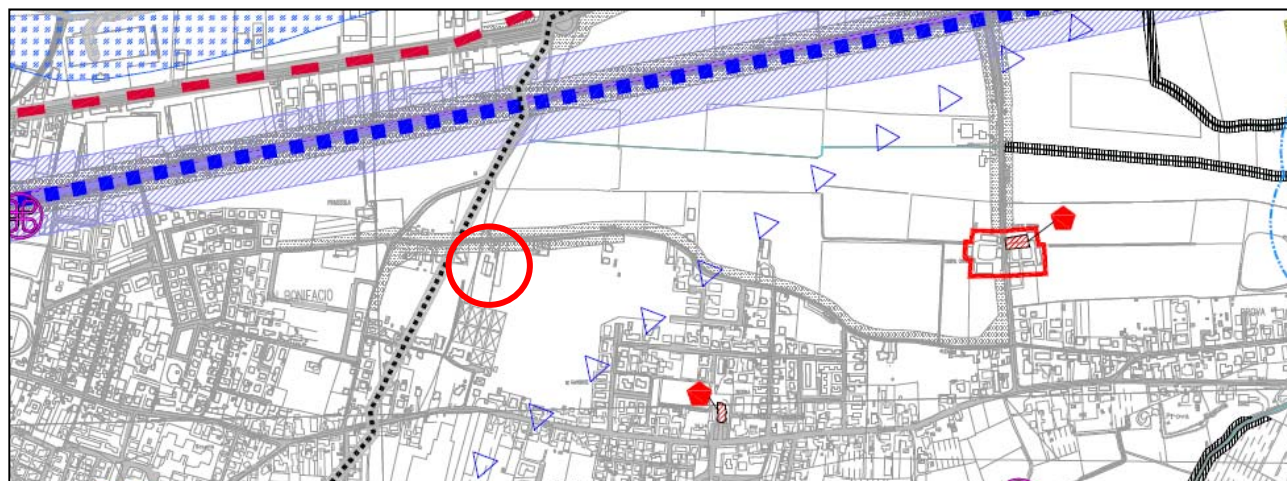


### LEGENDA

AREE SOGGETTE A TUTELA		RETE NATURA 2000	
	Area di notevole interesse pubblico (D.Lgs. 42/04 art. 136 - ex L. 1497/39) (N.T.A.: Art. 5 - 6 - 7)		Sito di Importanza Comunitaria (SIC) (N.T.A.: Art. 5 - 6 - 7)
	Aree tutelate per Legge (D.Lgs 42/04 art. 142 - ex L. 431/85):		Zona di Protezione Speciale (ZPS) (N.T.A.: Art. 5 - 6 - 7)
	Territorio contermino ai laghi 300 m (N.T.A.: Art. 5 - 6 - 7)	PIANIFICAZIONE DI LIVELLO SUPERIORE	
	Montagna eccedente 1600 m s.l.m. (N.T.A.: Art. 5 - 6 - 7)		Parco istituito (N.T.A.: Art. 5 - 6 - 7)
	Territorio coperto da foreste e boschi (N.T.A.: Art. 5 - 6 - 7)		Riserva istituita (N.T.A.: Art. 5 - 6 - 7)
	Vincolo dei corsi d'acqua (N.T.A.: Art. 5 - 6 - 7)		Ambito per l'istituzione di riserve archeologiche regionali (N.T.A.: Art. 5 - 6 - 7)
	Zona di interesse archeologico (N.T.A.: Art. 5 - 6 - 7)		Ambito per l'istituzione di parchi e riserve naturali regionali (N.T.A.: Art. 5 - 6 - 7)
	Zona di interesse archeologico (N.T.A.: Art. 5 - 6 - 7)		Area di tutela paesaggistica di interesse regionale e competenza provinciale (N.T.A.: Art. 5 - 6 - 7)
	Fiume, torrente e corso d'acqua vincolato (N.T.A.: Art. 5 - 6 - 7)		Area di tutela paesaggistica di interesse regionale e competenza degli enti locali (N.T.A.: Art. 5 - 6 - 7)
	Fiume, torrente e corso d'acqua parzialmente vincolato (N.T.A.: Art. 5 - 6 - 7)		Zona umida (N.T.A.: Art. 5 - 6 - 7)
	Area soggetta a vincolo idrogeologico (N.T.A.: Art. 5 - 6 - 7)		Centro storico maggiore (N.T.A.: Art. 8 - 9 - 10)
	Area soggetta a vincolo forestale (N.T.A.: Art. 5 - 6 - 7)		Centro storico minore (N.T.A.: Art. 8 - 9 - 10)
	Area protetta di interesse locale individuata dalla Regione (N.T.A.: Art. 5 - 6 - 7)	Tracciati storico-testimoniali:	
	Area protetta di interesse locale (N.T.A.: Art. 5 - 6 - 7)		Strada romana (N.T.A.: Art. 8 - 9 - 10)
	Classificazione del vincolo sismico (N.T.A.: Art. 5 - 6 - 7):		Strada statale Lombardo-Veneta (N.T.A.: Art. 8 - 9 - 10)
	Medio-alta		Area a pericolosità idraulica (PAI) (N.T.A.: Art. 5 - 6 - 7)
	Bassa		Area a pericolosità idrogeologica (PAI) (N.T.A.: Art. 5 - 6 - 7)
	Irrelevante		Zona Militare (N.T.A.: Art. 5 - 6 - 7)

Fig.11 – Estratto dal P.T.C.P. della provincia di Verona; Tavola dei Vincoli e Pianificazione

Vengono riportati di seguito alcuni estratti delle cartografie di progetto del Piano di Assetto Territoriale del Comune di San Bonifacio. Dalla cartografia dei vincoli sotto riportata (Fig.12) si evince che l'area interessata da indagine è compresa nella fascia di ricarica degli acquiferi.



LEGENDA



CONFINI COMUNALE

VINCOLI



VINCOLO PAESAGGISTICO  
DLgs 42/2004



VINCOLO PAESAGGISTICO  
DLgs 42/2004 - via alberati



VINCOLO PAESAGGISTICO  
DLgs 42/2004 - CORSI D'ACQUA



VINCOLO DESTINAZIONE FORESTALE  
art.15 LR 52/78  
VINCOLO PAESAGGISTICO  
DLgs 42/2004 - ZONE BOSCADE



VINCOLO MONUMENTALE  
DLgs 42/2004 - ambiti



VINCOLO MONUMENTALE  
DLgs 42/2004 - elementi puntuali



VINCOLO SISMICO  
ZONA 3 OPCM 3519/2006 e succ. mod. (intero territorio)

PIANIFICAZIONE DI LIVELLO SUPERIORE



STRADA ROMANA - STRADA STATALE LOMBARDO - VENETA



CENTRI STORICI (PRG vigente)



FASCIA DI RICARICA DEGLI ACQUIFERI

AREA A RISCHIO IDRAULICO E IDROGEOLOGICO IN RIFERIMENTO AL PAI

P1 Aree di pericolo moderato

P2 Aree di pericolo medio

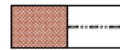
P3 Aree di pericolo elevato

P4 Aree di pericolo molto elevato

FASCE DI RISPETTO E ZONE DI TUTELA



IDROGRAFIA  
SERVITU' IDRAULICA RD 368/1904 e RD 523/1904



DISCARICHE/FASCE DI RISPETTO



DEPURATORE/FASCE DI RISPETTO



POZZI DI PRELIEVO PER USO IDROPOTABILE/FASCE DI RISPETTO  
DPR 236/1998



VIABILITA'/FASCE DI RISPETTO  
DLgs 285/1992



FERROVIA/FASCE DI RISPETTO  
DPR 753/1980



ALTA CAPACITA'/FASCE DI RISPETTO  
DPR 753/1980



ELETTRODOTTI  
LR 27/1993



GASDOTTI/FASCE DI RISPETTO  
DM 24/11/1984 e smi  
DM 17/04/2008



CIMITERI/FASCE DI RISPETTO  
TU leggi sanitarie - RD 1263/1934



IMPIANTI DI COMUNICAZIONE ELETTRONICA AD USO PUBBLICO



ALLEVAMENTI ZOOTECNICI INTENSIVI  
DPR 858/2012

Fig.12 - Estratto della "Carta dei Vincoli e della Pianificazione Territoriale" del P.A.T. del Comune di San Bonifacio (VR)

Di seguito si riporta uno stralcio della "Carta delle Fragilità" in cui si evince che l'area di interesse ricade in parte all'interno di una "Area Idonea a condizione IDR1" Area a deflusso difficoltoso/Area a periodico ristagno idrico. In tali aree, il PAT riconosce terreni di origine alluvionale che hanno mediamente in superficie caratteristiche geotecniche

scadenti con scarsa permeabilità e capacità di drenaggio. L'area risulta inoltre all'interno di aree soggette a dissesto idrogeologico quale "Area esondabile" (Fig.13).

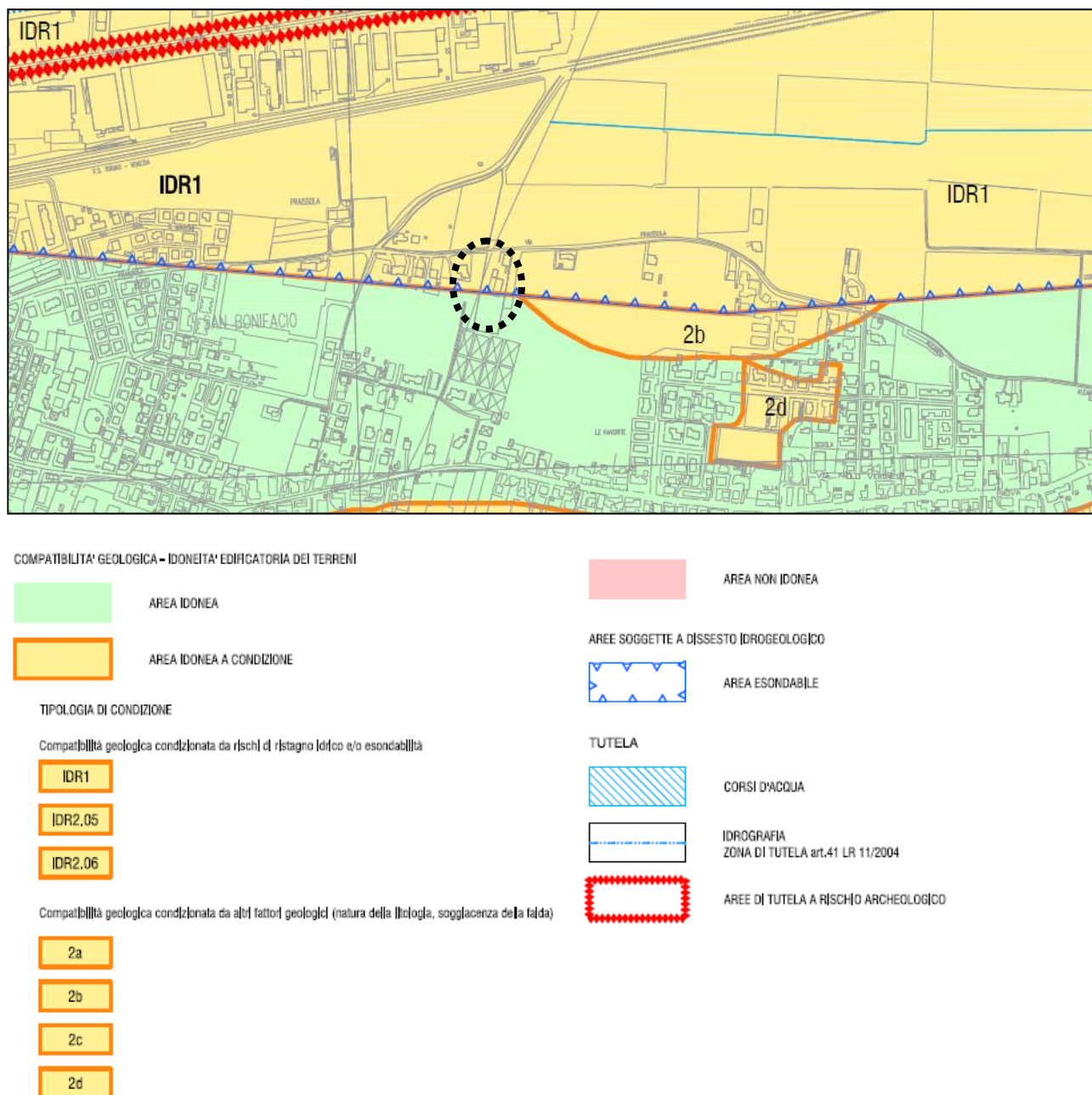
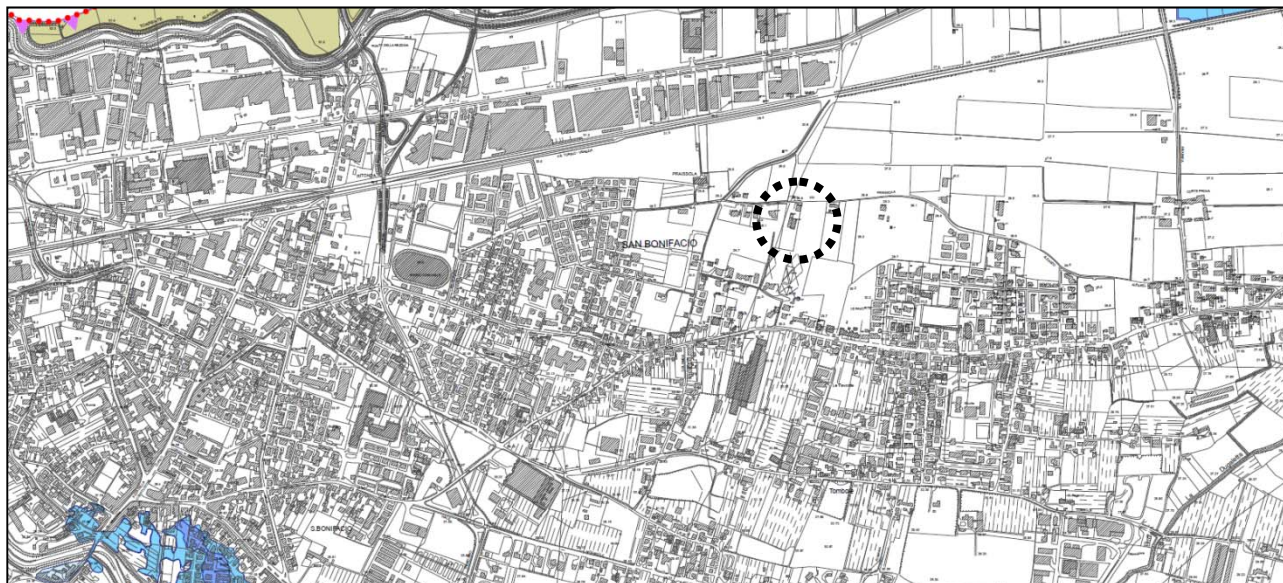


Fig.13 - Estratto della "Carta della Fragilità" del P.A.T. del Comune di San Bonifacio (VR)

Per definire più dettagliatamente le condizioni di pericolosità idraulica e idrogeologica della porzione territoriale in esame, si riporta uno stralcio della Carta dei Rischi Naturali del P.A.T.; il lotto in oggetto non ricade in aree di pericolosità idraulica.

In relazione a ciascuna cartografia sopra riportata, in merito alle prescrizioni previste, si rimanda agli articoli contenuti nei documenti operativi (N.T.O., N.T.A.) vigenti.





**Pericolosità Idraulica (Portate QTr30 anni; QTr100 anni; QTr200 anni)**

Piano stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico del bacino idrografico del fiume Adige - Regione del Veneto



Q Tr n = Portate del colmo di piena con tempo di ritorno (Tr) in anni (30, 100 e 200 anni);  
 h Tr n = altezza battente d'acqua associato alle portate del colmo di piena e relativo tempo di ritorno Tr in anni;  
 v Tr n = velocità in metri/secondo della corrente relativa alle portate con tempo di ritorno Tr in anni.

Fig.14 - Estratto della "Carta dei Rischi Naturali" del P.A.T. del Comune di San Bonifacio (VR)



### 3. MODELLO STRATIGRAFICO E IDROGEOLOGICO LOCALE

#### 3.1. Premesse

Al fine di fornire indicazioni sulle misure compensative volte a mantenere costante il coefficiente udometrico secondo il principio dell'invarianza idraulica, sono state svolte delle indagini geologiche, idrogeologiche e geomorfologiche per la caratterizzazione del sito e per la parametrizzazione di massima dei terreni interessati.

Per la caratterizzazione stratigrafica del sottosuolo sono state tenute in considerazione le prove geognostiche effettuate a corredo della relazione Geologica e Geotecnica per la realizzazione di un edificio residenziale nel lotto adiacente l'area in esame (**n°1 Prova Penetrometrica Statica (CPT)**, **n°1 Prova penetrometrica Dinamica Superpesante**, **n°1 Prospezione Sismica Passiva**) (Fig. 16 – Ubicazione prove in sito).

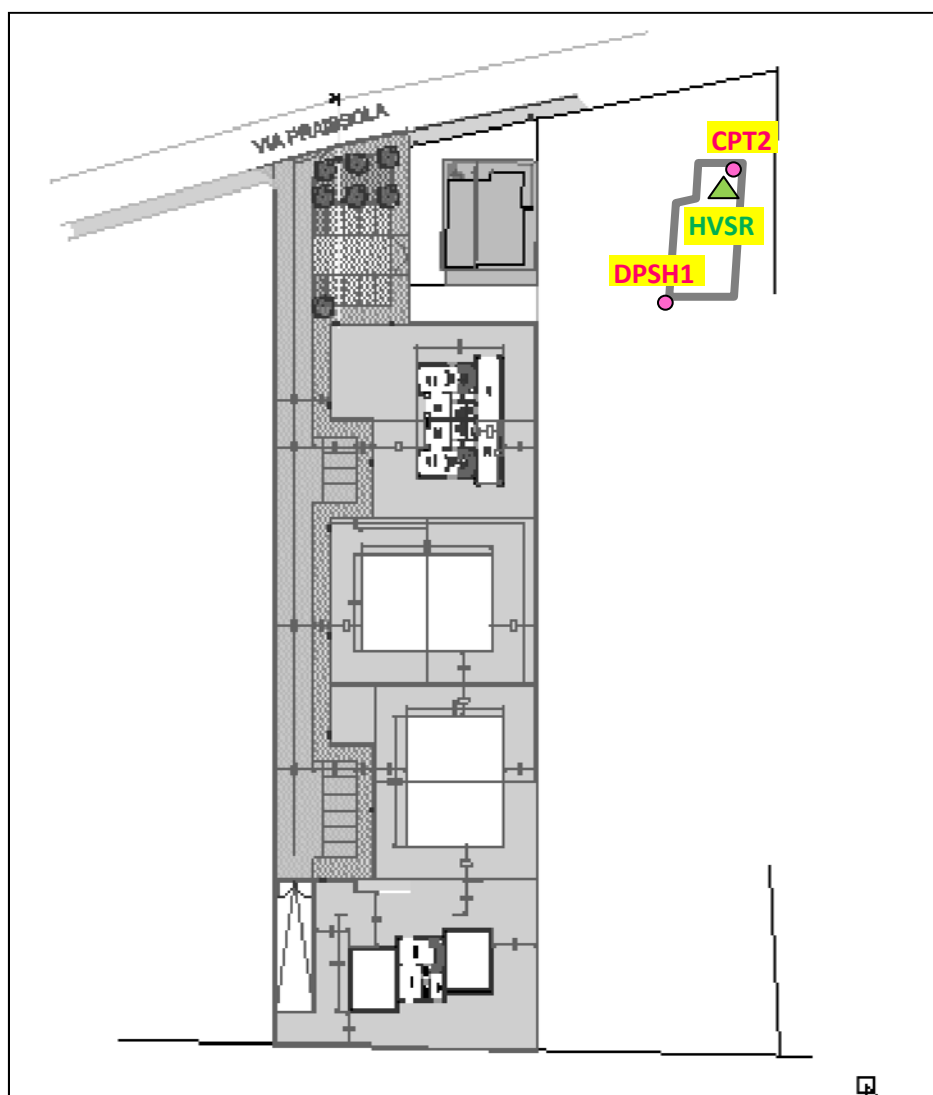


Fig.14 - Ubicazione prove in sito

### 3.2. Modello geologico e idrogeologico locali

Si precisa che per la stesura del presente documento sono stati utilizzati i risultati dell'indagine geologica e geotecnica redatta a servizio dell'edificio residenziale in progetto nel lotto adiacente al Piano di Lottizzazione in oggetto. Ne consegue che i contenuti della presente fanno diretto ed esplicito riferimento alla sopracitata relazione, di cui nel seguito è riassunto il paragrafo relativo alla situazione geologica ed idrogeologica del sito.

*La stratigrafia del terreno di fondazione della porzione in esame è stata ottenuta in maniera indiretta dall'interpretazione delle prove penetrometriche Statica (Cone Penetration Test - CPT) e Dinamica Superpesante (DPSH), spinte fino alla profondità massima di 15,0 m dal p.c., e più in profondità, dall'indagine di sismica passiva HVSR.*

*Dall'analisi dei diagrammi, è possibile constatare in corrispondenza delle prove effettuate una situazione stratigrafica globalmente disuniforme fino alla massima profondità indagata, in relazione alla distribuzione spaziale laterale, e disomogenea per quanto riguarda le caratteristiche geotecniche degli orizzonti individuati.*

*In corrispondenza di tutte le verticali indagate si è rilevato la presenza di livelli sabbiosi fino alla massima profondità indagata; in particolare, sono stati individuati livelli sabbiosi a vario grado di addensamento di spessore metrico. In corrispondenza della prova penetrometrica DPSH1 è stato individuato un livello sabbioso ad elevato grado di addensamento non presente in corrispondenza della CPT2.*

*Nello specifico, dall'analisi della stratigrafia ottenuta mediante lo studio dei diagrammi penetrometrici, è possibile individuare i seguenti orizzonti stratigrafici in corrispondenza dell'area di indagine, con profondità riferita alla quota del piano campagna locale:*

Profondità (m)		Litologia correlata	Orizzonte
DPSH1	CPT2		
0,0 - 0,8	0,0 - 3,2	Sabbia	A
0,8 - 6,4	3,2 - 11,2	Sabbia (addensata)	B
6,4 - 10,0	-	Sabbia (molto addensata)	
10,0/11,2 - 12,6		Sabbia (poco addensata)	
-	12,6 - 15,0	Sabbia (addensata)	

*Il modello geologico sopra riportato deve essere considerato indicativo mentre i singoli diagrammi penetrometrici illustrano le litologie presenti in corrispondenza delle verticali indagate.*

*Nei fori delle prove penetrometriche è stata rilevata la presenza della falda acquifera alla profondità minima di circa 3,0 m dal piano campagna locale (data misurazione: 19 ottobre 2018). Si ritiene che nei periodi particolarmente piovosi siano possibili temporanei innalzamenti del livello freatico.*

Il coefficiente di permeabilità  $K$ , o conducibilità idraulica, rappresenta il parametro che caratterizza un deposito dal punto di vista idrogeologico e può essere qualitativamente espresso come l'attitudine propria di un terreno a lasciarsi attraversare da un fluido.

Nei mezzi porosi la circolazione idrica sotterranea è garantita dall'interconnessione tra i pori, proprietà specifica di ogni deposito che dipende dalle sue caratteristiche geologiche (forma e dimensioni dei granuli, entità della compattazione dei terreni, grado di cementazione).

Nel caso in oggetto, i depositi alluvionali individuati nei primi metri di sottosuolo sono caratterizzati da sabbie.

Per una maggiore comprensione del fenomeno dal punto di vista quantitativo, si riporta di seguito una tabella che correla i coefficienti di permeabilità verticale con la granulometria del deposito.

$K$ (m/s)	1	$10^{-1}$	$10^{-2}$	$10^{-3}$	$10^{-4}$	$10^{-5}$	$10^{-6}$	$10^{-7}$	$10^{-8}$	$10^{-9}$	$10^{-10}$	$10^{-11}$
$K$ (cm/s)	10	1	$10^{-1}$	$10^{-2}$	$10^{-3}$	$10^{-4}$	$10^{-5}$	$10^{-6}$	$10^{-7}$	$10^{-8}$	$10^{-9}$	
Drenaggio	Buono					Povero			Praticamente impermeabile			
	Ghiaia pulita	Sabbia pulita e miscele di sabbia e ghiaia pulita				Sabbia fine, limi organici e inorganici, miscele di sabbia, limo e argilla, depositi di argilla stratificati			Terreni impermeabili, argille omogenee sotto la zona alterata dagli agenti atmosferici			

La tabella seguente invece riporta una classificazione del terreno dal punto di vista idrogeologico sulla base del valore numerico di  $K$ .

Grado di permeabilità	Valore di $K$	
	(m/s)	(cm/s)
<b>Alto</b>	$K > 10^{-3}$	$K > 10^{-1}$
<b>Medio</b>	$10^{-3} < K < 10^{-5}$	$10^{-1} < K < 10^{-3}$
<b>Basso</b>	$10^{-5} < K < 10^{-7}$	$10^{-3} < K < 10^{-5}$
<b>Molto basso</b>	$10^{-7} < K < 10^{-9}$	$10^{-5} < K < 10^{-7}$
<b>Impermeabile</b>	$K < 10^{-9}$	$K < 10^{-7}$

Vista la natura geologica dei depositi dell'Orizzonte A, si assume cautelativamente per un coefficiente di permeabilità pari a  $K = 10^{-5} \text{ m/s} = 10^{-3} \text{ cm/s}$  corrispondente ad un valore di **permeabilità medio**.

## **4. PARAMETRI IDROLOGICI ED IDRAULICI**

### **4.1. Premessa**

Il calcolo della portata di pioggia passa attraverso tre fondamentali stadi processuali: determinazione dell'afflusso meteorico "lordo", determinazione dell'afflusso meteorico "netto" e la trasformazione degli afflussi in deflussi. Per quanto riguarda il principio dell'invarianza idraulica in linea generale le misure compensative sono da individuare nella predisposizione di volumi di invaso che consentano la laminazione delle piene.

L'area in oggetto è occupata da un capannone, da un piazzale asfaltato mentre la restante porzione dell'ambito è occupata da un piazzale in ghiaia. Gli interventi in progetto prevedono la realizzazione di edifici residenziali con relative pertinenze, strada di accesso e spazi comuni in un'area attualmente occupata da attività artigianali. L'estensione totale dell'ambito in oggetto è di 5.132 mq.

Considerando quindi l'attuale assetto dell'area occupata da piazzali ed edifici artigianali afferenti all'attività presente nell'area, nonché la presenza di aree verdi nello stato futuro, si desume che l'intervento di progetto, per quanto riguarda il grado di impermeabilizzazione, risulta migliorativo (v. Par. 4.5).

Al fine di migliorare l'assetto idraulico del territorio su cui insiste l'area oggetto della presente si prevede comunque la progettazione e la realizzazione di opere di laminazione delle acque meteoriche, come descritto nei paragrafi a seguire.

### **4.2. Tempo di ritorno**

Il tempo di ritorno rappresenta uno dei parametri fondamentali per il dimensionamento delle opere idrauliche. Tale parametro esprime il numero medio di anni necessari perché un dato evento si verifichi; rappresenta l'intervallo medio di tempo che statisticamente intercorre affinché un evento di determinata intensità venga uguagliato o superato.

La normativa regionale ha dato indicazioni precise per quanto riguarda l'assunzione del tempo di ritorno per il dimensionamento dei volumi efficaci di laminazione; in particolare, nelle modalità operative del D.G.R. del Veneto n°2948 del 2009 "Valutazione di compatibilità idraulica per la redazione degli strumenti urbanistici - Modalità operative ed indicazioni tecniche" stabilisce che Il tempo di ritorno cui fare riferimento, al quale quindi si fa riferimento anche in questo studio, è pari a 50 anni.

### **4.3. Curve di possibilità pluviometrica**

Per la determinazione delle curve di probabilità pluviometrica ci si basa sull'analisi delle curve di frequenza cumulata, costruite per le serie storiche dei massimi annuali delle piogge di durata 15 min, 30 min, 1, 3, 6, 12 e 24 ore registrate nella stazione pluviografica più vicina al sito di indagine, adattando a ciascuna di esse, attraverso la stima dei parametri, un predefinito modello probabilistico. Dalle curve di frequenza, fissato il tempo di ritorno  $T_r$  (tipicamente 50 e 100 anni) e per ogni durata  $t$  è possibile, quindi, ricavare il valore  $h_{t,T_r}$ . I valori così determinati vengono riportati su un diagramma  $(h, t)$  ed interpolati mediante delle curve caratterizzate dall'espressione  $h_t = a t^n$ .



Essa fornisce l'altezza di precipitazione in millimetri per una assegnata durata  $t$  in ore e per un tempo di ritorno  $T_r$ , esprime quindi la relazione esistente tra l'altezza  $h$  delle precipitazioni e le loro durate  $t$ . I coefficienti  $a$  e  $n$  risultano costanti per la località dove sono state effettuate le misure pluviometriche considerate.

Nel caso specifico, sono stati utilizzati i valori di  $a$  ed  $n$  calcolati per il territorio in esame nella relazione di Compatibilità Idraulica del Piano di Assetto Territoriale di San Bonifacio. In tale studio, i coefficienti di equazione pluviometrica sono stati desunti da precipitazioni orarie con elaborazioni statistiche, relative alle precipitazioni massime annue i dati relativi alle massime precipitazioni annue, dati pubblicati negli Annali Idrologici e dal Dipartimento Regionale Sicurezza del Territorio dell'agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto.

Elaborando questi nuovi valori statistici di pioggia è stata definita la curva di possibilità pluviometrica utile alla definizione dei volumi di invaso da riservare alla laminazione delle portate di piena.

Coefficienti di equazione pluviometrica		
PRECIPITAZIONI ORARIE		
$t_r$	$a$	$n$
50	96,995	0,132

Per ciascun tempo di ritorno si è quindi provveduto a calcolare l'equazione pluviometrica mediante interpolazione; i risultati forniscono i valori di  $a$  e  $n$  dell'equazione  $h_t = a t^n$ .

L'equazione di possibilità pluviometrica, nel caso di piogge orarie, corrisponde quindi a:

$$h = 96,995 t^{0,132} \text{ (mm)}$$

con un'intensità media di precipitazioni pari a:

$$j = 96,995 t^{(0,132-1)} \text{ (mm/h)}$$

#### 4.4. Determinazione dell'afflusso meteorico netto

La portata meteorica "lorda"  $Q_l(t)$  che affluisce ad un bacino di superficie  $S$  durante un evento con intensità  $j(t)$  risulta  $Q_l(t) = j(t)S$ . La portata meteorica "netta"  $Q(t)$  che affluisce alla rete di smaltimento è tuttavia inferiore perché una parte dell'acqua evapora, viene intercettata o trattenuta dal suolo, riempie piccole cavità e soprattutto penetra per infiltrazione nel terreno. Per quantificare quantitativamente le perdite si utilizza il cosiddetto coefficiente di afflusso  $\phi$  (detto anche di assorbimento), che varia da 0 a 1: il valore 0 idealmente caratterizza una superficie infinitamente permeabile che non permette il deflusso superficiale, il valore unitario rappresenta la situazione di superficie impermeabile in cui l'infiltrazione è nulla.

Di seguito si riportano i coefficienti di deflusso previsti dalla DGR. 2948/2009.

Superficie scolante	$\phi$
Aree agricole	0,10
Aree verdi	0,20
Superfici semipermeabili (grigliati drenanti, strade in terra battuta e stabilizzato)	0,60
Superfici impermeabili (coperture, viabilità)	0,90

Nel caso in esame, prendendo spunto da quanto riportato in bibliografia, per l'intervento si sono prese in considerazione le due configurazioni, attuale e di progetto, sulla base delle indicazioni fornite dal Progettista, assegnando ad ogni tipo di superficie un idoneo coefficiente di deflusso.

Si è proceduto quindi calcolando il coefficiente di deflusso equivalente, ovvero un coefficiente di afflusso calcolato come media ponderata sulle aree:

$$\phi = \frac{\sum_{i=1}^n \phi_i S_i}{S_{tot}}$$

Si precisa che, nel caso in oggetto, sono state considerate le superfici trasformate nell'area di interesse, come di seguito specificato nella tabella; svolgendo i calcoli si ottengono quindi due coefficienti, uno valido per lo stato attuale e uno per lo stato di progetto.

#### Stato pre-interventi

DESCRIZIONE	S (m <sup>2</sup> )	φ
Area pavimentata	2290	0,90
Area semipermeabile (piazzale in ghiaia)	2842	0,60
<b>TOT</b>	<b>5132</b>	<b>0,62</b>

#### Stato di progetto

DESCRIZIONE	S (m <sup>2</sup> )	φ
Coperture edifici in progetto	1500	0,90
Area a verde	2198	0,20
Passaggi pedonali	417	0,90
Parcheggi semipermeabili	173	0,60
Strada di accesso	844	0,90
<b>TOT</b>	<b>5132</b>	<b>0,59</b>

Il valore del coefficiente di afflusso relativo allo stato di progetto, minore di quello relativo allo stato pre-interventi, indica che la superficie impermeabile è diminuita rispetto a quella relativa alla configurazione attuale, che risulta quindi migliorativa; al fine di diminuire i deflussi dall'area in oggetto rispetto alla situazione attuale, migliorando così l'assetto idraulico del territorio, si prevede la realizzazione di opere di laminazione delle acque meteoriche afferenti l'area oggetto della presente. Alla luce di quanto descritto si considera la superficie effettiva che sarà impermeabilizzata (coperture e viabilità impermeabili), pari a **2.761 mq**.

#### **4.5. Trasformazione afflussi in deflussi**

Per ridurre la complessità dei calcoli necessari alla definizione dell'intera onda di piena, sono stati sviluppati metodi semplificati, che si basano su ietogrammi di progetto ad intensità costante per la durata  $\tau$  dell'evento, correlati a coefficienti di afflusso  $\phi$  parimenti costanti durante l'evento di data durata, in modo tale da ottenere portate di afflusso nette costanti nel tempo.

Nello specifico si è fatto riferimento al *Metodo della Corrivazione* (o metodo cinematico lineare) si basa sulle considerazioni che:

- gocce di pioggia cadute contemporaneamente in punti diversi del bacino impiegano tempi diversi per arrivare sulla sezione di chiusura;
- esiste un tempo di corrivazione  $t_c$  caratteristico del bacino che rappresenta il tempo necessario perché la goccia caduta nel punto idraulicamente più lontano del bacino raggiunga la sezione di chiusura.

La formula che ne individua la portata è:

$$Q = \frac{h\phi S}{\tau} = j\phi S$$

con la portata massima che si verifica per un tempo di pioggia pari al tempo di corrivazione, quando cioè tutto il bacino ha contribuito alla formazione della stessa.

Per determinare il tempo di corrivazione  $t_c$  dello stato di progetto si è utilizzata la formulazione per cui  $t_c = t_a + t_r$ , dove:  $t_c$  = tempo di corrivazione,  $t_a$  = tempo di accesso alla rete;  $t_r$  = tempo di rete.

Calcolato con la formulazione prevista da Mambretti e Paoletti 1997 (*Il metodo del condotto equivalente nella simulazione del deflusso superficiale in ambiente urbano*), CSDU) e valida per sottobacini fino a 10 ettari, il tempo di accesso può essere espresso come segue:

$$t_a = (3600^{(1-n)/4} * 0,5 li) / (si^{0,375} (a\phi si)^{0,25})^{4/(n+3)}$$

Con:  $t_a$  = tempo di accesso (s)  
 $li$  = massima lunghezza del deflusso del bacino (m) stimata pari a  $li = 19,1 (100 * Si)^{0,548}$   
 $si$  = pendenza del bacino (m/m)  
 $\phi$  = coefficiente di deflusso del bacino  
 $Si$  = superficie di deflusso del bacino (ha)  
 $a, n$  = coefficienti dell'equazione di possibilità pluviometrica

Il tempo di rete sarà dato dai tempi di percorrenza di ogni singola canalizzazione seguendo il percorso più lungo della rete alla velocità della corrente, moltiplicato per un coefficiente correttivo pari a 1,5 (Becciu, et alii, 1997) quindi  $t_r = Li / 1,5 * V_i$ .

Superficie (mq)	Si (ha)	li (m)	phi	si	a	n	Ta (s)	Vi(m/s)	Tr (s)	Tc (s)	Tc (ore)
5132	0, 5132	165,3	0,59	0,003	96,995	0,132	231	0,1	11	242	0,07

Si stima per l'intervento di progetto un tempo di corrivazione di circa 4 minuti.

Di seguito, in ragione delle variazioni di permeabilità delle aree interessate dagli interventi di edificazione, quindi dei relativi coefficienti di deflusso si sono confrontate le portate orarie e relativi coefficienti udometrici "u" che affluiscono alla rete idrografica nella situazione prima degli interventi, con quelli che affluiscono nella situazione di progetto.

PORTATE ORARIE E COEFFICIENTI UDOMETRICI CON TR= 50 ANNI PER PRECIPITAZIONI DI DURATA ORARIA				
Superficie S (mq)	u "attuale" (l/s ha)	u "progetto" (l/s ha)	Portata "attuale" (l/s)	Portata "progetto" (l/s)
5132	167	159	86	82

## 5. MITIGAZIONE DELL'IMPATTO IDRAULICO

### 5.1. Calcolo dei volumi d'invaso temporaneo

Per ottemperare alle finalità di uno studio di compatibilità idraulica è necessario prevedere dei volumi di accumulo superficiali o interrati in grado di invasare temporaneamente le maggiori quantità d'acqua derivanti dall'incremento dell'impermeabilizzazione delle aree; nel caso in oggetto gli interventi risultano migliorativi rispetto alla configurazione attuale. Al fine di migliorare l'assetto idraulico si prevede comunque la progettazione e la realizzazione di opere di laminazione delle acque meteoriche afferenti l'intera area oggetto della presente; i calcoli dei volumi che saranno invasati sono stati condotti considerando l'effettiva superficie che risulta impermeabile nello stato di progetto e pari a 2761 mq.

Il predimensionamento dei volumi di accumulo e le verifiche idrauliche, sono state condotte utilizzando il *modello delle sole piogge*, che si basa sul confronto tra la curva cumulata delle portate entranti e quella delle portate uscenti ipotizzando che sia trascurabile l'effetto della trasformazione afflussi-deflussi operata dal bacino e dalla rete drenante.

Di seguito è stata indicata la sintesi del calcolo dei volumi d'invaso che utilizzano un tempo di ritorno di 50 anni.

T(h)	H(mm)	J(mm/h)	Qp(l/s)	Qd(l/s)	Vp(mc)	Vd(mc)	DV(mc)
0.10	71.622	716.22	324.09	1.38	116.67	0.50	116.17
0.20	78.468	392.34	177.53	1.38	127.82	0.99	126.83
0.30	82.773	275.91	124.85	1.38	134.84	1.49	133.35
0.40	85.969	214.92	97.25	1.38	140.04	1.99	138.05
0.50	88.533	177.07	80.12	1.38	144.22	2.48	141.73
0.60	90.684	151.14	68.39	1.38	147.72	2.98	144.74
0.70	92.544	132.21	59.82	1.38	150.75	3.48	147.27
0.80	94.186	117.73	53.27	1.38	153.43	3.98	149.45
0.90	95.658	106.29	48.09	1.38	155.83	4.47	151.35
1.00	96.995	97.00	43.89	1.38	158.00	4.97	153.03
2.00	106.266	53.13	24.04	1.38	173.11	9.94	163.17
3.00	112.095	37.37	16.91	1.38	182.60	14.91	167.69
4.00	116.423	29.11	13.17	1.38	189.65	19.88	169.77
5.00	119.896	23.98	10.85	1.38	195.31	24.85	170.46
6.00	122.809	20.47	9.26	1.38	200.05	29.82	170.24
7.00	125.328	17.90	8.10	1.38	204.16	34.79	169.37
8.00	127.552	15.94	7.21	1.38	207.78	39.76	168.02
9.00	129.546	14.39	6.51	1.38	211.03	44.73	166.30
10.00	131.356	13.14	5.94	1.38	213.98	49.70	164.28

T(h) = tempo di pioggia  
H = Altezza di pioggia  
J = Intensità di pioggia  
Qp = Portata di progetto

Qd = Portata di deflusso  
Vp = Volume di progetto  
Vd = Volume defluito  
ΔV = Volume da invasare

Per lo studio in oggetto si è calcolato, per il tempo di precipitazione considerato, il volume d'acqua affluito alla sezione di chiusura accumulato con portata in uscita stabilita e successivamente quello della configurazione di progetto, la differenza tra le due quantità rappresenta il volume che risulta necessario invasare temporaneamente. Nella modellizzazione considerata si ipotizza di concentrare i volumi d'acqua da invasare in corrispondenza della sezione di



uscita del bacino. Il sistema determina in funzione di una serie di eventi critici considerati (scansione temporale ponderata tra le piogge di varia durata) e della portata di deflusso (posta pari a 5 l/s\*ha):

- altezza di pioggia di durata oraria con  $T_r=50$  anni
- portata di pioggia ( $Q_p$ ) alla sezione di chiusura calcolata con il *metodo cinematico*
- portata di deflusso ( $Q_d$ )
- volume di pioggia ( $V_p=Q_p \cdot T_{\text{pioggia}}$ )
- volume di pioggia defluito nella rete idrografica ( $V_d=Q_d \cdot T_{\text{pioggia}}$ )
- volume d'invaso temporaneo ( $\Delta V=V_p-V_d$ )

Il volume minimo che risulterà necessario invasare sarà quindi uguale a **170 mc**, che se rapportati alla effettiva superficie impermeabilizzata, determinano un volume specifico pari a circa **616 m<sup>3</sup>/ha**.

## 5.2. Interventi di mitigazione

Lo scopo fondamentale del presente Studio di Compatibilità idraulica è quello di valutare le possibili alterazioni del regime idraulico che le nuove destinazioni o trasformazioni di uso del suolo possono venire a determinare.

In ragione di quanto fin qui esposto, è necessario prevedere degli interventi di mitigazione idraulica aventi lo scopo di gestire i volumi di vaso meteorici che vanno a gravare sull'attuale rete idrografica; in relazione al caso in oggetto, l'opera di mitigazione prevista è rappresentata dal sovradimensionamento delle tubazioni:

VOLUMI DA INVASARE	OPERA DI MITIGAZIONE	DIMENSIONAMENTO	SCARICO
170 mc	Sovradimensionamento delle tubazioni	n.2 tubazioni appaiate $\varnothing = 1000$ e $L = 110$ m	Rete Via Praissola

Tale opera di mitigazione è stata individuata tenendo in considerazione la situazione logistica dell'intervento, in particolare si è tenuto conto:

- ❑ degli spazi a disposizione per la realizzazione delle opere;
- ❑ della presenza di falda idrica alla profondità minima di circa 2,00 m dal p.c., relativamente profonda tale da permettere l'installazione di manufatti fino alla profondità massima di 1,5 m dal p.c.;
- ❑ dalla presenza della rete lungo Via Praissola (ricettore finale) nella quale riversare gli afflussi pluviometrici invasati e dove attualmente si riversano gli afflussi dell'area.

La limitazione della portata scaricata nella rete dovrà essere garantita dalla predisposizione di un idoneo manufatto.

### **5.3. Indicazione per la manutenzione del sistema di raccolta**

Per corretto funzionamento dei sistemi di mitigazione delle acque descritti precedentemente, si indica la necessità di eseguire controlli periodici atti a verificare il mantenimento delle buone condizioni di funzionamento degli stessi, al fine di consentire l'eventuale intervento tempestivo in caso di mal funzionamento.

Il Piano di Manutenzione dovrà essere redatto dettagliatamente in sede di progettazione esecutiva; si forniscono alcune indicazioni generali circa la manutenzione necessaria a ciascuna delle parti che costituiscono il sistema descritto:

#### **Condotte e pozzetti**

Sarà necessaria la verifica di tenuta e conservazione sia dei pozzetti di ispezione sia delle caditoie, oltre che delle condotte; in generale, gli standard realizzativi prevedono che gli allacciamenti alle griglie e caditoie dei piazzali per la raccolta delle acque meteoriche siano realizzati contemporaneamente alla realizzazione delle condotte e convogliati preferibilmente alle camerette d'ispezione evitando, per quanto possibile, l'effettuazione di fori direttamente nella condotta. Qualora vi sia necessità di forare la condotta, dovrà essere utilizzata apposita macchina carotatrice praticando il foro sulla testa del tubo.

Le anomalie che più frequentemente si possono manifestare in questi sistemi di raccolta delle acque bianche sono rappresentate da:

- corrosione, delle tubazioni di adduzione con evidenti segni di decadimento delle stesse evidenziato con crepe e piccole spaccature nel cemento;
- difetto ai raccordi o alle connessioni, perdite di fluido in prossimità i raccordi dovute a errori o sconnessioni delle giunzioni;
- erosione del suolo e all'esterno dei tubi che è solitamente causata dall'infiltrazione della terra.
- penetrazioni di radici all'interno dei condotti che provocano intasamento del sistema;
- sedimentazione, accumulo di depositi minerali sul fondo dei condotti che può causare l'intasamento;
- difetti dei chiusini, rottura delle piastre di copertura dei pozzetti o chiusini difettosi, chiusini rotti, incrinati, mal posati o sporgenti;
- intasamento, incrostazioni o otturazioni delle griglie dei pozzetti dovute ad accumuli di materiale di risulta quali fogliame, vegetazione, ecc.

In relazione alla manutenzione delle condotte, l'attività principale consiste sia nell'espurgo delle stesse, necessario a mantenere sgombra la sezione idraulica dal deposito dei materiali di sedimentazione sul fondo delle tubazioni, sia nella pulizia delle griglie e caditoie da foglie, rifiuti solidi e depositi sabbiosi nelle canalette e nei pozzetti sifonati; tali operazioni dovranno essere eseguite mediante l'impiego di apposita apparecchiatura, eseguendo gli stessi su ogni tratto di condotta compreso tra due pozzetti d'ispezione iniziando da quello di valle e risalendo a monte lungo tutto il percorso dell'intero collettore. I rifiuti asportati durante le operazioni sia di espurgo che della pulizia di griglie e

caditoie dovranno essere trasportati e conferiti presso impianti e/o discariche autorizzate allo smaltimento degli stessi nel pieno rispetto delle normative vigenti in materia.

Sarà inoltre necessario verificare ed eventualmente ripristinare la complanarità dei chiusini con la pavimentazione contigua al fine di evitare la formazione di elementi che costituiscano pericolo per la fruizione delle sedi viarie e pedonali.

Riassumendo sinteticamente la manutenzione dell'opera consiste principalmente in:

- Pulizia ed asportazione dei materiali da griglie e caditoie;
- Pulizia ed espurgo dei materiali dalle condotte di deflusso delle acque;
- Riparazione e/o sostituzione dei pozzetti di ispezione sulla condotta principale;
- Riparazione e/o sostituzione dei canali porta griglie e dei pozzetti sifonati a supporto delle caditoie stradali;
- Verifica costante, manutenzione e/o sostituzione dei manufatti (chiusini e griglie) che a causa del traffico pesante, o assestamenti del sottofondo risultino instabili o danneggiati.

## 6. CONCLUSIONI

Al fine di utilizzare al meglio le superfici di progetto senza perturbare l'attuale assetto idraulico ed idrogeologico, anzi migliorando le condizioni di deflusso in riferimento alla situazione attuale, sono state proposte le seguenti opere:

- MISURA MITIGATORIA: realizzazione di condotte sovradimensionate in grado di stoccare temporaneamente un volume d'acqua minimo di **170 mc**, pari ai **616 mc/ha**;
- SCARICO: acque coltate attraverso tubazioni di scarico in rete fognaria, previa autorizzazione dell'ente gestore, con deflusso pari a 5 l/s ettaro.

Si precisa che per quanto riguarda gli aspetti qualitativi si dovrà fare riferimento a quanto disposto all'art.39 comma 5 del *Piano di Tutela delle Acque Approvato con la Deliberazione del Consiglio Regionale della Regione Veneto N. 107 del 5 novembre 2009*, e alla *D.G.R. del Veneto n°80 del 27/01/2011 "Norme Tecniche di attuazione del Piano di Tutela delle Acque – Linee guida Applicative"*.

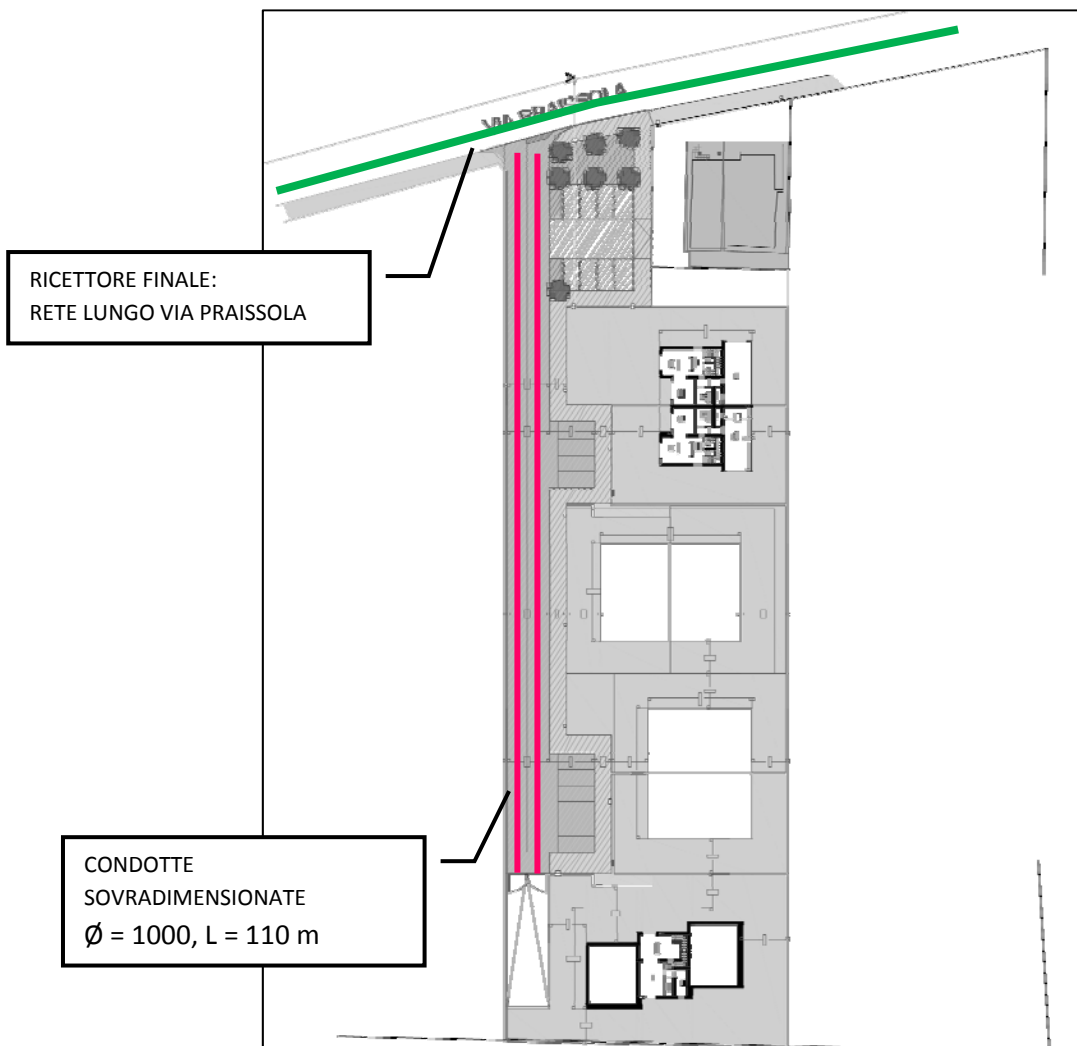
Si ritiene che il dimensionamento degli interventi di mitigazione indicato garantisca un sufficiente volume di invaso, tale da non perturbare l'attuale assetto idraulico e idrogeologico dell'area.

San Bonifacio, dicembre 2018

Dr. Geol. Federico Masini

**ALLEGATI FUORI TESTO:**

- *Schema delle opere*
- *Calcoli dei volumi di invaso*





Calcolo delle precipitazioni e dei volumi di invaso temporanei

DATI PROGETTO

Superf. =	2761	mq =	0.276	ha
Coeff. defl. attuale =			0.62	
Coeff. defl. prog. =			0.59	
Tr =			50	anni

a (t > 1 ora)  
n (t > 1 ora)

96.995  
0.132

LEGENDA

T(h) = tempo di pioggia (ore)  
H = atezza di pioggia (mm)  
J = intensità di pioggia = J(x) = h(x)/t  
Qp = portata di progetto  
Qd = portata di deflusso stimata  
Vp = volume di progetto (Qp\*T(h))  
Vd = volume defluito (Qd\*T(h))  
ΔV=volume da invasare (ΔV = Vp - Vd)

T(h)	H(mm)	J(mm/h)	Qp(l/s)	Qd(l/s)	Vp(mc)	Vd(mc)	DV(mc)
0.10	71.622	716.22	324.09	1.38	116.67	0.50	116.17
0.20	78.468	392.34	177.53	1.38	127.82	0.99	126.83
0.30	82.773	275.91	124.85	1.38	134.84	1.49	133.35
0.40	85.969	214.92	97.25	1.38	140.04	1.99	138.05
0.50	88.533	177.07	80.12	1.38	144.22	2.48	141.73
0.60	90.684	151.14	68.39	1.38	147.72	2.98	144.74
0.70	92.544	132.21	59.82	1.38	150.75	3.48	147.27
0.80	94.186	117.73	53.27	1.38	153.43	3.98	149.45
0.90	95.658	106.29	48.09	1.38	155.83	4.47	151.35
1.00	96.995	97.00	43.89	1.38	158.00	4.97	153.03
2.00	106.266	53.13	24.04	1.38	173.11	9.94	163.17
3.00	112.095	37.37	16.91	1.38	182.60	14.91	167.69
4.00	116.423	29.11	13.17	1.38	189.65	19.88	169.77
5.00	119.896	23.98	10.85	1.38	195.31	24.85	170.46
6.00	122.809	20.47	9.26	1.38	200.05	29.82	170.24
7.00	125.328	17.90	8.10	1.38	204.16	34.79	169.37
8.00	127.552	15.94	7.21	1.38	207.78	39.76	168.02
9.00	129.546	14.39	6.51	1.38	211.03	44.73	166.30
10.00	131.356	13.14	5.94	1.38	213.98	49.70	164.28
11.00	133.015	12.09	5.47	1.38	216.68	54.67	162.01
12.00	134.548	11.21	5.07	1.38	219.18	59.64	159.54
13.00	135.974	10.46	4.73	1.38	221.50	64.61	156.89
14.00	137.308	9.81	4.44	1.38	223.67	69.58	154.10
15.00	138.561	9.24	4.18	1.38	225.71	74.55	151.17
16.00	139.744	8.73	3.95	1.38	227.64	79.52	148.12
17.00	140.864	8.29	3.75	1.38	229.47	84.49	144.98

Calcolo delle precipitazioni

