

## INDICE

1. PREMESSA .....	3
2. FASE CONOSCITIVA .....	4
2.1    Progetto di Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino idrografico del fiume Brenta - Bacchiglione .....	4
2.2    Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale .....	4
2.3    Piano Provinciale di Emergenza .....	5
3. CARATTERISTICHE DEL TERRITORIO COMUNALE .....	6
4. CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE E GEOLITOLOGICHE .....	7
4.1    Geomorfologia del territorio .....	7
4.2    Geolitologia del territorio .....	9
5. CARATTERISTICHE IDROGRAFICHE ED IDROGEOLOGICHE .....	12
5.1    Caratteristiche idrografiche .....	12
5.2    Caratteristiche idrogeologiche .....	12
6. PERMEABILITÀ DEI TERRENI SUPERFICIALI .....	14
7. VULNERABILITÀ IDRAULICA .....	16
7.1    A.T.O. 1B.1 .....	17
7.2    A.T.O. 1B.2 .....	17
7.3    A.T.O. 1B.3 .....	17
7.4    A.T.O. 1B.4 .....	18
7.5    A.T.O. 1B.5 .....	18
7.6    A.T.O. 2B.1 .....	18
7.7    Riepilogo della vulnerabilità idraulica nelle aree d'intervento .....	19
8. COMPATIBILITÀ IDRAULICA .....	21
8.1    Pluviometria .....	21
8.1.1    Determinazione della curva di possibilità climatica .....	22
8.1.2    Ragguaglio delle piogge all'Area .....	25
8.2    Stima dei carichi idraulici prodotti dalle nuove previsioni urbanistiche .....	26
8.2.1    Metodo cinematico .....	28
8.2.2    Metodo dell'invaso .....	30
8.2.3    Riepilogo per singola ATO dei carichi idraulici prodotti dalle nuove previsioni urbanistiche da raccogliere negli accumuli di mitigazione .....	31
8.3    Tecniche di smaltimento nel suolo .....	32
8.3.1    Pavimentazioni permeabili .....	33
8.3.2    Caditoie filtranti .....	33
8.3.3    Cunette filtranti .....	34

8.3.4	Pozzetti disperdenti.....	35
8.3.5	Bacini d'infiltrazione .....	36
8.3.6	Pozzi d'infiltrazione.....	36
8.3.7	Trincee drenanti .....	37
9.	RACCOMANDAZIONI PER L'ATTUAZIONE DEGLI INTERVENTI.....	40
	appendice .....	43

## 1. PREMESSA

La Regione Veneto ha introdotto, attraverso una serie di delibere oggi riassunte dalla vigente DGRV n° 1841 del 19/06/2007, la necessità di supportare le scelte di ogni strumento urbanistico, nuovo o variante al vigente, con una specifica “Valutazione di Compatibilità Idraulica” (VCI) e subordinando l’adozione di tali strumenti al parere del Genio Civile Regionale competente per territorio.

Lo scopo fondamentale della VCI è quello di far sì che le valutazioni urbanistiche, sin dalla fase della loro formazione, tengano conto dell’attitudine dei luoghi ad accogliere le nuove edificazioni, considerando le interferenze che queste hanno con i dissesti idraulici presenti e potenziali, nonché possibili alterazioni del regime idraulico conseguenti a cambi di destinazione o trasformazioni di uso del suolo. In sintesi lo studio idraulico deve verificare l’ammissibilità delle previsioni contenute nello strumento urbanistico, prospettando soluzioni corrette dal punto di vista dell’assetto idraulico del territorio.

Lo studio, nel caso di territori comunali ricadenti negli ambiti di competenza dei PAI, deve inoltre dimostrare la coerenza delle previsioni urbanistiche con le prescrizioni di tutela del piano.

Quanto detto, esplica la volontà di demandare ai Comuni, ed ai loro strumenti di pianificazione urbanistica, il compito di gestire gli interventi strutturali futuri, in conformità col principio di non immettere nel reticolo idrografico più acqua di quanto attualmente ne confluisca.

La valutazione deve essere riferita a tutta l’area interessata dallo strumento urbanistico, ovvero l’intero territorio comunale. Ovviamente il grado di approfondimento e dettaglio della valutazione dovrà essere rapportato all’entità ed alla tipologia delle nuove previsioni urbanistiche (P.A.T., P.A.T.I. o P.I.); in particolare si dovranno analizzare le problematiche di carattere idraulico, individuare le zone di tutela e le fasce di rispetto ai fini idraulici ed idrogeologici, dettare specifiche discipline per non aggravare il livello di rischio esistente ed indicare tipologie d’intervento compensativo da adottare nell’attuazione delle previsioni urbanistiche.

Queste ultime verranno definite progressivamente ed in maggior dettaglio passando dalla pianificazione strutturale (P.A.T., P.A.T.I.) a quella operativa ed attuativa (P.I. o P.U.A.).

Nell’ambito del presente studio verranno fornite indicazioni per garantire sicurezza adeguata agli insediamenti previsti dal PAT, tenendo sempre conto dei criteri generali contenuti nel PAI dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Piave e Brenta-Bacchiglione, nel Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale e le indicazioni fornite dagli altri enti (Servizio Forestale, Protezione Civile, Alto Vicentino Servizi S.p.A.) aventi competenza territoriale nel Comune di Velo d’Astico.

## 2. FASE CONOSCITIVA

Vengono di seguito indicati gli strumenti urbanistici attualmente vigenti sul territorio comunale di Velo d'Astico finalizzati ad individuare le zone di vulnerabilità idraulica presenti e le relative norme di attuazione da seguire in fase di sviluppo urbanistico.

### 2.1 Progetto di Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino idrografico del fiume Brenta - Bacchiglione

Il Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) si configura come uno strumento che attraverso criteri, indirizzi e norme consente una riduzione del dissesto idrogeologico e del rischio connesso e che, proprio in quanto “piano stralcio”, si inserisce in maniera organica e funzionale nel processo di formazione del Piano di Bacino.

Il Piano intende (art. 2 n.t.a.) essenzialmente definire e programmare le azioni necessarie a conseguire un adeguato livello di sicurezza nel territorio del Bacino Brenta-Bacchiglione come anche avviare il recupero dell’ambiente naturale e la riqualificazione delle caratteristiche del territorio stesso.

Per quanto riguarda l’analisi delle criticità idrauliche, il piano contiene:

- individuazione delle aree vulnerabili per esondazione, frane o colate detritiche;
- la perimetrazione delle aree di pericolosità idraulica;
- la perimetrazione delle aree a rischio idraulico, da frana e da colata detritica;
- le opportune indicazioni relative a tipologia e programmazione preliminare degli interventi di mitigazione o eliminazione dei rischi;
- le norme di attuazione e le prescrizioni per le aree di pericolosità idraulica e per le aree a rischio da frana e da colata detritica.

Nei territori per i quali non è stata ancora adottata la cartografia di perimetrazione della pericolosità idraulica (art. 7 n.t.a.), in assenza di specifici progetti, valutazioni o studi approvati dai competenti organi statali o regionali, ovvero in assenza di specifiche previsioni contenute nel Piano regolatore vigente, sono considerate pericolose le aree che sono state soggette ad allagamento nel corso degli ultimi cento anni.

### 2.2 Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale

Il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (P.T.C.P.), formato secondo le disposizioni della normativa vigente e in particolare della L.R. Veneto 23 Aprile 2004 n. 11 “Norme per il governo del

territorio”, dell’art. 57 del D.lgs n. 112/1998 e dell’art. 20 del D.lgs n. 267/2000, definisce e disciplina l’assetto e l’uso del territorio Provinciale nel quadro di uno sviluppo socio – economico sostenibile e nel rispetto delle risorse culturali, naturalistiche ed ambientali. Il P.T.C.P. si configura come strumento di pianificazione e di programmazione diretto al coordinamento e al raccordo tra gli atti della programmazione territoriale regionale e gli strumenti urbanistici comunali.

Dal punto di vista della gestione dell’assetto idraulico, il presente Piano riporta le aree di pericolosità classificate e quindi perimetrati nell’ambito degli adottati Piani di Assetto Idrogeologico dell’Autorità di Bacino dei Fiumi Isonzo, Tagliamento, Piave e Brenta-Bacchiglione e dell’Autorità di Bacino del Fiume Adige. Per tali aree si richiamano quindi le norme e le misure di salvaguardia previste dai citati Piani.

Il Piano riporta inoltre le aree a rischio idraulico classificate e quindi perimetrati nell’ambito dell’adottato Piano Provinciale di Protezione Civile (2004) per le quali si richiamano le norme e le misure di salvaguardia previste dai Piani di Assetto Idrogeologico.

### **2.3 Piano Provinciale di Emergenza**

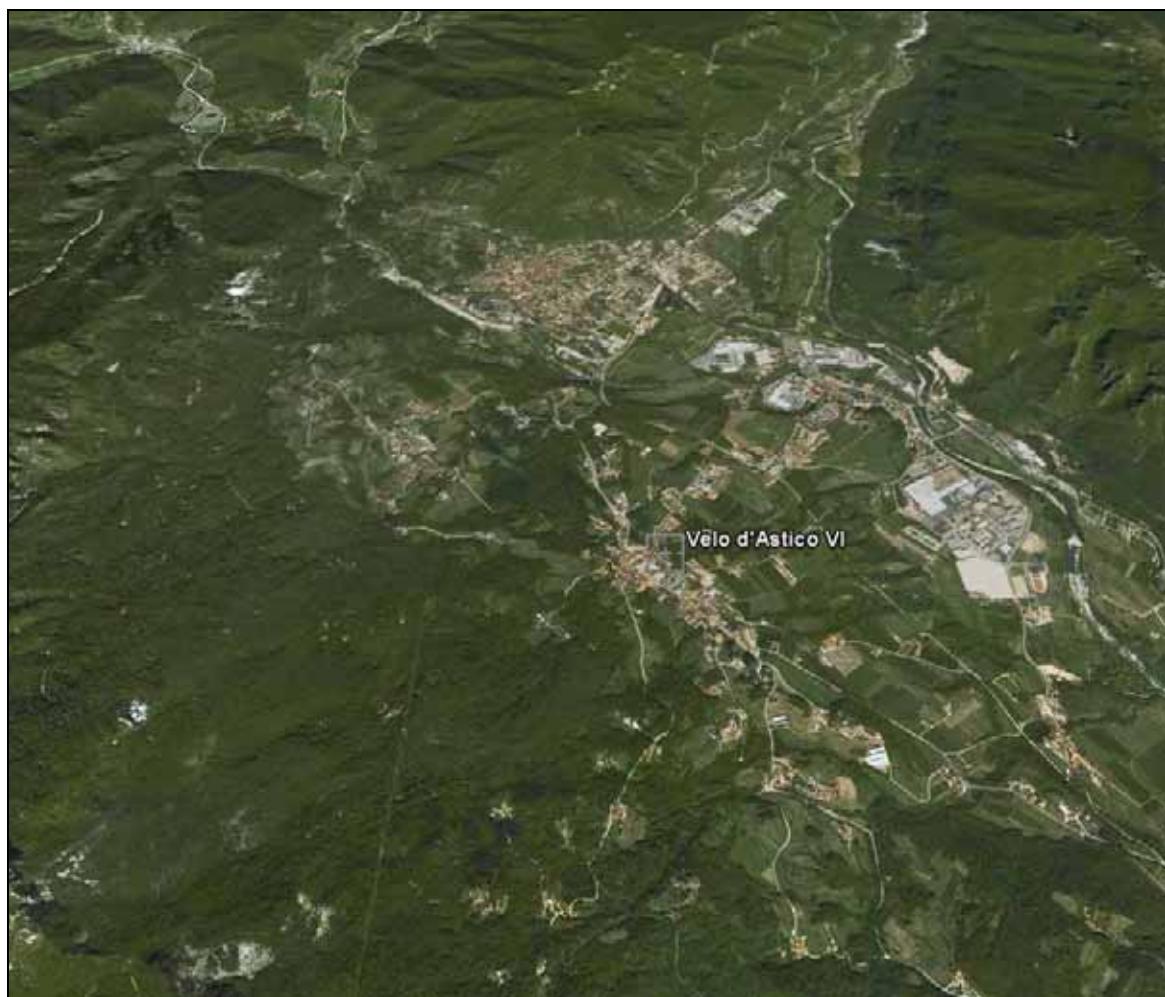
Il Piano Provinciale di Emergenza, approvato dal Consiglio Provinciale con delibera n. 18135/26 del 4 aprile, è uno strumento urbanistico che individua gli scenari di rischio e le relative risorse da utilizzare, identifica le modalità per la gestione di ogni emergenza individuata e il ripristino delle normali condizioni di vita.

Il Piano Provinciale di Emergenza è stato elaborato, in collaborazione con la società Risorse e Ambiente di Brescia, sulla base delle indicazioni espresse dal "Programma Provinciale di Previsione e Prevenzione dei Rischi" e dalle Linee Guida Regionali per la Predisposizione del Piano Provinciale di Emergenza redatte dalla Regione Veneto. Nelle aree individuate e perimetrati come soggette a rischio idraulico si richiamano le norme e prescrizioni dei Piani di Assetto Idrogeologico.

### 3. CARATTERISTICHE DEL TERRITORIO COMUNALE

Il territorio del Comune di Velo d'Astico occupa il vasto anfiteatro che si estende, nell'ampia e amena conca racchiusa fra i monti Summano (m. 1299), Novegno (m. 1552), Priaforà (m. 1654), Cimone (m. 1230), Cengio (m. 1351) e Paù (m. 1420), dalla destra dell'Astico e del Posina, confluenti a Seghe, alle estreme creste del Summano, del Novegno e del Priaforà. Qui la montagna si presenta incisa da valli e vallette, ora boscosa e ora nuda, quasi sempre impervia, ad eccezione dei Colletti Grande e Piccolo (m. 885 e m. 902), naturali punti di passaggio verso il Tretto.

Solo nella parte inferiore il territorio si fa via via meno ostile e più adatto all'uomo, fino ad addolcirsì nelle colline e nelle vaste zone pianeggianti del fondovalle.



**Figura 1.** Vista satellitare del Comune di Velo d'Astico.

## 4. CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE E GEOLITOLOGICHE

### 4.1 Geomorfologia del territorio

Le informazioni che seguono, relative ai caratteri geomorfologici, alla natura litologica e la distribuzione dei terreni affioranti sul territorio comunale, sono state ricavate dalla documentazione geologica prodotta per il PAT dal Geologo Andrea Bertolin.

Il territorio comunale si estende dal fondovalle dei torrenti Posina ed Astico, che costituiscono tutto il confine settentrionale, fino ai versanti nord-orientali del Gruppo del Monte Novegno, con le cime del M. Priaforà (m 1.650), Cima Alta (m 1.649), del M. Giove (m. 1.594), del M. Brazome (m. 1.266), fino a raggiungere verso est la cima del M. Summano (m. 1296), passando per il Passo Colletto Grande ad una quota di 885 m. L'assetto morfologico locale si caratterizza per la presenza di una estesa copertura quaternaria e da una dorsale montuosa arcuata che abbraccia l'intero territorio comunale.

Dal punto di vista geomorfologico il territorio comunale può essere suddiviso in cinque unità:

1. il fondovalle attuale
2. il fondovalle fluvio-glaciale
3. il rilievo morenico
4. il versante inferiore
5. il versante superiore

Il fondovalle attuale è costituito dalla pianura compresa fra l'alveo dei torrenti Posina e Astico ed il piede del terrazzo fluvio glaciale. Si tratta di una fascia sub-pianeggiante, con una larghezza pari ad appena un centinaio di metri (anche meno in alcuni tratti) che, solo fra le località Campagnola e S. Giorgio, riesce a raggiungere i 700 m di estensione. Ad ovest si chiude in prossimità della località Campigoli, ad est, invece, poco prima che inizi la forra del torrente Astico, in prossimità della frazione di Meda. Dal punto di vista geolitologico (Figura 2), la pianura attuale corrisponde con la fascia occupata dalle alluvioni attuali e recenti e con quella occupata dai materiali alluvionali fluvio glaciali limoso-argillosi.

Il fondovalle fluvio-glaciale si estende a sud-ovest del fondovalle attuale e costituisce una fascia pianeggiante, più estesa di quella appena descritta, posta ad una quota di circa 20-30 m più in alto rispetto al fondovalle vero e proprio. Si spinge verso monte (in direzione nord-ovest) fino quasi a lambire il nucleo storico dell'abitato di Velo, verso ovest fino a località Campigoli, verso est fino alla frazione di Meda. Osservando la carta Geolitologica (Figura 2) corrisponde con la fascia occupata dai depositi fluvio-glaciali a prevalente tessitura ghiaioso-sabbiosa.

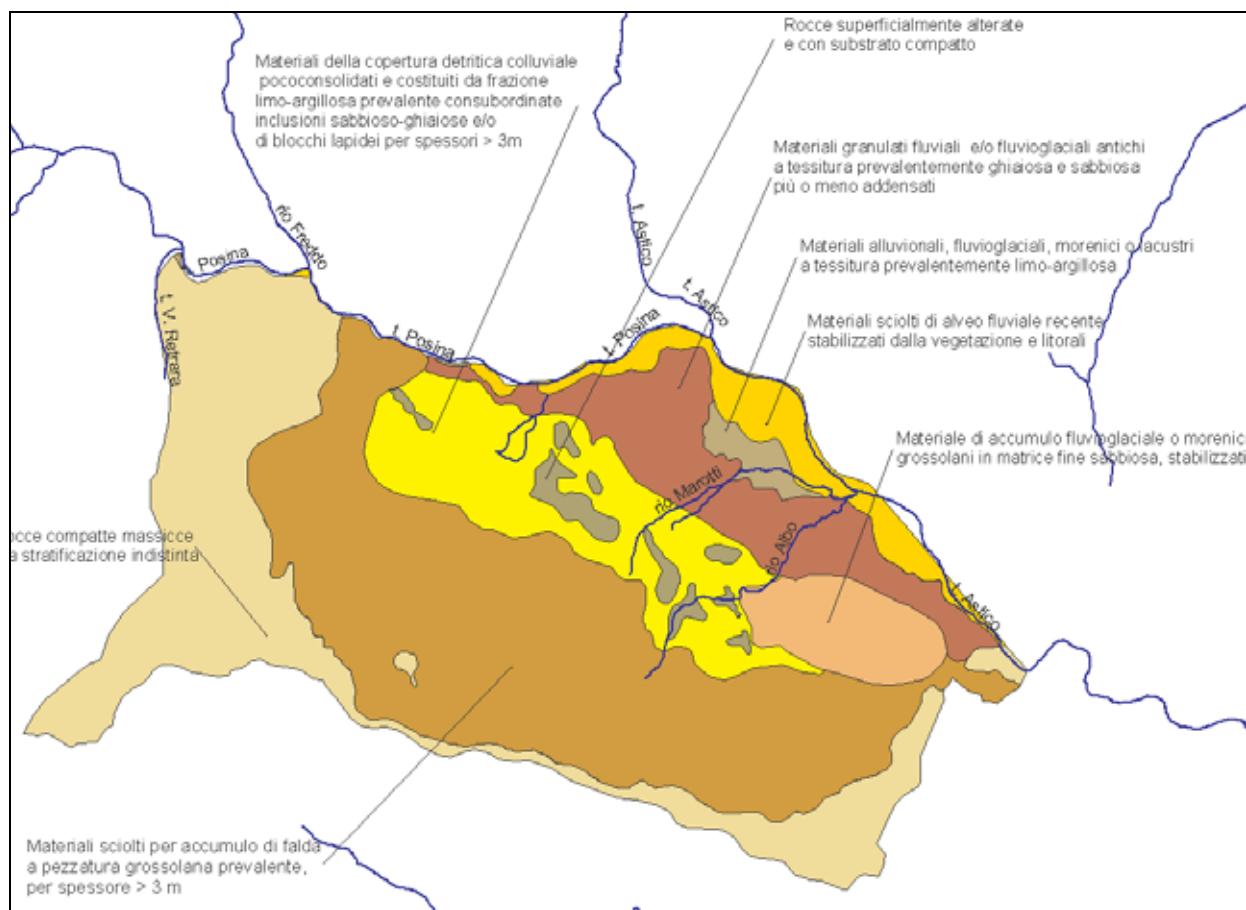
Il rilievo morenico si trova nella parte orientale del territorio comunale. Nonostante mantenga le consuete forme dolci ed arrotondate che connotano questo tipo di rilievi, quest'ultimo, che culmina con il Poggio di Curegno (ad una quota di 480 m), ha un buon risalto morfologico e riesce ad emergere in modo significativo, sia dalla piana fluvio-glaciale, sia dal fianco vallivo.

Il versante inferiore corrisponde con la parte centrale del territorio comunale la più densamente antropizzata. Nella carta Geolitologica (Figura 2) è cartografata come materiali della coltre detritica colluviale. Dal punto di vista morfologico questo tratto del pendio è caratterizzato da forme dolci ed arrotondate; anche le pendenze sono in genere modeste o comunque inferiori al 60%÷70%. Questo tratto di pendio è anche caratterizzato dalla presenza di rilievi in contropendenza rispetto all'andamento generale del versante e sono attribuiti ad emergenze del substrato roccioso (e.g.: il rilievo del Castello di Velo, e quello presente ad ovest di Villa Velo) che sono assimilabili a fenomeni di inversione del rilievo essendo quest'ultimi dei camini vulcanici.

Il versante superiore corrisponde con la parte più elevata del territorio comunale e si spinge fino alla cresta di disperdito che costituisce il confine comunale. Nella carta geolitologica (Figura 2) è individuato dalla fascia cartografata come materiali sciolti per accumulo detritico di falda a pezzatura grossolana prevalente e dove affiora il substrato roccioso cartografato come rocce compatte, massicce a stratificazione indistinta. Dal punto di vista morfologico quest'ultimo è costituito da due porzioni: una sorta di pianoro ed un versante molto acclive. Il pianoro, non presente ovunque (e.g.: ai piedi del Priaforà), si raccorda piuttosto bruscamente al sottostante versante inferiore precedentemente descritto. Il gradino morfologico è dovuto al cambio litologico: a monte è presente il detrito di versante grossolano, a valle le coperture argillose delle vulcaniti triassiche; il passaggio fra i due tipi di coltre è tuttavia piuttosto articolato e complesso.

Il tratto più a monte è invece costituito da pendii ripidi che, salendo di quota, si raccordano ad una successione di pareti strapiombanti con un'altezza di alcune decine di metri, quest'ultime sono a loro volta intervallate da tratti acclivi, ma vegetati. Laddove le pendenze sono elevate il versante è costituito da una coltre detritica grossolana di spessore modesto, in corrispondenza delle pareti strapiombanti il substrato roccioso è invece affiorante.

Una morfologia diversa connota, infine, il versante nord-occidentale del M. Priaforà, a ridosso dei confini nord-occidentali del territorio comunale. Quest'area, identificabile come Val Retrara, è caratterizzata da versanti molto acclivi tipicamente segnati da profonde incisioni vallive la cui genesi è sicuramente di tipo tettonico.



**Figura 2.** Carta geolitologica.

#### 4.2 Geolitologia del territorio

Nel territorio comunale il substrato roccioso presente si compone delle seguenti formazioni:

vulcaniti ladiniche: Nella carta geolitologica (Figura 2) questi litotipi sono stati cartografati come rocce superficialmente alterate con substrato compatto. Affiorano estesamente fra l'abitato di Velo e le frazioni poste a sud-est, fino a Sargarola. Alcuni affioramenti sono presenti anche a nord-ovest della località Lago e sul fondovalle in prossimità delle sponde del torrente Posina.

Dolomia principale e i Calcari Grigi di Noriglio: Nella carta geolitologica (Figura 2) queste due formazioni sono state accorpate e sono state cartografate come rocce compatte massicce o a stratificazione indistinta. Affiorano estesamente nella parte meridionale schiaramente montuosa del territorio comunale dove formano una corona di pareti strapiombanti, guglie e pinnacoli che abbracciano la piana su cui sorge l'abitato di Velo e le contrade limitrofe.

I depositi quaternari che ricoprono i substrati rocciosi precedentemente descritti e che si estendono sulla gran parte del territorio comunale sono stati suddivisi nel seguente modo procedendo da monte verso valle:

Detrito di falda, cartografato come materiali sciolti per accumulo detritico di falda a pezzatura grossolana prevalente. Si tratta di depositi talora sciolti per accumulo detritico di falda, ma più spesso sono cementati da una matrice limosa talora piuttosto abbondante; sono costituiti da blocchi, ciottoli e trovanti con matrice ghiaiosa (prevale la componente di natura carbonatica). Costituiscono un'ampia fascia ai piedi delle pareti dolomitiche che si estende dai versanti nord-orientali del M. Priaforà, fino a raggiungere le pendici nord-occidentali del M. Summano.

Coltri colluvio-eluviali frammisti a depositi morenici, cartografate come materiali della copertura detritica colluviale poco consolidati e costituiti da frazione limoso-argillosa prevalente con subordinate inclusioni sabbioso-ghiaiose. Si tratta di terreni coesivi, con diversa consistenza, costituiti principalmente da argille ed argille limose con subordinato, talora anche assente, scheletro sabbioso-ghiaioso; possono contenere abbondanti ciottoli, blocchi e trovanti che risultano annegati nella matrice fine. Nel territorio comunale costituiscono il sottosuolo del tratto intermedio del versante, dove affiorano le vulcaniti e maggiore è la concentrazione urbana. Si interdigita a monte con la falda detritica, a valle con i depositi fluvioglaciali.

Depositi morenici, cartografati come materiali di accumulo fluvioglaciale o morenico grossolani stabilizzati in matrice fine sabbiosa. Si tratta di terreni in prevalenza granulari grossolani costituiti da ghiaie, blocchi, ciottoli e trovanti, nella quale prevale la componente di natura carbonatica (calcaro e dolomie), con abbondante matrice sabbioso-limosa, talora anche cementata a tal punto da conferire all'ammasso un aspetto da conglomerato.

Depositi fluvio-glaciali, cartografati come materiali granulari più o meno addensati dei terrazzi fluviali e/o fluvio-glaciali antichi a tessitura prevalentemente ghiaiosa e sabbiosa. I depositi fluvioglaciali ed alluvionali terrazzati sono costituiti da depositi addensati, in prevalenza granulari grossolani, ossia ghiaie sabbiose e sabbie in abbondante matrice limoso-sabbiosa, localmente cementate, caratterizzate dalla presenza di abbondanti ciottoli e trovanti annegati nella matrice fine. Questi depositi verso monte si interdigitano con le coltri colluvio-eluviali precedentemente descritte e raggiungono quasi l'abitato di Velo, verso nord terminano in corrispondenza con i terrazzamenti che connotano morfologicamente il fondovalle dove vengono occultati dalle alluvioni recenti ed attuali.

Alluvioni fini di fondovalle, cartografate come materiali alluvionali fluvioglaciali, morenici o lacustri a tessitura prevalentemente limoso-argillosa. Si tratta di terreni coesivi, in genere a diversa consistenza, costituiti principalmente da limi, limi argillosi, limi sabbiosi con lenti sabbiose. Nel territorio comunale sono stati riscontrati sul fondovalle, a sud della zona produttiva di Seghe di Velo.

Alluvioni di fondovalle attuali e recenti, cartografate come materiali sciolti di alveo fluviale recente stabilizzati dalla vegetazione e litorali, sono costituiti da depositi da sciolti a poco addensati in prevalenza granulari grossolani: si tratta di ghiaie, ciottoli e blocchi con scarsa matrice sabbiosa. Questi terreni si trovano sull'attuale fondovalle dei torrenti Posina ed Astico.

I rapporti stratigrafici fra i sedimenti quaternari sono esemplificati nello schema sottostante.

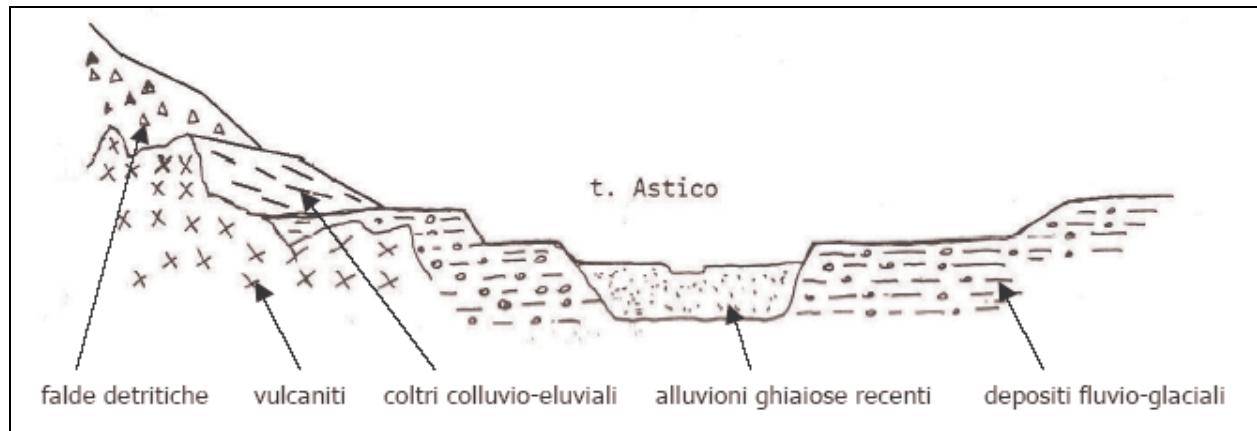


Figura 3. Rapporti stratigrafici tra i sedimenti quaternari.

## 5. CARATTERISTICHE IDROGRAFICHE ED IDROGEOLOGICHE

### 5.1 Caratteristiche idrografiche

I corsi d'acqua principali presenti nel territorio comunale sono i torrenti Posina ed Astico che segnano il confine settentrionale con i Comuni di Arsiero e Cogollo del Cengio. Il torrente Posina comincia ad interessare il territorio comunale in prossimità della Strenta, una stretta forra che si apre alla confluenza di un importante tributario di sinistra idrografica, il torrente della Val Rio Freddo. Immediatamente a valle della citata confluenza, il corso d'acqua diventa impetuoso e si insinua in una seconda gola, quella degli Stancari, dove lambisce il piede della Frana del Brustolè. A valle della Strenta il corso d'acqua continua ad essere piuttosto impetuoso, l'alveo scorre ancora piuttosto inciso all'interno di una stretta piana ben delimitata da una scarpata, a tratti anche piuttosto ripida, incisa in parte nei depositi fluvioglaciali e nel detrito di versante, in parte nelle stesse vulcaniti.

A valle del Ponte che collega L'abitato di Velo d'Astico con quello di Arsiero, il torrente Posina comincia a scorrere in una valle più ampia, ma il corso d'acqua continua ad essere piuttosto impetuoso, interrotto da briglie e ben arginato fino alla confluenza con il torrente Astico. Il torrente Astico a valle della confluenza con il torrente Posina scorre in un alveo arginato il cui fondo, tuttavia, si trova a pochi metri dal piano campagna circostante. Nel tratto in cui quest'ultimo segna il confine con il territorio comunale di Cogollo del Cengio, il corso d'acqua divaga libero in una piana alluvionale, dove un tempo era intensa l'attività estrattiva; infine, a valle della frazione di Meda comincia ad incidere l'antico complesso morenico e si immette nella stretta forra in roccia che segna il confine con il territorio del Comune di Piovene Rocchette.

L'idrografia minore è costituita da un insieme di piccoli corsi d'acqua che incidono il versante e raccolgono le acque che affiorano dalle numerose sorgenti presenti nella fascia di contatto fra la coltre detritica e la coltre colluvio-eluviale delle porfiriti. Hanno tutti una direzione grossomodo SW-NE, l'orientamento del versante. Si tratta in genere di corsi d'acqua perenni che, in assenza di precipitazioni, perdono quasi per intero la loro portata quando attraversano la piana fluvio-glaciale costituita da terreni permeabili.

### 5.2 Caratteristiche idrogeologiche

L'assetto idrogeologico locale è chiaramente dettato da quello stratigrafico ed, in questo caso, anche dalla successione dei depositi quaternari. La circolazione idrica sotterranea della parte montuosa avviene in senso prevalentemente verticale: i rilievi sono infatti quasi esclusivamente costituiti da litotipi

calcareo-dolomitici caratterizzati da una permeabilità da media ad elevata per fratturazione, fessurazione e carsismo (quest'ultimo interessa tuttavia solo la sommità del Massiccio del M. Novegno). Il flusso verticale delle precipitazioni infiltratesi viene interrotto alla base delle formazioni calcaree quando quest'ultime lasciano il posto alle sottostanti porfiriti.

In realtà i depositi quaternari, la coltre detritica grossolana a monte e le coltri colluvio-eluviali frammiste a depositi morenici a valle, mascherano quelle che vengono definite le sorgenti geologiche, traslando verso valle l'affioramento delle acque sotterranee nel punto in cui la morfologia del substrato roccioso e la rastremazione della copertura detritica lo consentono. Questo è il motivo per cui le numerose sorgenti presenti nel territorio comunale sono in gran parte distribuite nella zona di contatto fra versante superiore ed inferiore, ma possono essere presenti anche a quote più basse, come avviene per le sorgenti presenti a nord-ovest dell'abitato di Velo. Per quanto riguarda, invece, le sorgenti ubicate in prossimità della Strenta (a ridosso dei confini nord-occidentali del territorio comunale) il limite di permeabilità è costituito da orizzonti poco permeabili all'interno della dolomia. In merito, infine, alle sorgenti a valle della frazione di Meda, non è chiaro se si tratta di un assetto idrogeologico simile a quello appena descritto, oppure se l'orizzonte impermeabile sia costituito da depositi morenici poco permeabili. Le falde di subalveo dei torrenti Posina ed Astico non hanno in genere spessori ed importanza considerevole, dato che il materasso ghiaioso attuale ha spessori modesti (massimo una decina di metri) e poggiano direttamente sulle porfiriti. Solo occasionalmente lo spessore è maggiore, come nel caso del pozzo della ditta Forgital, dove la perforazione, spinta a più di 30 m di profondità, ha fatto registrare la presenza di una successione di depositi di diversa natura, in prevalenza comunque granulari grossolani. Il livello statico della falda di subalveo si trova ad una quota di 5 m circa da piano campagna e subisce oscillazioni stagionali di qualche metro, a seconda della portata del corso d'acqua. Le porfiriti, assieme a depositi ed a morfologie post glaciali determinano anche situazioni idrogeologiche che si possono considerare anomale. In primis l'area posta ad est dell'attuale zona industriale di Seghe di Velo (di recente interessata da urbanizzazione), nella quale è presente una falda stabile il cui livello statico si trova a circa -2.0 m da p.c.. Anche l'area a monte di quest'ultima è stata cartografata a deflusso difficoltoso a causa della presenza di depositi fini di natura limoso-argillosa (tavola "VCI02-Fragilità idraulica").

## 6. PERMEABILITÀ DEI TERRENI SUPERFICIALI

Con riferimento alla descrizione geolitologica sopra riportata si caratterizza la permeabilità nel territorio comunale come segue:

rocce superficialmente alterate con substrato compatte (vulcaniti ladinitiche): la formazione si può ritenere da mediamente a poco permeabile per fessurazione a seconda dello stato di alterazione con valore del coefficiente K variabile tra  $10^{-6}$ - $10^{-7}$  m/s (classe 03).

Rocce compatte massicce o a stratificazione indistinta (dolomia principale, Calcarei Grigi di Noriglio): si tratta di rocce lapidee permeabili per fessurazione e carsismo, con valore del coefficiente K superiore a  $10^{-2}$  m/s (classe 01).

Materiali sciolti per accumulo detritico di falda a pezzatura grossolana prevalente (detrito di falda): nel complesso trattasi di depositi molto permeabili per porosità con valore di K superiore a  $10^{-2}$  m/s (classe 1A).

Materiali della copertura colluviale poco consolidati e costituiti da frazione limoso-argillosa prevalente con subordinate inclusioni sabbioso-ghiaiose (coltri colluvio-eluviali frammisti a depositi morenici): sono depositi poco permeabili prevalendo nettamente la componente fine (classe 3A K =  $10^{-6}$ - $10^{-8}$  m/s).

Materiali di accumulo fluvio glaciale o morenico grossolani stabilizzati in matrice fine sabbiosa (depositi morenici): trattasi di depositi da mediamente a poco permeabili per porosità con valore di K variabile tra  $10^{-2}$ - $10^{-6}$  m/s (classe 2A).

Materiali granulari più o meno addensati dei terrazzi fluviali e/o fluvio-glaciali antichi a tessitura prevalentemente ghiaiosa e sabbiosa (depositi fluvio-glaciali ed alluvionali terrazzati): trattasi di depositi da mediamente a poco permeabili per porosità con valore di K variabile tra  $10^{-2}$ - $10^{-6}$  m/s (classe 2A).

Materiali alluvionali fluvio glaciali, morenici o lacustri a tessitura prevalentemente limosa-argillosa (alluvioni fini di fondovalle): sono depositi in genere poco permeabili prevalendo nettamente la componente fine con valore di K variabile tra  $10^{-6}$ - $10^{-8}$  m/s (classe 3A).

Materiali sciolti di alveo fluviale recente stabilizzati dalla vegetazione e litorali (alluvioni di fondovalle attuali e recenti): nel complesso trattasi di depositi molto permeabili per porosità con valore di K superiore a  $10^{-2}$  m/s (classe 1A).

Le classi di permeabilità sopra riportate indicano le seguenti caratteristiche idrogeologiche dei terreni interessati:

- 01 – Rocce molto permeabili per fessurazione e carsismo (K >  $10^{-2}$  m/s);
- 02 – Rocce mediamente permeabili per fessurazione (K =  $10^{-2}$  -  $10^{-6}$  m/s);
- 03 – Rocce poco permeabili per fessurazione (K =  $10^{-6}$  -  $10^{-8}$  m/s);

- 1A – Depositi molto permeabili per porosità ( $K > 10^{-2}$  m/s);
- 2A – Depositi mediamente permeabili per porosità ( $K = 10^{-2} - 10^{-6}$  m/s);
- 3A – Depositi poco permeabili per porosità ( $K = 10^{-6} - 10^{-8}$  m/s).

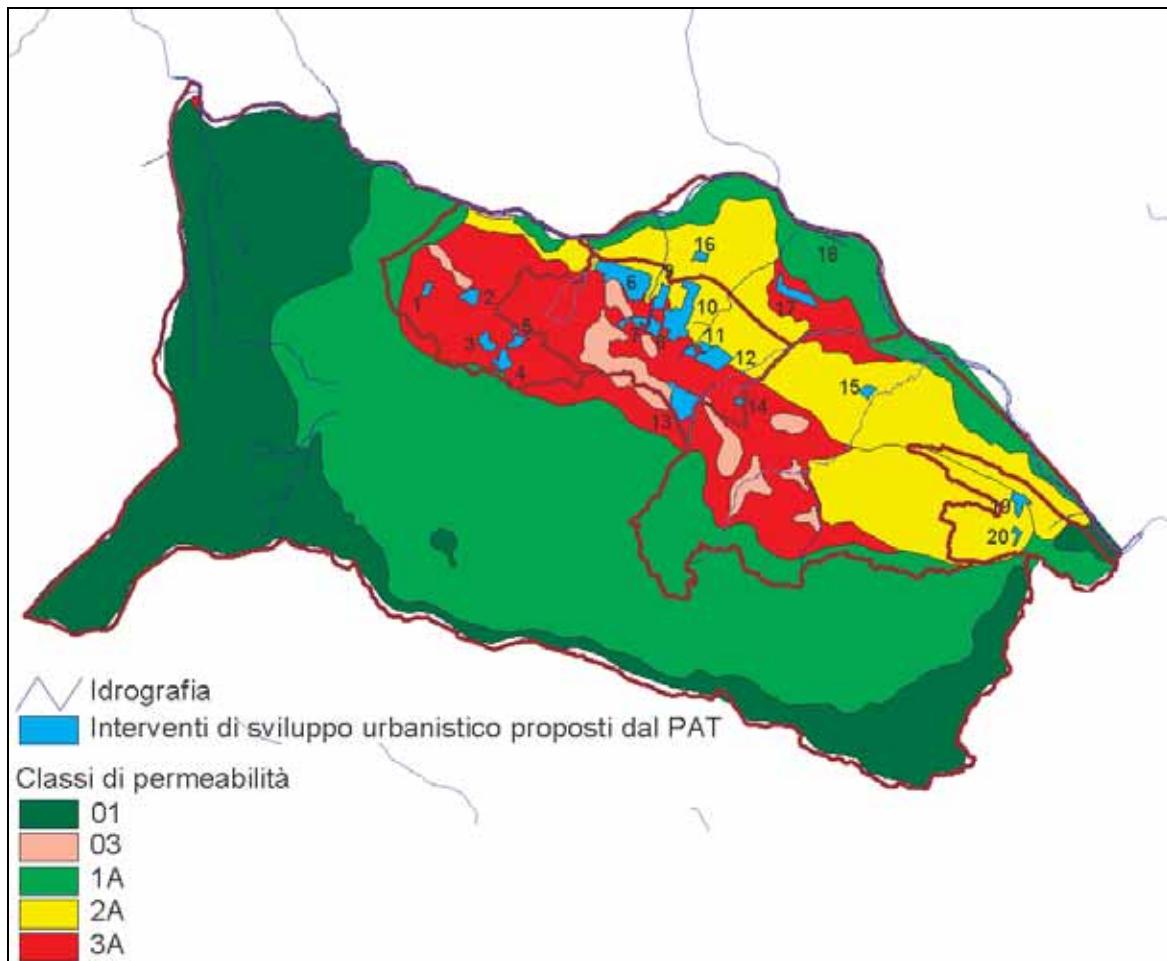


Figura 4. Permeabilità del terreno nel territorio comunale.

Per gli interventi n° 1-2-3-4-5-7-8-13-14-17 posizionati completamente in aree con bassa permeabilità si sconsiglia uno smaltimento per infiltrazione nel terreno delle acque meteoriche a favore di uno scarico controllato nei corsi d'acqua superficiali o nella fognatura.

## 7. VULNERABILITÀ IDRAULICA

Come suggerito dalla DGR n° 1841 del 19/06/2007 viene di seguito caratterizzata la vulnerabilità idraulica del territorio comunale, analizzando le singole Zone Territoriali Omogenee individuate (ATO, DIM n°1444 del 2/4/1968) e segnalando gli interventi previsti dal PAT che ricadono nelle aree indicate dagli enti aventi competenza territoriale con *criticità idraulica* (Tavola VCI02 – Fragilità Idraulica”).

L'autorità di Bacino dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave, Brenta-Bacchiglione non individua aree con *pericolosità idraulica* all'interno del Comune di Velo d'Astico.

Il Servizio Forestale nella documentazione preliminare prodotta per il PATI (Arsiero, Cogollo del Cengio e Velo d'Astico) segnala le seguenti criticità idrauliche per il Comune di Velo d'Astico:

- le vallecole a monte dell'abitato di Velo d'Astico (Rii Campanari, Cacciatori, Narotti-Doria, Prà Lungo ec...) hanno sezioni inadeguate nei tratti incubati e insistono su versanti caratterizzati da paleofrane o da substrati argillosi.
- il torrente Posina, nel suo corso in Comune di Arsiero, solca, a valle degli Stancari, il versante in frana del Brustolè ed ha provocato il sifonamento e la demolizione delle opere di sistemazione idraulico – forestali nel tratto tra ponte ex-Ferrovia e ponte Cioci tra i Comuni di Arsiero e Velo d'Astico. E' necessario prevedere un adeguato sistema di tutela dell'area che permetta la realizzazione di consistenti opere di sistemazione idraulico-forestali con la formazioni di eventuali casse di espansione, a tutela della zona industriale intercomunale di Seghe.

Nella presente analisi di vulnerabilità idraulica vengono aggiunte alle indicazioni degli enti aventi competenza territoriale (Autorità di Bacino e Servizio Forestale) le aree soggette a “esondazione o ristagno idrico” individuate dall’analisi geologica realizzata dal Geologo Andrea Bertolin per il PAT (“carta idrogeologica” e “carta delle fragilità”); le aree indicate come soggette ad esondazione derivano principalmente dalla perimetrazione dell’esondazione avvenuta nel 1966 a seguito della frana del Brustolè e si trovano parzialmente cartografate nel PAI come aree soggette a *rischio geologico*. Per verificare quali delle aree soggette ad esondazione siano state classificate dal PAI con rischio geologico e quindi soggette alle relative prescrizioni, si inserisce nella Tavola “VCI02 Fragilità Idraulica” la perimetrazione del rischio geologico previsto dall’Autorità di Bacino. Si precisa comunque che nessuno degli interventi previsti dal PAT ricade nelle aree classificate dal PAI come soggette a *rischio geologico*.

Viene di seguito caratterizzata la condizione di rischio idraulico di ogni ATO indicando i potenziali interventi di sviluppo urbanistico; è necessario sottolineare che l'estensione complessiva di questi

interventi supera notevolmente la superficie effettivamente trasformabile, quindi solamente alcuni di questi interventi troveranno un seguito nei piani d'intervento. Non sapendo a priori quali di questi interventi saranno scelti, vengono studiati distintamente tutti i potenziali interventi indicati nella tavola delle “Trasformabilità”.

### 7.1 A.T.O. 1B.1

La Zona Territoriale Omogenea n° 1B.1 (superficie 1.5 Km<sup>2</sup>), situata nel centro-nord del Comune comprende l'intero abitato del capoluogo. I corsi d'acqua naturali presenti sono costituiti da alcuni rii che, in assenza di precipitazioni, perdono quasi per intero la loro portata quando attraversano la piana fluvio-glaciale costituita da terreni permeabili. Lo smaltimento delle acque meteoriche nel territorio comunale avviene mediante la rete di fognatura presente ed attraverso l'infiltrazione nel terreno quando le caratteristiche del terreno lo consentono.

Oltre alle già citate criticità segnalate dal Servizio Forestale non sono presenti altre indicazioni di pericolosità o rischio idraulico da parte degli enti aventi competenza territoriale.

Nell'ATO 1B.1 sono posizionati gli interventi di sviluppo residenziale n° 6-7-8-9-10-11-12-13-14 (tavola “VCI02 – Fragilità Idraulica”) per complessivi 23.1 ettari di superficie soggetta a trasformazione.

### 7.2 A.T.O. 1B.2

La Zona Territoriale Omogenea n° 1B.2 (superficie 1.5 Km<sup>2</sup>), si trova situata a nord del territorio comunale tra il capoluogo ed il confine con il Comune di Cogollo del Cengio, comprendendo l'abitato della frazione di Seghe e la sua ampia zona industriale. L'idrografia presente è costituita dai torrenti Posina e Astico che segnano il confine con i Comuni di Arsiero e Cogollo del Cengio e dal Rio Naroti che con direzione SW-NE rappresenta il confine con l'ATO 1B.5.

E' presente un'area indicata dall'analisi geologica come soggetta ad esondazione dei torrenti Posina ed Astico (tavola “VCI02 – Fragilità Idraulica”).

Nell'ATO 1B.2 sono previsti gli interventi n° 16-17-18 per complessivi 3.1 ettari.

L'intervento n° 18 di sviluppo produttivo è posizionato nell'area indicata come soggetta ad esondazione.

### 7.3 A.T.O. 1B.3

La Zona Territoriale Omogenea n° 1B.3 (superficie 1.2 Km<sup>2</sup>), posizionata ad ovest dell'abitato del capoluogo al confine con il Comune di Arsiero, comprende gli aggregati urbani di San Ubaldo e delle

Contrà Lago, Maso e Lanzetti. Anche per questa ATO il torrente Posina nel suo corso segna il confine comunale, in questo caso con il Comune di Arsiero.

Nell'ATO 1B.3 è presente un'area indicata dall'analisi geologica come soggetta a pericolo di esondazione del torrente Posina.

In questa ATO sono indicati gli interventi di sviluppo n° 1-2-3-4-5 (tavola VCI02) per complessivi 5.3 ettari.

Nessuno degli interventi ricade nell'area soggetta ad esondazione.

#### **7.4 A.T.O. 1B.4**

La Zona Territoriale Omogenea n° 1B.4 (superficie 0.6 Km<sup>2</sup>), posizionata a est del territorio comunale al confine con il Comune di Piovene Rocchette, comprende la frazione di Meda.

In questa ATO non compare alcuna segnalazione di pericolosità o rischio idraulico da parte degli enti aventi competenza territoriale.

In questa ATO sono proposti gli interventi di sviluppo residenziale n° 19-20 (tavola “VCI02 – Fragilità Idraulica”) per complessivi 1.7 ettari.

#### **7.5 A.T.O 1B.5**

La Zona Territoriale Omogenea n° 1B.5 (superficie 2.7 Km<sup>2</sup>), posizionata a nord est al confine con il Comune di Cogollo del Cengio, si caratterizza per un territorio pedemontano dove l'aggregato urbano principale è S. Giorgio. Oltra al torrente Astico che definisce il confine comunale, sono presenti i rii Narotti ed Alba.

Prima della confluenza dei rii Narotti ed Alba con il torrente Astico, a nord-ovest della frazione di Meda, si segnalano due piccole aree soggette a pericolo d'esondazione del torrente Astico (analisi geologica).

In questa ATO si prevede la possibilità di un unico intervento di sviluppo residenziale, indicato con il n° 15 (0.8 ettari), che non ricade nell'area indicata come soggetta ad esondazione.

#### **7.6 A.T.O 2B.1**

La zona territoriale Omogenea n° 2B.1 (superficie 13.5 Km<sup>2</sup>) comprende tutto il territorio montano del Comune che si sviluppa da est ad ovest nella parte centro meridionale abbracciando il capoluogo e tutte le frazioni sopra indicate.

In questa ATO non compare alcuna segnalazione di pericolosità o rischio idraulico da parte degli enti aventi competenza territoriale.

Nessuno degli interventi previsti ricade in questa ATO.

## 7.7 Riepilogo della vulnerabilità idraulica nelle aree d'intervento

La Tabella 1 riassume gli interventi previsti dal PAT nelle singole ATO distinti per tipologia di espansione.

Zone Territoriali Omogenee [ATO]	Superficie [Km <sup>2</sup> ]	Interventi di sviluppo insediativo residenziale-servizi		Interventi di sviluppo insediativo commerciale - produttivo	
		n° intervento	Sup. tot.[ha]	n° intervento	Sup. tot.[ha]
ATO 1B.1	1.5	6-7-8-9-10-11-12-13-14	23.1	-	-
ATO 1B.2	1.5	16-18	0.8	17	2.3
ATO 1B.3	1.2	1-2-3-4-5	5.3	-	-
ATO 1B.4	0.6	19-20	1.7	-	-
ATO 1B.5	2.7	15	0.8	-	-
ATO 2B.1	13.5	-	-	-	-

**Tabella 1.** Interventi previsti dal PAT nelle singole ATO distinti per tipologia di espansione.

La Tabella 2 riporta invece per ciascun intervento previsto dal PAT l'indicazione dell'eventuale *pericolosità* o *criticità idraulica* prevista dagli enti sopra indicati e la classe d'intervento secondo la classificazione della delibera.

Intervento	Zone Territoriali Omogenee [ATO]	Superficie interventi [ha]	Vulnerabilità idraulica	Classe d'intervento
1	ATO 1B.3	0.57	Nessuna	Modesta imp. potenziale
2	ATO 1B.3	1.23	Nessuna	Significativa imp. potenziale
3	ATO 1B.3	1.17	Nessuna	Significativa imp. potenziale
4	ATO 1B.3	1.30	Nessuna	Significativa imp. potenziale
5	ATO 1B.3	1.00	Nessuna	Significativa imp. potenziale
6	ATO 1B.1	6.30	Nessuna	Significativa imp. potenziale
7	ATO 1B.1	0.95	Nessuna	Modesta imp. potenziale
8	ATO 1B.1	0.96	Nessuna	Modesta imp. potenziale
9	ATO 1B.1	1.4	Nessuna	Significativa imp. potenziale
10	ATO 1B.1	5.55	Nessuna	Significativa imp. potenziale

Intervento	Zone Territoriali Omogenee [ATO]	Superficie interventi [ha]	Vulnerabilità idraulica	Classe d'intervento
11	ATO 1B.1	0.99	Nessuna	Modesta imp. potenziale
12	ATO 1B.1	2.77	Nessuna	Significativa imp. potenziale
13	ATO 1B.1	3.81	Nessuna	Significativa imp. potenziale
14	ATO 1B.1	0.33	Nessuna	Modesta imp. potenziale
15	ATO 1B.5	0.78	Nessuna	Modesta imp. potenziale
16	ATO 1B.2	0.63	Nessuna	Modesta imp. potenziale
17	ATO 1B.2	2.27	Nessuna	Significativa imp. potenziale
18	ATO 1B.2	0.20	Rischio di esondazione – Analisi geologica	Modesta imp. potenziale
19	ATO 1B.4	1.33	Nessuna	Significativa imp. potenziale
20	ATO 1B.4	0.41	Nessuna	Modesta imp. potenziale

**Tabella 2.** Vulnerabilità idraulica degli interventi previsti dal PAT.

## 8. COMPATIBILITA' IDRAULICA

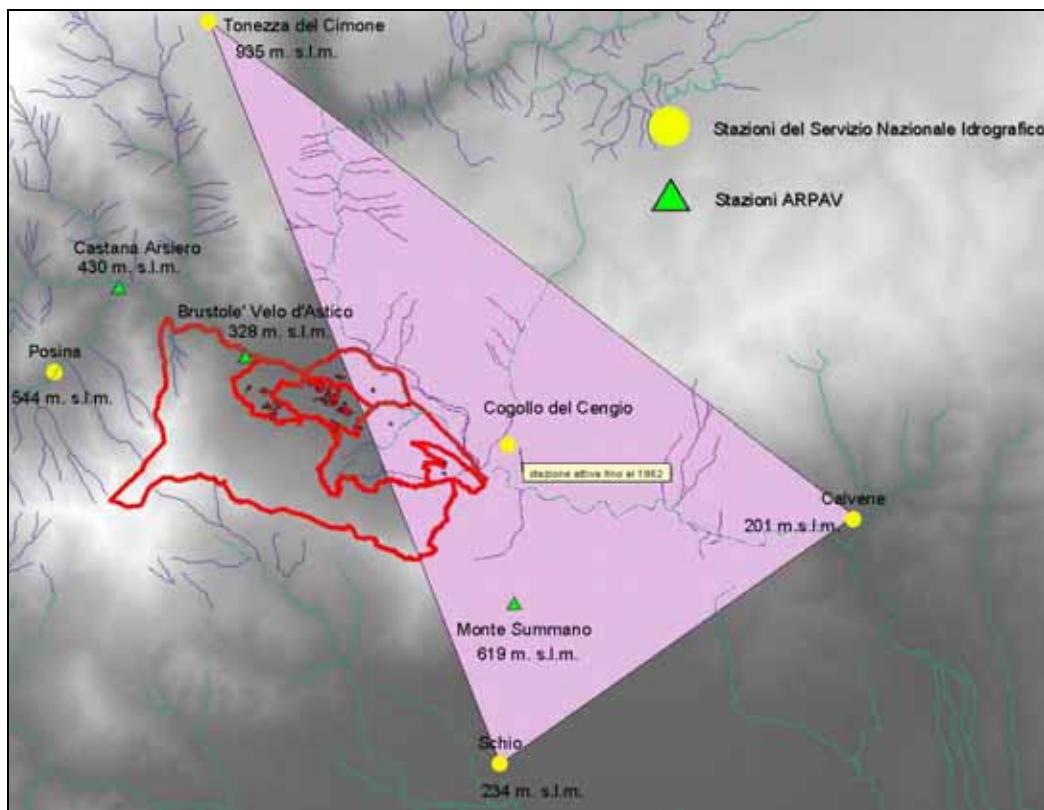
### 8.1 Pluviometria

Per la determinazione dei carichi idraulici prodotti dalle nuove urbanizzazioni attraverso le tradizionali metodologie, è necessario calcolare una curva di possibilità climatica che definisca le altezze di pioggia e le relative intensità per fenomeni di durate diverse; dovendo affrontare sostanzialmente un problema di reti fognarie, si è determinata la curva di possibilità climatica per eventi di breve durata che, tipicamente di maggior intensità, risultano critici per la rete.

Le misure più recenti da elaborare per determinare le curve di possibilità climatica provengono dalla rete di telemisura gestita dall'ARPAV, che essendo di recente costituzione ha il limite di mettere a disposizione una popolazione ristretta di dati; quindi per avere a disposizione una serie storica più significativa, seppure meno attuale, il Genio Civile di Vicenza consiglia di considerare le stazioni di pluviografi del Servizio Idrografico Nazionale, costituite tra il 1910 ed il 1920, che mettono a disposizione misure degli eventi intensi fino al 1995 circa.

Dall'analisi dei dati disponibili per le stazioni del Servizio Idrografico Nazionale e del Centro Meteorologico ARPAV presenti nelle vicinanze delle aree d'intervento (precipitazioni di durata tra 1 e 24 ore), è emerso un andamento comune delle precipitazioni misurate nelle postazioni Tonnezza del Cimone (935 m. s.l.m.), Brustolè (328 m. s.l.m.), Summano (619 m. s.l.m.), Schio (234 m. s.l.m.) e Calvene (201 m. s.l.m.), che si differenzia dalla regolarizzazione dei dati delle postazioni Posina (544 m. s.l.m.) e Castana (430 m. s.l.m.), posizionate nel sottobacino tra la Val Perlona ed il torrente Zara, a causa probabilmente delle diverse caratteristiche vallive presenti.

Sulla base di queste considerazioni e recependo le indicazioni del Genio Civile si è adottata per rappresentare le precipitazioni nelle aree di studio una curva di possibilità climatica ottenuta applicando il *metodo dei piani inclinati* alle stazioni del Servizio Idrografico Nazionale di Calvene, Schio e Tonnezza del Cimone. Il *metodo dei piani inclinati* suddivide il piano in triangoli con i vertici nelle stazioni pluviometriche e ipotizza che l'altezza di pioggia vari linearmente sul triangolo, con ai vertici i valori misurati nelle stazioni.



**Figura 5.** Stazioni pluviometriche presenti all'interno e nelle vicinanze del Comune di Velo d'Astico ed applicazione del metodo dei piani inclinati.

### 8.1.1 Determinazione della curva di possibilità climatica

Le curve di possibilità climatiche per assegnati tempi di ritorno, riportate in Tabella 3, sono state determinate a partire dalle serie storiche dei dati disponibili negli annali idrologici e dalle misure fornite dal Centro Meteorologico dell'ARPAV per durate di precipitazione di 1,3, 6, 12 e 24 ore consecutive.

Le serie dei valori massimi annuali di precipitazione di diversa durata sono state regolarizzate secondo gli usuali metodi statistici; in particolare, calcolati media, scarto quadratico medio e coefficiente di asimmetria del campione, col metodo dei momenti sono stati stimati i parametri delle leggi di probabilità (legge di Gumbel EV1) usualmente impiegate per interpretare le funzioni di ripartizione dei valori estremi.

Le curve di possibilità climatica determinate legano le altezze di pioggia alla durata attraverso la relazione:

$$h = a t^n$$

dove:

$$h = \text{altezza di pioggia [mm]}$$

$t$  = durata dell'evento [h]  
 $a, n$  parametri caratteristici della curva.

Per la determinazione della curva si è proceduto sinteticamente nel seguente modo:

- determinazione della media  $X$  e della varianza campionaria  $S^2$  per ogni durata dell'evento di pioggia

$$= \frac{\sum (h_i - \bar{h})^2}{n}$$

dove  $n$  = numero dei dati a disposizione per ogni durata dell'evento di pioggia e  $h_i$  = altezze massime annuali di pioggia relative ad una specifica durata di pioggia.

- tempo di ritorno e legge di Gumbel

$$T_R = \frac{1}{(1 - F_x(h_T))}$$

dove  $F_x(h_T)$  è la probabilità di non superamento dell'altezza di pioggia  $x$  rispetto ad  $h_T$ , ed è definita dalla curva di Gumbel:

$$F_x(h_T) = \exp \left( -\exp \left( -\frac{h_T - u}{\alpha} \right) \right)$$

I parametri  $u$  e  $\alpha$  sono legati alla media  $X$  e alla varianza  $S^2$  dalla relazione:

$$\begin{aligned} X &= u + 0,5772 \cdot \alpha \\ S &= \alpha \cdot 1,282 \end{aligned}$$

Una volta noti i parametri  $\alpha$  e  $u$ , vengono inseriti nella equazione di Gumbel, estrapolando  $h_T$ :

$$h_T = u - \alpha \cdot \ln \left( -\ln \left( 1 - \frac{1}{T_R} \right) \right)$$

Noti i valori puntuali della massima altezza di pioggia relativi ad assegnate durate dell'evento e ad assegnato tempo di ritorno, si ricava la curva che esprime l'altezza di pioggia per ogni durata.

Utilizzando la forma  $h = a \cdot t^n$ , vengono ricavati i parametri  $a$  ed  $n$  utilizzando il metodo dei minimi quadrati. Linearizzando la curva tramite i logaritmi:

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

$$\ln(h) = \ln(a) + n \cdot \ln(t)$$

con

$$\begin{aligned} Y &= \ln(h) \\ A &= \ln(a) \\ N &= n \\ X &= \ln(t) \end{aligned}$$

$$Y = A + N \cdot X$$

minimizzando rispetto ad  $A$  e  $B$  si ha:

$$A = \bar{Y} - B \cdot \bar{X}$$

$$B = \frac{\sum_i (X_i \cdot Y_i - m \cdot \bar{X} \bar{Y})}{\sum_i (X_i^2 - m \cdot \bar{X}^2)}$$

con:

$m$  = numero di colonne, cioè di durate di pioggia  $t$

$\bar{X}$  = media dei valori puntuali  $X_i$

$\bar{Y}$  = media dei valori puntuali  $Y_i$

$\bar{X} \bar{Y}$  = sommatoria di  $X_i Y_i$

$\bar{X}^2$  = sommatoria di  $X_i^2$

Procedendo a ritroso si ricavano i parametri della curva di possibilità climatica:

$$a = e^A$$

$$n = B$$

I dati pluviometrici relativi alle stazioni pluviometriche considerate, presenti negli annali idrologici e forniti dal Centro Meteorologico di Teolo dell' ARPAV (allegati in appendice), sono stati elaborati secondo la procedura sopra indicata, considerando un tempo di ritorno **di 50 e 100 anni** (come richiesto

dalla DGR n° 1841 del 19/06/2007). Il tempo di ritorno di 100 anni dovrà essere considerato nel caso si preveda di smaltire per infiltrazione nel terreno oltre il 50 % dell'incremento di portata dovuta alle nuove urbanizzazioni.

Le curve di possibilità climatica ottenute per eventi di durata tra 1 e 24 ore sono riportate in Tabella 3:

Stazione	Quota m. s.l.m.	Curva di possibilità pluviometrica <b>Tr= 50 anni</b>	Curva di possibilità pluviometrica <b>Tr= 100 anni</b>	Fonte dei dati
Calvene	201	$h = 60.94 t^{0.262}$	$h = 67.25 t^{0.259}$	Servizio Idrografico Nazionale
Schio	234	$h = 56.67 t^{0.338}$	$h = 61.91 t^{0.335}$	Servizio Idrografico Nazionale
Posina	544	$h = 51.51 t^{0.567}$	$h = 56.51 t^{0.571}$	Servizio Idrografico Nazionale
Tonnezza del Cimone	935	$h = 70.11 t^{0.359}$	$h = 77.78 t^{0.356}$	Servizio Idrografico Nazionale
Brustolè	328	$h = 68.32 t^{0.354}$	$h = 74.97 t^{0.349}$	ARPAV
Castana	430	$h = 55.98 t^{0.555}$	$h = 60.89 t^{0.559}$	ARPAV
Summano	619	$h = 65.73 t^{0.327}$	$h = 72.39 t^{0.323}$	ARPAV

**Tabella 3.** Curve di possibilità pluviometrica per un tempo di ritorno di 50 e 100 anni.

In Tabella 4 sono riportate le curve di possibilità climatica utilizzate per l'analisi idraulica degli interventi allo studio, ottenute applicando il *metodo dei piani inclinati* alle stazioni del Servizio Idrografico Nazionale di Calvene, Schio e Tonnezza del Cimone.

Curva di possibilità pluviometrica <b>Tr= 50 anni</b>	Curva di possibilità pluviometrica <b>Tr= 100 anni</b>
$h = 63.4 t^{0.338}$	$h = 69.8 t^{0.335}$

Curve di possibilità pluviometrica utilizzate nelle aree allo studio ottenute con il metodo dei piani inclinati.

### 8.1.2 Raggiungimento delle piogge all'Area

Le curve di possibilità pluviometrica illustrate nel precedente paragrafo, essendo state ricavate elaborando valori massimi annuali, forniscono i valori delle altezze di pioggia (in funzione della durata dell'evento) che ragionevolmente possono essere ritenuti validi in corrispondenza del centro di scroscio.

Per tener conto dell'attenuazione che la pioggia subisce man mano ci si allontana dal centro di scroscio e si estende l'area del bacino interessato dall'evento, si procede usualmente a ragguagliare la pioggia all'area trasformando l'originale curva di possibilità pluviometrica  $h=a t^n$  nella curva ragguagliata  $h=a' t^n$ .

Nel caso in esame non è stato applicato alcun coefficiente correttivo all'equazione di possibilità climatica in quanto le aree di interesse risultano tutte di modeste dimensioni.

## 8.2 Stima dei carichi idraulici prodotti dalle nuove previsioni urbanistiche

Come richiesto dalla DGR n° 1841 del 19/06/2007, in questa fase si valuta l'impatto idraulico delle trasformazioni previste, indicando, ove necessario, gli interventi atti a garantire *l'invarianza idraulica* rispetto alla condizione attuale o comunque la sicurezza idraulica del territorio.

Nel Comune di Velo d'Astico le acque meteoriche sono attualmente smaltite da una rete di fognatura mista gestita da Alto Vicentino Servizi S.p.A. e da una seconda rete di fognatura bianca gestita dal Comune che scarica nei corsi naturali presenti nel territorio comunale. L'indicazione generale fornita negli ultimi anni dai gestori delle reti di fognatura consiglia di smaltire per infiltrazione nel terreno i carichi idraulici provenienti dalle nuove. Nel caso le caratteristiche del terreno impediscono uno smaltimento per infiltrazione delle acque meteoriche generate dalle nuove urbanizzazioni (interventi n° 1-2-3-4-5-7-8-13-14-17), si prevede uno smaltimento laminato nei corsi superficiali (o in fognatura) con portata da definire, in fase di piani d'intervento, sulla base delle condizioni del ricettore.

In fase di piano d'intervento le scelte sulla modalità di smaltimento delle acque meteoriche provenienti dai nuovi insediamenti dovranno basarsi su indagini geologiche in loco per confermare o meno i valori di permeabilità del terreno e profondità di falda indicati in questa fase di pianificazione.

Nel caso si preveda di smaltire per infiltrazione nel terreno più del 50 % del carico idraulico prodotto dalle nuove urbanizzazioni, la DGRV di riferimento richiede che le elaborazioni vengano prodotte considerando un tempo di ritorno di 100 anni; nel caso invece lo smaltimento per infiltrazione del nuovo carico idraulico sia inferiore al 50 % il tempo di ritorno da considerare nelle elaborazioni, sia per i sistemi drenanti che per gli accumuli di laminazione per lo scolo nei corsi d'acqua superficiali (o in fognatura), è di 50 anni. Non sapendo in questa fase dello studio quali interventi avranno un seguito in fase d'attuazione e per quali di questi interventi potrà essere effettivamente previsto uno smaltimento per infiltrazione nel terreno del carico idraulico (i valori di permeabilità del terreno e profondità di falda indicati dovranno essere confermati da indagini geologiche in loco), tutte le elaborazioni di seguito riportate sono state realizzate considerando un tempo di ritorno sia di 50 che di 100 anni.

E' evidente che in questa fase di pianificazione strategica, i carichi idraulici stimati, dovranno essere aggiornati in fase di progettazione, quando sarà possibile definire la configurazione piano-altimetrica della rete di drenaggio sulla base dell'assetto urbano adottato.

Come consigliato dalla delibera, i carichi idraulici prodotti dalle nuove urbanizzazioni sono stati stimati utilizzando diverse metodologie:

- *Metodo cinematico*
- *metodo dell'invaso*

Entrambi questi metodi derivano dalla cosiddetta formula *razionale* e determinano la portata di picco nella sezione d'interesse in funzione della precipitazione critica e delle caratteristiche del bacino scolante.

$$Q_c = S \cdot u = S \cdot 2.78 \cdot \varphi \cdot \varepsilon \cdot i(\theta_c, T)$$

dove:

$Q_c$	portata di picco	[l/s]
	superficie del bacino scolante	[ha]
	coefficiente udometrico	
$\varphi$	coefficiente di afflusso	
$T$	tempo di ritorno	
$\vartheta_c$	durata critica	
$\varepsilon$	coefficiente dipendente dal metodo di trasformazione afflussi – deflussi	
$a, n$	parametri della curva di possibilità climatica	
$i = a \cdot \vartheta_c^{n-1}$	intensità di precipitazione	[mm/h]

Le ipotesi alla base della formula *razionale* nella sua formulazione originaria sono:

- A. piogge ad intensità costante
- B. descrizione delle perdite idrologiche con il metodo percentuale, cioè con  $\varphi = \text{costante}$
- C. modello lineare di trasformazione afflussi deflussi

A rigore, il coefficiente di deflusso  $\varphi$ , anziché costante, varia con la durata della precipitazione. Per le reti di drenaggio urbano si assume spesso di trattare il coefficiente come costante, e pari a quello relativo alla precipitazione della durata di un'ora, a patto d'usare, per durate inferiori l'ora, in luogo dell'esponente  $n$  (curva possibilità pluviometrica) il valore di  $\frac{4}{3}n$ . Per durate superiori l'ora è da mantenere  $\varphi$  costante e quindi usare l'esponente  $n$ .

Per la determinazione del coefficiente di deflusso  $\varphi$ , che definisce la parte di precipitazione che giunge in rete, è necessario conoscere le caratteristiche del bacino scolante considerato. Sulla base delle indicazioni fornite dai tecnici del Comune si è stimato l'utilizzo del suolo per le diverse tipologie d'insediamento secondo quanto indicato in Tabella 5.

Tipologia intervento	Sup.coperta [%]	Verde [%]	Strade [%]	Passaggi pavimentati e parcheggi [%]
Residenziale	30	50	10	10
Produttivo	45	15	10	30

**Tabella 5.** Distribuzione dei differenti usi del suolo nelle due tipologie d'intervento.

Tipologia area	Coefficiente di deflusso
Agricola	0,1
Superfici permeabili (aree verdi)	0,2
Semi-permeabili (grigliati drenanti con sottostante materasso ghiaioso, strade in terra battuta o stabilizzato)	0,6
Superfici impermeabili (tetti, terrazze, strade)	0,9

**Tabella 6:** Coefficienti di deflusso indicati dalla DGR n°1841 del 19/06/2007.

Il coefficiente di deflusso  $\varphi$  per le due tipologie d'intervento previste dal PAT (Tabella 7) è stato determinato applicando la media ponderata all'uso del suolo indicato in Tabella 5, utilizzando i coefficienti indicati dalla delibera (Tabella 6):

$$\varphi = \varphi_{copertura} \cdot \% A_{copertura} + \varphi_{verde} \cdot \% A_{verde} + \varphi_{strade} \cdot \% A_{strade} + \varphi_{parcheggi-passaggi} \cdot \% A_{parchegg-passaggi}$$

Tipologia d'intervento	Coefficiente di deflusso
Residenziale	0,52
Produttivo	0,70

**Tabella 7.** Coefficienti di deflusso per le due tipologie d'intervento.

Nelle elaborazioni che seguono viene adottato come coefficiente di deflusso per gli interventi destinati a servizi il valore determinato per la destinazione residenziale.

### 8.2.1 *Metodo cinematico*

Questo metodo assume che la portata di picco transitante in una specifica sezione del reticolo di drenaggio si formi per una durata di precipitazione pari al *tempo di corriavazione*. Si definisce *tempo di corriavazione*, il tempo necessario alla goccia caduta nel punto “più lontano” del bacino scolante per arrivare alla sezione considerata.

$$Q_c = \frac{\varphi \cdot S \cdot i}{360}$$

dove:

$Q_c$	portata di picco	[m <sup>3</sup> /s]
	superficie del bacino afferente	[ha]
$\varphi$	coefficiente di afflusso	
$a, n$	parametri della curva di possibilità climatica	
$t$	durata di precipitazione	[h]
$i = a \cdot \vartheta_c^{n-1}$	intensità di precipitazione	[mm/h]

Per bacini urbani il tempo di corriavazione ( $t_c$ ) può essere stimato, in prima approssimazione, come somma di una componente di accesso alla rete ( $t_a$ ) che rappresenta il tempo impiegato dalla particella d'acqua per giungere alla più vicina canalizzazione della rete scorrendo in superficie, e dal tempo di rete ( $t_r$ ) necessario a transitare attraverso i canali della rete di drenaggio fino alla sezione di chiusura.

$$t_c = t_a + t_r$$

Il valore  $t_a$  varia da 5 -15 minuti con il diminuire della pendenza superficiale.

La velocità in rete, che per evitare problemi di deposito ed erosione deve essere compresa tra 0,5 e 4 m/s, è responsabile invece del tempo di rete  $t_r$ .

Per ogni intervento, non essendo disponibile in questa fase di pianificazione il dettaglio progettuale dei paini d'intervento, si è ipotizzato il tracciato planimetrico di drenaggio più svantaggioso, assumendo  $t_a$  e velocità di progetto funzione dell'altimetria.

Viene di seguito riportato per ciascun intervento la portata di picco ed il volume che dovrà essere immagazzinato negli accumuli di mitigazione prima dello smaltimento nel terreno o nei corsi d'acqua superficiali (o in fognatura), generati da una precipitazione di durata pari al tempo di corriavazione.

Intervento	Tipologia Intervento	Sup. [ha]	$\varphi$ medio	$t_c$ [h]	Qp	Volume	Qp	Volume
					[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> ]
1	Residenziale	0.57	0.52	0.37	0.09	120	0.10	133
2	Residenziale	1.23	0.52	0.42	0.18	275	0.20	303
3	Residenziale	1.17	0.52	0.41	0.18	259	0.19	287
4	Residenziale	1.30	0.52	0.44	0.19	298	0.21	329

Intervento	Tipologia Intervento	Sup. [ha]	$\varphi$ medio	$t_c$ [h]	Qp [m <sup>3</sup> /s]	Volume [m <sup>3</sup> ]	Qp [m <sup>3</sup> /s]	Volume [m <sup>3</sup> ]
					Tr 50 anni		Tr 100 anni	
5	Residenziale	1.00	0.52	0.44	0.14	230	0.16	254
6	Servizi	6.30	0.52	0.67	0.72	1730	0.80	1908
7	Res. - Servizi	0.95	0.52	0.49	0.13	227	0.14	250
8	Res. - Servizi	0.96	0.52	0.41	0.14	212	0.16	234
9	Res. - Servizi	1.4	0.52	0.48	0.19	331	0.21	365
10	Servizi – Res.	5.55	0.52	0.69	0.62	1551	0.68	1710
11	Residenziale	0.99	0.52	0.48	0.14	233	0.15	258
12	Residenziale	2.77	0.52	0.51	0.37	675	0.40	745
13	Residenziale	3.81	0.52	0.58	0.47	986	0.52	1088
14	Residenziale	0.33	0.52	0.35	0.05	68	0.06	75
15	Residenziale	0.78	0.52	0.39	0.12	169	0.13	187
16	Residenziale	0.63	0.52	0.38	0.10	136	0.11	150
17	Produttivo	2.27	0.70	0.60	0.37	800	0.41	883
18	Servizi	0.20	0.52	0.37	0.03	42	0.03	47
19	Residenziale	1.33	0.52	0.47	0.18	313	0.20	346
20	Residenziale	0.41	0.52	0.38	0.06	87	0.07	96

**Tabella 8.** Portata di picco e volume da immagazzinare negli accumuli di mitigazione a seguito di una precipitazione di durata pari al tempo di corriavazione, determinati con il metodo cinematico.

### 8.2.2 *Metodo dell'invaso*

Il metodo dell'invaso è stato utilizzato per verificare le portate determinate con il precedente metodo cinematico. Questo metodo determina la portata di picco generata dal drenaggio di un bacino secondo la formula:

$$Q_c = S \cdot 2.78 \cdot 0.65 \cdot \varphi \cdot a \cdot K^{n-1}$$

dove:

portata di picco [l/s]

$\varphi$  coefficiente di afflusso

a, n parametri della curva di possibilità climatica

K costante d'invaso [h]

Vengono di seguito riportati i carichi idraulici da smaltire a seguito delle trasformazioni urbanistiche previste dal PAT allo studio, determinate con il metodo dell'invaso.

Intervento	Tipologia Intervento	Sup. [ha]	$\phi$ medio	$t_c$ [h]	Qp [m <sup>3</sup> /s]	Volume [m <sup>3</sup> ]	Qp [m <sup>3</sup> /s]	Volume [m <sup>3</sup> ]
					Tr 50 anni		Tr 100 anni	
1	Residenziale	0.57	0.52	0.37	0.07	95	0.08	105
2	Residenziale	1.23	0.52	0.42	0.14	217	0.16	240
3	Residenziale	1.17	0.52	0.41	0.14	205	0.15	227
4	Residenziale	1.30	0.52	0.44	0.15	236	0.16	261
5	Residenziale	1.00	0.52	0.44	0.11	182	0.13	201
6	Servizi	6.30	0.52	0.67	0.57	1368	0.63	1511
7	Res. - Servizi	0.95	0.52	0.49	0.10	179	0.11	198
8	Res. - Servizi	0.96	0.52	0.41	0.11	168	0.13	185
9	Res. - Servizi	1.4	0.52	0.48	0.15	262	0.17	289
10	Servizi – Res.	5.55	0.52	0.69	0.49	1226	0.54	1354
11	Residenziale	0.99	0.52	0.48	0.11	185	0.12	204
12	Residenziale	2.77	0.52	0.51	0.29	533	0.32	590
13	Residenziale	3.81	0.52	0.58	0.37	780	0.41	861
14	Residenziale	0.33	0.52	0.35	0.04	54	0.05	59
15	Residenziale	0.78	0.52	0.39	0.10	134	0.11	148
16	Residenziale	0.63	0.52	0.38	0.08	107	0.09	119
17	Produttivo	2.27	0.70	0.60	0.29	633	0.32	699
18	Servizi	0.20	0.52	0.37	0.02	33	0.03	37
19	Residenziale	1.33	0.52	0.47	0.15	248	0.16	274
20	Residenziale	0.41	0.52	0.38	0.05	69	0.06	76

**Tabella 9.** Portata di picco e volume da immagazzinare negli accumuli di mitigazione a seguito di una precipitazione di durata pari al tempo di corriavazione, determinati con il metodo dell'invaso.

I carichi idraulici relativi ai singoli interventi determinati con il metodo dell'invaso (Tabella 9) verificano e validano le stime precedentemente effettuate con il metodo cinematico (Tabella 8).

### 8.2.3 Riepilogo per singola ATO dei carichi idraulici prodotti dalle nuove previsioni urbanistiche da raccogliere negli accumuli di mitigazione

In questo paragrafo vengono raggruppati per singola ATO i volumi meteorici prodotti dalle urbanizzazioni allo studio, a seguito di una precipitazione di durata pari al tempo di corriavazione, che dovranno essere immagazzinati negli accumuli di laminazione prima dello scarico nei corsi d'acqua superficiali (o in fognatura) o nel suolo. Come richiesto del Genio Civile di Vicenza (integrazione richiesta) si preferisce indicare in questa fase della pianificazione i volumi da immagazzinare negli

accumuli di mitigazione per un evento meteorico di durata pari al tempo di corrievazione, rimandando ai piani d'intervento il dimensionamento dettagliato delle opere di laminazione quando saranno definite le caratteristiche delle singole lottizzazioni, la posizione dello scarico e la portata scaricabile nel ricettore.

Zone Territoriali Omogenee [ATO]	Superficie [Km <sup>2</sup> ]	Numero identificativo dell'intervento (tavola VCO2)	Superficie complessiva interventi [ha]	Volume complessivo da accumulare [m <sup>3</sup> ]		Volume medio per ettaro impermeabile [m <sup>3</sup> /ha <sub>imp.</sub> ]	
				Tr 50 anni	Tr 100 anni	Tr 50 anni	Tr 100 anni
ATO 1B.1	1.5	6-7-8-9-10-11-12-13-14	23.1	6013	6634	500	550
ATO 1B.2	1.5	16-17-18	3.1	978	1080	480	530
ATO 1B.3	1.2	1-2-3-4-5	5.3	1182	1306	430	480
ATO 1B.4	0.6	19-20	1.7	400	442	440	490
ATO 1B.5	2.7	15	0.8	169	187	420	460
ATO 2B.1	13.5	-	-	-	-	-	-

**Tabella 10.** Riepilogo per singola ATO dei volumi da immagazzinare negli accumuli di mitigazione a seguito di una precipitazione di durata pari al tempo di corrievazione.

Dall'analisi dei risultati riportati in tabella 10 è evidente la dipendenza dei volumi specifici stimati ( $m^3/ha_{imp.}$ ) dal tempo di corrievazione del bacino analizzato. Le superfici dei singoli interventi, ricostruite partendo dalle linee di espansione proposte dagli urbanistici e dai relativi limiti fisici, hanno complessivamente superficie maggiore di quella trasformabile nell'intero territorio comunale. In fase di piani d'intervento troveranno quindi un seguito solamente alcuni degli interventi proposti ed eventualmente solo parte di essi. Per gli interventi n° 6-10-13-17, caratterizzati da una notevole estensione, è possibile che in fase di piani d'intervento si proceda solo ad una loro parziale urbanizzazione; in questo caso i volumi da considerare dovranno essere quelli calcolati per interventi di superficie confrontabile con l'effettiva urbanizzazione realizzata.

### 8.3 Tecniche di smaltimento nel suolo

Le indicazioni fornite dai gestori delle reti di fognatura consigliano di smaltire nel suolo i nuovi carichi idraulici prodotti dalle nuove urbanizzazioni quando le caratteristiche idrogeologiche del terreno lo consentono per non aggravare la precaria condizione del reticolto di drenaggio.

In questa fase di pianificazione strategica che non definisce l'assetto urbano delle aree di sviluppo non si è in grado di stabilire la tecnica di smaltimento da adottare, che dovrà essere valutata caso per caso previa indagine geologica per verificare i valori di permeabilità del terreno e profondità di falda stimati.

Vengono di seguito brevemente descritte le tecniche d'infiltrazione nel terreno che potranno essere combinate nel futuro assetto urbano in fase attuativa per smaltire le acque meteoriche originate sia in area privata che pubblica; è necessario sottolineare che per le aree soggette a notevole inquinamento veicolare, quali strade, piazzali e parcheggi, dovrà essere presa in considerazione l'installazione, a monte dei sistemi di infiltrazione, di un pretrattamento realizzato con vasche di prima pioggia.

- pavimentazioni permeabili
- caditoie filtranti
- cunette filtranti
- pozzetti disperdenti
- bacini d'infiltrazione
- pozzi d'infiltrazione
- trincee drenanti

### **8.3.1 *Pavimentazioni permeabili***

Il ricorso a pavimentazioni permeabili è solitamente limitato alle strade ad uso pedonale e/o marciapiedi (asfalti porosi) oppure alla realizzazione di parcheggi utilizzando elementi prefabbricati a forma alveolare in conglomerato cementizio. Occorre osservare che l'efficacia di una pavimentazione permeabile dipende, oltre che dalla corretta esecuzione e manutenzione dello strato più superficiale, anche e in special modo dalla tipologia adottata per gli strati sottostanti, posti tra quello più superficiale e il terreno di base. A sua volta, tale tipologia dipende dalla natura del sottosuolo: risulta infatti chiaro che, qualora questo possieda già buone caratteristiche drenanti, tali strati hanno solo la funzione di vettori delle portate infiltrate e di eventuale filtro nei confronti degli inquinanti da queste veicolate; invece, qualora non sussistano le garanzie di permeabilità del sottosuolo, l'intera pavimentazione assume un ruolo di accumulo, anche se temporaneo, delle acque infiltrate, che vengono gradualmente restituite al sistema drenante previsto.

### **8.3.2 *Caditoie filtranti***

Questo tipo di manufatto ha lo scopo di agevolare l'infiltrazione nel suolo delle acque di origine meteorica che si raccolgono sui tetti o sulle superfici stradali; le soluzioni a tale scopo adoperabili sono differenti. In particolare si può fare la seguente distinzione:

- a) Acque provenienti dai tetti (Figura 6): possono essere utilizzati manufatti di assorbimento; in essi l'acqua viene scaricata dalle colonne pluviali all'interno di pozzetti muniti di fondo drenante e da qui in piccole trincee drenanti.
- b) Acque provenienti da superfici stradali (Figura 7): in questo caso le acque accumulate lungo le cunette stradali sono scaricate in caditoie munite di una prima camera finalizzata alla separazione dei solidi grossolani (foglie, inerti ecc..); da qui le acque passano in una seconda camera, munita di fondo drenante, da cui si diparte la trincea drenante. L'ingresso in queste è protetto da una griglia, al fine di evitare pericoli di occlusioni.

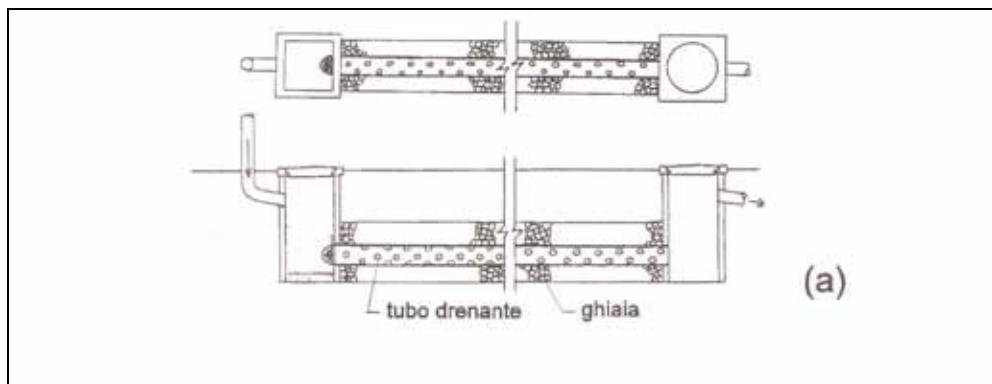


Figura 6. Caditoie filtranti. Sistemi di fognatura-Mauale di Progettazione.

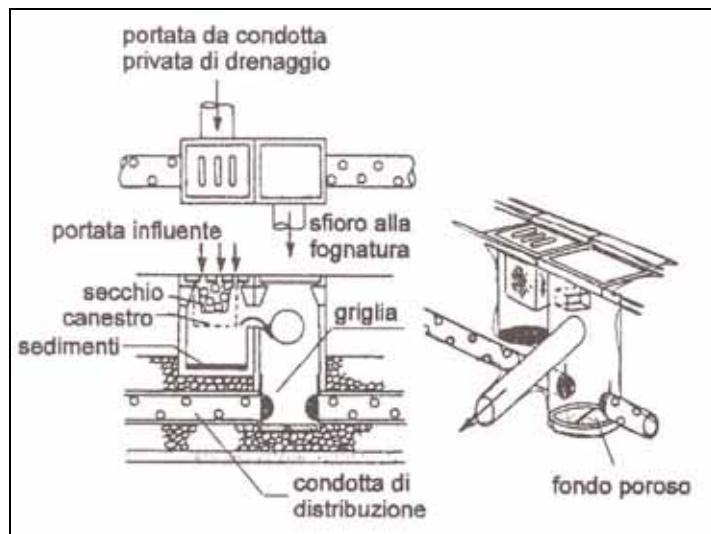


Figura 7. Caditoia utilizzata per lo smaltimento delle acque provenienti da superfici stradali. Sistemi di fognatura - Manuale di progettazione.

### 8.3.3 Cunette filtranti

Le cunette filtranti (Figura 8) sono costituite da elementi in calcestruzzo poroso o forato; quello superficiale a "L", consente il passaggio dell'acqua accumulata lungo i bordi della carreggiata stradale

all'interno di elementi inferiori a "U", attraverso i quali essa filtra in una trincea drenante realizzata intorno l'elemento stesso. Nel caso di strade sottoposte a traffico veicolare pesante, in cui è necessario adoperare elementi a "L" in calcestruzzo, dotato di elevate caratteristiche di resistenza (quindi non poroso), il passaggio dell'acqua negli elementi sottostanti a "U" avviene solo attraverso le caditoie.

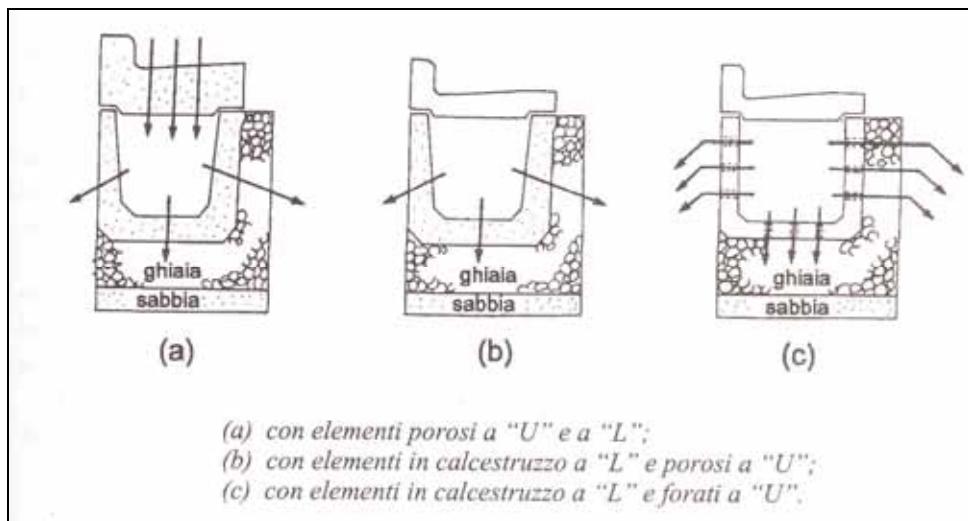


Figura 8. Cunette filtranti. Sistemi di fognatura - Manuale di Progettazione.

#### 8.3.4 Pozzetti disperdenti

Un sistema simile a quello prima descritto si può ottenere utilizzando pozzetti disperdenti, dotati di pareti forate; ad essi fa capo una rete di dispersione, attraverso la quale le acque bianche si infiltrano nel sottosuolo. Tale sistema è ovviamente possibile ove si adottino fognature a sistema separato.

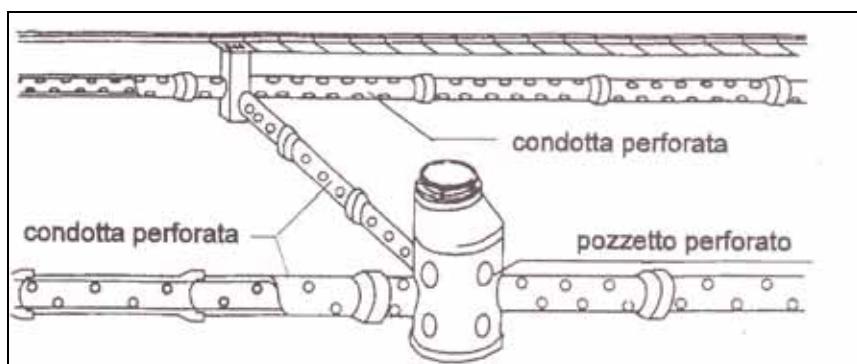


Figura 9. Pozzetti disperdenti. Sistemi di fognatura - Manuale di progettazione.

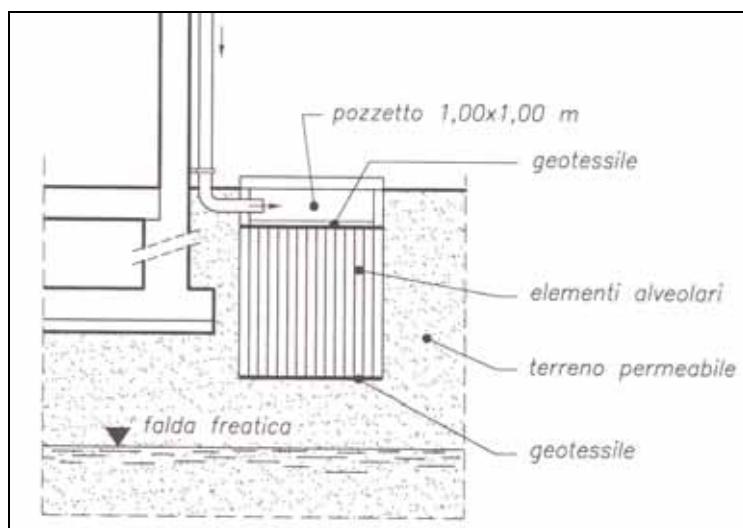
### 8.3.5 Bacini d'infiltrazione

Differenti sono le modalità a cui si può fare ricorso per la realizzazione di capacità di accumulo temporaneo delle acque meteoriche, attraverso le quali queste vengono smaltite per infiltrazione nel sottosuolo; esse sono sostanzialmente riconducibili al caso delle “strutture serbatoio” realizzate al di sotto della pavimentazione stradale, e a quello di serbatoi in cui l’accumulo avviene al di sopra del piano campagna. In ogni caso, la formazione di una capacità di accumulo è indispensabile, come volano tra l’idrogramma di piena in arrivo e il regime delle portate infiltrate.

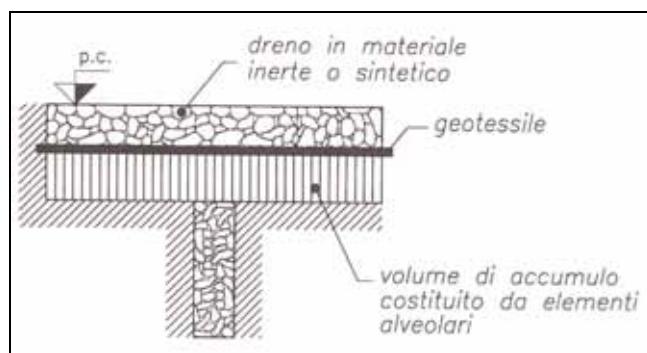
### 8.3.6 Pozzi d'infiltrazione

La tecnica dei pozzi d'infiltrazione può essere adoperata per interventi a piccola scala (acque provenienti da tetti isolati) o a grande scala (emissari bianchi di fognature bianche a sistema separato).

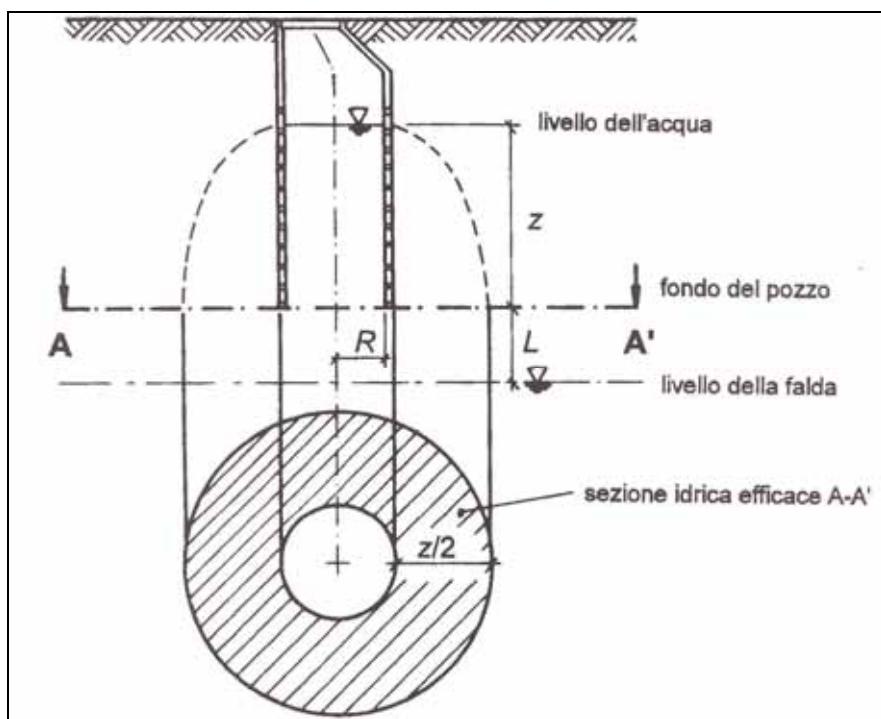
Nel primo caso si può adottare lo schema di Figura 10; nel secondo, è opportuno realizzare, a monte del pozzo, una capacità di stoccaggio temporaneo. In Figura 11 è riportato un esempio di accoppiamento con una struttura serbatoio, realizzata al di sopra del pozzo: il geotessile, interposto fra i due, garantisce un effetto di filtrazione, necessario al fine di prevenire il progressivo intasamento del pozzo; la posizione quasi superficiale del geotessile ne consente la sostituzione, qualora se ne constati l'intasamento. Il pozzo filtrante può essere pure realizzato privo di riempimento interno, ma con rivestimento delle pareti con anelli finestrati in calcestruzzo e fondo drenante (Figura 12).



**Figura 10.** Esempio di pozzo d'infiltrazione per lo smaltimento delle acque provenienti dai tetti. Sistemi di fognatura - Manuale di progettazione.



**Figura 11.** Esempio di pozzo d'infiltazione accoppiato a struttura a serbatoio. Sistemi di fognatura - Manuale di progettazione.



**Figura 12.** Pozzo d'infiltazione realizzato con anelli finestrati e senza corpi di riempimento. Sistemi di fognatura - Manuale di progettazione.

### 8.3.7 Trincee drenanti

Nel caso di trincee drenanti la superficie drenante ha uno sviluppo prevalentemente orizzontale, anziché in verticale come nei pozzi; le acque introdotte nella trincea si infiltrano nel suolo attraverso le pareti laterali e il fondo. La trincea è munita di una condotta forata centrale del diametro minimo DN 200, che in assenza di un collegamento alla rete di fognatura, ha lo scopo di ridistribuire l'acqua in tutta l'area di drenaggio.

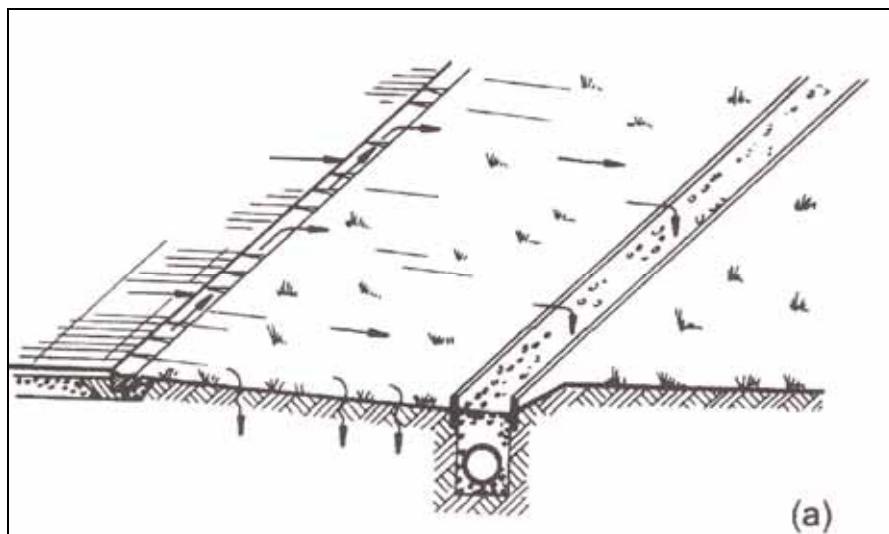


Figura 13 Trincea drenante: (a) vista. Sistemi di fognatura - Manuale di progettazione.

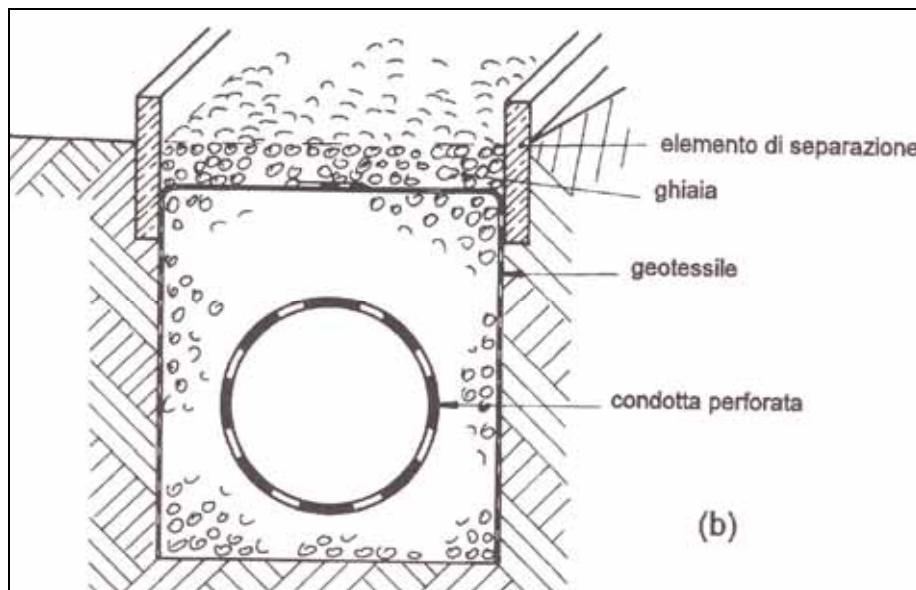


Figura 14 Trincea drenante: (b) sezione trasversale. Sistemi di fognatura - Manuale di progettazione.

Un'applicazione oggi molto utilizzata di trincee drenanti è composta da strutture reticolari in polipropilene, materiale completamente riciclabile, a forma di parallelepipedo. La struttura può essere sviluppata sia in linee orizzontali che verticali a seconda dello spazio a disposizione e della conformazione del terreno.

I vari moduli sono uniti in modo semplice con un sistema di bloccaggio tubolare o a clips. La trincea drenante deve essere interamente avvolta da un tessuto geosintetico che ha lo scopo di proteggere i moduli dall'intasamento. E' prevista l'installazione di pozzetti di controllo. I moduli, infatti, sono stati

progettati in modo da formare dei tunnel all'interno della struttura. Tramite un kit d'ispezione composto da sonda e lancia è possibile accedere a questi tunnel, esaminare la trincea drenante e, se necessario, effettuare la pulizia del materiale depositato.

L'intera struttura è testata secondo il criterio statico SLW60 e quindi la trincea disperdente può essere collocata anche in una zona asfaltata soggetta a traffico, sia leggero sia pesante.



**Figura 15.** Strutture reticolari per lo smaltimento delle acque meteoriche per infiltrazione nel terreno.

Queste strutture permettono uno smaltimento per infiltrazione nel terreno operando inoltre un invaso per la laminazione della portata in ingresso rispetto alla portata smaltibile nel suolo.

## 9. RACCOMANDAZIONI PER L'ATTUAZIONE DEGLI INTERVENTI

Le aree di espansione previste dal PAT allo studio ricadono in prossimità degli aggregati urbani dove lo smaltimento delle acque meteoriche è affidato quasi esclusivamente alla reti di fognatura; le indicazioni dei gestori delle reti di fognatura (Alto Vicentino Servizi S.p.A. e Comune) consigliano uno smaltimento dei nuovi carichi idraulici nel suolo. Le modalità di smaltimento nel suolo (pozzi d'infiltrazione, bacini d'infiltrazione, trincee drenanti e altre tecniche d'infiltrazione) dovranno essere progettate caso per caso nei piani d'intervento nel rispetto della normativa vigente previa indagine geologica che determini con precisione la permeabilità del terreno e la profondità della falda. In questa fase di pianificazione le informazioni idrogeologiche disponibili per il territorio comunale sconsigliano lo smaltimento nel suolo delle acque meteoriche per gli interventi n° 1-2-3-4-5-7-8-13-14-17.

Gli interventi di sviluppo analizzati, dedotti dalle indicazioni degli urbanisti (“tavola della trasformabilità”), hanno una superficie complessiva molto maggiore della massima superficie che il Comune può trasformare; quindi solo alcuni degli interventi proposti (ed eventualmente parte di essi) troveranno un seguito in fase attuativa.

Nella presente relazione di compatibilità idraulica si è stimato per ciascun intervento il nuovo carico idraulico, prodotto da una precipitazione pari al tempo di corrievazione, che dovrà essere immagazzinato negli accumuli di mitigazione prima dello scarico nel terreno o nei corsi d'acqua superficiali (o in fognatura).

Non sapendo in questa fase della pianificazione quale scelta progettuale sarà successivamente adottata per lo smaltimento delle acque meteoriche, le elaborazioni sono state eseguite considerando un tempo di ritorno sia di 50 che di 100 anni (come richiesto dalla DGRV n° 1841 del 19/06/2007); dovranno essere considerate le indicazioni per un tempo di ritorno di 100 anni nel caso si preveda di smaltire per infiltrazione più del 50 % dell'incremento di portata generato dalle nuove espansioni urbanistiche.

L'indicazione generale rimane, quando possibile, che ogni lottizzazione provveda allo smaltimento del proprio carico idraulico.

Si consiglia inoltre:

Smaltimento delle acque meteoriche provenienti da coperture e piazzali di aree private mediante dispersione sul suolo all'interno della proprietà stessa.

Realizzazione delle superfici scoperte, quali percorsi pedonali e piazzali utilizzando accorgimenti tecnici che favoriscano l'infiltrazione delle acque nel terreno.

Realizzazione in aree di verde pubblico delle strutture d'infiltrazione per le acque meteoriche provenienti da strade, piazzali e aree a verde.

Le acque “inquinate” di prima pioggia provenienti da piazzali di manovra e dalle aree di sosta degli automezzi dovranno essere destinate ad un disoleatore per il trattamento prima della

consegna finale al sistema di infiltrazione; tali vasche dovranno essere periodicamente sottoposte ad interventi di manutenzione e pulizia. Analoghi sistemi disoleatori dovranno essere previsti anche per interventi di nuova viabilità all'interno o in prossimità di aree sensibili quali SIC.

Divieto di realizzare nuove tominature di alvei demaniali, anche ai sensi dell'art. 115, comma 1, D. Lgs 152/2006. Solo in presenza di situazioni eccezionali tali tipologie di intervento potranno essere autorizzate.

Qualora lo smaltimento nel suolo non sia possibile, lo scarico in fognatura o in un corso d'acqua dei carichi idraulici prodotti dalle nuove urbanizzazioni, dovrà essere valutato caso per caso insieme al gestore del ricettore interessato per verificarne la reale capacità ricettiva ed eventualmente prevedendo accumuli di laminazione che consentano una restituzione che non provochi criticità.

Gli eventuali invasi necessari a laminare le portate di piena dovranno essere ricavati principalmente adottando le seguenti metodologie:

- bacini di laminazione inseriti in aree verdi e realizzati con vasche in terra collegate alla rete drenante con dispositivi che limitano le portate scaricate ai valori di progetto.
- vasche volano in calcestruzzo poste a valle della rete di fognatura ordinaria.
- vasche volano in calcestruzzo poste in derivazione sulla rete di fognatura ordinaria.
- i volumi di invaso potranno essere ottenuti anche attraverso il sovradimensionamento delle condotte per acque meteoriche.

La portata scaricata nel ricettore dovrà essere limitata al valore di progetto attraverso un pozzetto provvisto di bocca tarata.

Per l'intervento n° 18, indicato dall'analisi geologica come soggetto a pericolo di esondazione, si richiamano le relative prescrizioni contenute nella "Carta delle Fragilità", secondo le quali è vietata la realizzazione di vani interrati e, nel caso di immobili ad uso residenziale, i locali al piano terra non potranno essere destinati ad uso abitazione ma solo essere utilizzati come locali accessori (autorimesse, depositi, servizi igienici).

Si sottolinea inoltre la necessità di uno sviluppo urbanistico nel rispetto delle norme di Polizia Idraulica, che trovano il loro fondamento sui vigenti Regi Decreti n° 368 del 08/05/1904 e n° 523 del 25/07/1904.

*Studio Ing. Silvia Dall'Igna*  
*Via San Vincenzo 21, 36016 Thiene (VI)*

## APPENDICE

Vengono di seguito riportati i dati pluviometrici, per eventi di durata di 1, 3, 6, 12, 24 ore, relativi alle stazioni di Calvene, Schio e Tonnezza del Cimone del Servizio Idrografico Nazionale e delle stazioni Brustolè di Velo d'Astico e Castana dell'ARPAV:

Anno	Stazione di Calvene (201 m. s.l.m.) - Massimo annuale				
	Durata 1 h	Durata 3 h	Durata 6 h	Durata 12 h	Durata 24 h
1955	30.4	36.2	51	67	79
1956	42.8	65.4	76.8	106	131.2
1957	68	77	80.6	80.6	81.2
1958	20	26.8	39.4	55	65.2
1959	44.2	44.2	44.2	64	107.2
1960	19.8	25.6	35.8	47	60.4
1961	40.8	53	53.8	54.6	64.2
1962	16	18.6	30.8	49.8	74.6
1963	39.6	56	70	73.2	79.8
1965	27	27.4	46.4	61.6	63.4
1967	16.6	20	31.4	42.4	53.6
1968	21.4	32.6	46.4	57.8	62.2
1969	21.8	29	38	65.2	77.2
1970	25	26.6	30.8	51.4	72
1972	18	20	30.2	44.2	49.8
1973	37	41.4	47.8	49	-
1974	23	29	37.8	62.2	64.6
1976	42.6	44	44.6	47.6	50.8
1977	27.8	30.8	35.8	44.8	60
1980	25.2	30	38.8	72	86.8
1982	38.8	52	52	52.4	64
1984	35	55.8	93	122.8	144.6
1985	28.4	28.4	37	48.8	73.2
1986	32	32	47.2	72	114
1991	29.2	53.4	53.4	81	108.2
1992	37.8	57	62.2	101.8	122.4
1993	50	58.6	58.6	67.8	68.2
1994	38	63.2	63.2	63.2	108.2
1995	42	52.4	62.4	74.4	92.4

**Tabella 11.** Stazione di Calvene - Massimi annuali per eventi di durata di 1, 3, 6, 12 e 24 ore.

Anno	Stazione di Schio (234 m. s.l.m.) - Massimo annuale				
	Durata 1 h	Durata 3 h	Durata 6 h	Durata 12 h	Durata 24 h
1924	45	57.6	64.8	72.4	-
1925	25		66	-	71
1926	-	-	59	105	177
1927	-	-	44	-	95.4
1928	29	38	69	122	160
1931	23	30	49.6	89.2	116.6
1932	35.6	57	61.2	62	64.4
1933	27.4	38.8	43.8	57	70.6
1934	43.2	50	93.4	94.2	128.2
1935	35.8	54.6	94	130.8	133.6
1936	15.8	19.2	32.2	51.4	73
1937	48.8	49.2	54.6	57.2	93.6
1938	32.6	41.2	49.6	56	83
1939	28.8	41	53	67.6	91.2
1940	35.8	38.4	46	70	89.2
1941	33	53	83	111	127
1942	33	47	52.2	78	111
1943	17	26	47.6	61.4	85
1944	31.2	32.8	32.8	63	96
1945	30.2	36.4	61.4	67.4	112
1946	31.8	43.2	44	44.8	75
1947	29.8	41	42	56.2	73.6
1948	24.2	44	47	48.2	76
1955	48.8	49	49.2	75.2	84.2
1956	25.4	37.2	57.8	78	114.4
1957	34.8	35	40	80	106.2
1958	21	55	71.6	90.6	112.4
1959	27.8	44.4	59.6	96.6	138.4
1960	36	41.4	48	74.6	98.6
1961	17	22	34.8	62.6	85.4
1962	20.2	24.8	40.2	67.4	109.4
1963	38	50.4	50.6	100	126.4
1964	32.8	35.4	59.6	102.4	124.4
1965	28.8	43.4	51.8	65	93.4
1966	33.2	50.6	66.4	103	185.4

1967	25	39	61	103.6	117.6
1968	44	73.6	98	108	113.2
1969	29.8	37.8	63.2	102.8	116.4
1970	25.6	36.8	49.2	60.8	94.4
1971	33	45.2	54.2	54.6	69
1972	22	41.4	53.6	69.2	91.6
1973	27	32.4	49	65	82.2
1974	36.6	49.4	49.8	63	89.4
1975	42	50	54	55.6	112
1976	29	35	38	70	117
1977	33	65	22.8	131.2	146.4
1978	20	40	47	75	108
1979	35.2	35.2	50	82.8	140
1980	43.6	54.6	55	75.4	90.2
1981	43	47.6	56	84.2	114.4
1982	16.6	26.4	47.6	84.2	114.4
1983	46.6	48.2	48.4	48.4	75
1984	43	48.8	54	62.8	92.6
1985	36.2	40	50	57	89
1986	39.8	51.5	62.5	71.8	112.3
1987	31.8	34.4	47.2	77.4	88.6
1988	69.4	73.6	74	92.8	103.8
1989	53.8	66.8	73	86	111.4
1990	19.6	46	70	104	113.8
1991	42	47.6	59.4	105	139.8
1992	36.2	49	63.4	86.4	150
1993	57.6	64.6	74	124.4	134.4
1994	36.2	51	64.8	66	72.6
1995	57	57	63.6	64.8	83.4

**Tabella 12.** Stazione di Schio - Massimi annuali per eventi di durata di 1, 3, 6, 12 e 24 ore.

Anno	Stazione di Tonnezza del Cimone (935 m. s.l.m.) - Massimo annuale				
	Durata 1 h	Durata 3 h	Durata 6 h	Durata 12 h	Durata 24 h
1938	85	108	124	143	168.8
1939	54	139.6	146.8	151	167.8
1940	27.2	54.4	62	89	101

1941	47	61.6	66	77	93
1942	26	30	44	54.4	93
1943	21.4	39.4	54.4	66.4	78.4
1946	39.6	50.4	65	76	104.8
1947	24.4	37	51.2	81.4	126.2
1948	31.4	43.8	51	65	106
1949	35.4	54.8	60.2	74.8	107.6
1950	36.4	46	62.2	64.6	89.4
1951	34	56.4	59	81.6	129.4
1952	37.8	62.4	64.2	74.6	103.6
1953	60.4	81	93	114	140.6
1954	32.4	56.4	58.8	68.6	83.4
1955	20.4	26	32.4	47	62.2
1956	23.4	44	65	94	119.2
1957	38.2	53.1	74.2	99.4	163.8
1958	26	66.6	80.2	145.8	180.6
1959	32	36.4	62.8	88	149.2
1960	42	57	72	108.2	149.4
1961	30.8	38.4	50.8	94	126.6
1962	63.6	70.6	73.4	83.8	134.6
1963	45	56.6	72.6	81	112.8
1964	51.6	83.8	90.4	99.8	128.4
1965	43	46.2	64.6	99.4	131.6
1966	25.4	56	80	142	234.6
1967	31	34	63	79.2	108
1968	46	71.2	86.6	94.8	123.2
1969	23.6	33.4	43	74.6	91.8
1970	37.8	73.6	74.6	102.2	104.6
1971	29.6	34.8	54.8	56	78.8
1972	15	35	58.4	74.4	91
1973	25.2	29.2	59	73.6	108
1974	27.6	38	43.2	50	81.6
1975	30	48.4	62.2	89	89
1976	23.2	46.2	54	80	109.6
1977	25	48	75	99.8	107.6
1978	18	34	52	80	126.4
1979	38	48.8	59.4	116	189.8
1980	28.8	34	55	100	158.6

1981	43	69	96	159	196.2
1982	22	33.8	44	73.2	87.6
1983	22.2	22.8	23	32	42.6
1985	32.2	45.9	52.8	53	69
1987	43	69	94	130	135.6
1988	15	33	58	91	104.2
1989	14	20	31	44	60
1990	18	40	60	89.4	94.6
1991	40	76.6	112	116.4	129.2
1992	34.2	46.8	64	116.6	168.4
1993	65	86.2	135	205	208.4
1994	24.6	38.2	51.8	71.4	86.6
1995	27	47	73	81	97.8

**Tabella 13.** Stazione di Tonnezza del Cimone - Massimi annuali per eventi di durata di 1, 3, 6, 12 e 24 ore.

Anno	Stazione Brustolè di Velo d'Astico (328 m. s.l.m.) ARPAV - Massimo annuale				
	Durata 1 h	Durata 3 h	Durata 6 h	Durata 12 h	Durata 24 h
1993	43.4	75.4	117.8	180	200.4
1994	30.4	60.4	73.2	77	114
1995	44.6	47.2	64.4	71	101.4
1996	45.8	71.6	71.6	98.6	126.6
1997	26.8	35.6	60.6	97.4	112.4
1998	35.8	42.2	63.4	93	110.6
1999	20	39.2	52.6	75.4	89
2000	30.4	52.6	90.8	132.4	154.2
2001	26.6	40.2	59.8	62.8	97.8
2002	68.4	92	92	92	133
2003	26.8	39.4	63.6	112.8	147.4
2004	37.2	57.8	66.2	74.2	112.2
2005	48.4	85.6	90.8	115.4	165.2
2006	23.6	52	72.6	107.2	133.4
2007	43.4	58.4	77.8	91	163.2

**Tabella 14** Stazione ARPAV Brustolè di Velo d'Astico - Massimi annuali per eventi di durata di 1, 3, 6, 12 e 24 ore.

Anno	Stazione di Castana (430 m. s.l.m.) ARPAV - Massimo annuale				
	Durata 1 h	Durata 3 h	Durata 6 h	Durata 12 h	Durata 24 h
1986	27.6	37.4	72.2	130	209.6
1987	13.8	32.2	48	88.6	115
1988	33.2	65.8	91.6	111.6	149.2
1989	32.8	36.6	63.8	90.2	130.2
1990	31.6	41.4	76.8	143	193.8
1991	41.2	55.4	84.4	123.2	161.6
1992	37.4	66.4	86.6	147.4	223.8
1993	40	84	142.2	235	253
1994	34.2	59.4	83.6	113.2	129
1995	22.2	49.2	70.6	77.2	112
1996	37.4	54.4	83.4	118.4	146.4
1997	28.8	50	70.6	93.8	121.4
1998	28.8	39.6	68.6	85.4	103
1999	57.4	94	138.2	250.6	312.4
2000	25.6	54.4	99.8	144.6	159.8
2005	39.6	77.4	83	96.4	132
2006	24.2	54.6	77.8	107.8	134.2
2007	34.4	48	91	108	196.8

Tabella 15. Stazione ARPAV di Castana - Massimi annuali per eventi di durata di 1, 3, 6, 12 e 24 ore.