COMUNE di
CORNEDO VICENTINO
Provincia di Vicenza

2015

P.R.C. P.I.	Variante n. 1 Piano degli Interventi (art. 17, L.r. 11/2004)	Elab.			REL

VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA

Il Sindaco
Martino Angiolo Montagna

Il Segretario
Antonietta Michelini

Area Tecnica Urbanistica SUAP, Edilizia, Ambiente
Giampaolo Tonegato

Il Progettista
Fernando Lucato

collaboratori
Loris Dalla Costa
Elena Marzari

Valutazione di Compatibilità Idraulica
Dott. Geol. Claudia Centomo
Dott. Ing. Marco Dal Pezzo

DOLOMITI STUDIO STUDIO ASSOCIATO
Piazza Dolomiti 8/A 36076 Recoaro Terme VI
Tel e Fax 0445 780229
info@dolomitistudio.it www.dolomitistudio.it

FEBBRAIO 2016

AUA URBANISTICA E AMBIENTE
Fernando Lucato urbanista
Strada Postumia 139 - 36100 Vicenza
tel. 0444.535860 fax. 0444.1837945
mail: f.lucato@auaurbanistica.com
pec: fernando.lucato@archiworldpec.it
www.auaurbanistica.com

INDICE

1 Premessa 2
2 Normativa di riferimento 2
3 Il drenaggio urbano 3
4 Inquadramento generale 4
4.1 Inquadramento territoriale 4
4.2 Inquadramento geolitologico e idrogeologico 6
4.3 Vincoli 8
5 Descrizione del progetto 9
6 Principali parametri idraulici di dimensionamento 11
6.1 Tempo di Ritorno 11
6.2 Curva di possibilità pluviometrica 11
6.3 Il coefficiente di deflusso e la superficie di trasformazione 14
6.4 Tempo di corrivazione 15
6.5 Permeabilità del terreno 16
6.6 Coefficiente udometrico per la portata allo scarico 16
6.7 Modello geologico 17
7 Individuazione dell'opera di mitigazione idraulica 18
7.1 Sistemi di laminazione allo scarico 20
7.1.1 Invaso mediante vasca di laminazione 20
7.1.2 Vespai interrati realizzati con sistema a celle assemblabili 20
7.1.3 Accumulo in sistemi di tubazioni di grande diametro affiancate 21
7.1.4 Lo scarico finale 22
7.2 Sistemi di infiltrazione 22
7.2.1 Pozzi perdenti 22
8 Dimensionamento dell'opera 23
8.1 Schema A 23
8.1.1 Metodo Cinematico 23
8.2 Schema B 25
8.3 Schema C 28
9 Prescrizioni finali 31
10 Conclusioni 32

Allegati:

- Scheda intervento
- Dati pluviometrici
- Autocertificazioni

1 PREMESSA

Su incarico dell'**Amministrazione del Comune di Cornedo Vicentino** viene redata la seguente Valutazione di Compatibilità Idraulica relativa alla variante n. 1 al Piano degli Interventi, per ampliamento di grande struttura di vendita, ditta "Supermercati Tosano Cerea s.r.l.".
Lo scopo fondamentale dello studio di Valutazione Compatibilità Idraulica è quello di far sì che le trasformazioni urbanistiche 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 delle possibili alterazioni del regime idraulico conseguenti ai cambi di destinazione o trasformazioni di uso del suolo.

In sintesi lo studio idraulico, per ogni singolo punto d'intervento, fornisce soluzioni tecniche e prescrizioni operative che dovranno essere seguite in fase di progetto esecutivo.

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La presente relazione è stata redatta in ottemperanza alla seguente normativa di riferimento:

- Deliberazione della Giunta Regionale del Veneto 13 dicembre 2002, n. 3637, Legge 3 Agosto 1998, n°267. "Individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idraulico e idrogeologico. Indicazioni per la formazione di nuovi strumenti urbanistici";
- Deliberazione della Giunta Regionale del Veneto 29 dicembre 2004, n. 4453, "Piano di Tutela delle Acque";
- Deliberazione della Giunta Regionale del Veneto 10 maggio 2006, n. 1322, che recepisce le indicazioni della L.267/98 alla luce della nuova legge urbanistica 11/2004;
- Decreto Legislativo del 03 aprile 2006 n°154, "Norme in materia ambientale";
- Decreto Legislativo n°4/2007, "Iniziative ed interventi regionali a favore dell'edilizia sostenibile";
- Deliberazione della Giunta Regionale del Veneto 6 ottobre 2009, n. 2948, "Nuove indicazioni per la formazione degli strumenti urbanistici. Modifica delle delibere n. 1322/2006 e n.1841/2007 in attuazione della sentenza del Consiglio di Stato n. 304 del 3 aprile 2009".

3 IL DRENAGGIO URBANO

Il drenaggio urbano rappresenta l'insieme delle opere che consentono la raccolta e lo smaltimento delle acque di origine meteorica, civile e industriale, prodotte in una zona urbanizzata. L'urbanizzazione rappresenta lo stadio finale di un lungo processo di trasformazione dell'uso del suolo che ha prodotto trasformazioni radicali sull'ecosistema e sul ciclo idrologico. Con il passaggio da aree agricole ad aree residenziali o industriali, con formazione di piani impermeabili e coperti, è necessario esaminare le variazioni che incorrono nell'infiltrazione delle acque ruscellanti al suolo per valutare le problematiche di carattere idraulico del territorio interessato. Nei terreni agricoli, o a verde, le acque meteoriche che giungono al suolo in parte vengono assorbite dal terreno ed una parte sgrondano verso i fossi e vengono allontanate; tale caratteristica peculiare viene ad essere alterata quando un'area agricola viene trasformata in un'area residenziale o industriale. In questo caso le acque meteoriche incontrano piazzali asfaltati o cementati e tetti (superfici notoriamente impermeabili e predisposte con opportune pendenze) e sono convogliate rapidamente verso i collettori di raccolta. Il principale problema che si pone a questo punto sono i fossi e i bacini fluviali che ricevono elevate portate d'acqua istantanee in caso di eventi meteorici brevi ma intensi.

In sintesi, le conseguenze più evidenti dell'urbanizzazione sono:

- incremento della porzione impermeabile del suolo, che riduce l'infiltrazione;
- riduzione degli invasi e incremento delle velocità di scorrimento superficiali ossia, a parità di precipitazione, aumenta il deflusso meteorico, aumenta il picco di portata durante l'evento e si riducono i tempi di corrivazione caratteristici;
- aumento in entità e frequenza dei deflussi potenzialmente pericolosi a seguito di eventi meteorici di bassa- media intensità.
-

Altresì, in sintesi, gli effetti sulla rete del drenaggio naturale sono:

- aumento della frequenza e dell'entità delle esondazioni;
- aumento della frequenza e dell'intensità delle erosioni come conseguenza dell'aumento della velocità e della portata che attraversano la rete idrografica interessata;
- aumento della massa solida degli inquinanti riversati nei recettori con possibili alterazioni dell' ecosistema.
- Per ovviare a tale problema e individuare delle compensazioni all'aumentare delle portate di acqua ruscellante con l'impermeabilizzazione dei suoli le soluzioni principalmente adottate sono due:
- disperdere le acque bianche nel sottosuolo (nel caso in cui la qualità delle acque raccolte lo consenta);
- laminare in appositi bacini le acque in eccesso, per evitare "picchi" di piena nei recettori naturali presenti.
- La scelta fra questi sistemi dipende sia dalla dimensione dell'intervento, ovvero della superficie oggetto di variante alla destinazione d'uso del suolo, e sia dalle caratteristiche di permeabilità del suolo e sottosuolo e della profondità della falda.

4 INQUADRAMENTO GENERALE

4.1 Inquadramento territoriale

L'area oggetto di intervento si colloca tra le strade parallele di via Monte Veraldo (strada Provinciale 246) e Via Campagna in località *"Melonara"* nel Comune di Cornedo Vicentino.

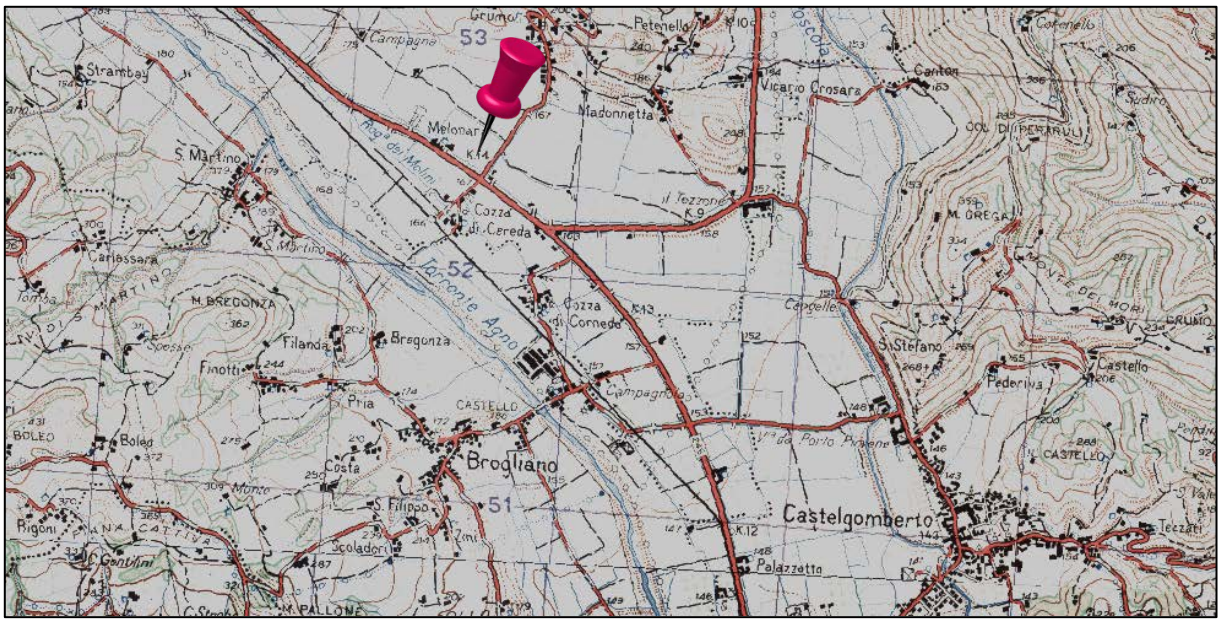


Fig. 4-1 – Corografia_ Foglio n°49 Quadrante I Orientamento N.O. "Malo"

Fig. 4-2 – Estratto ortofoto

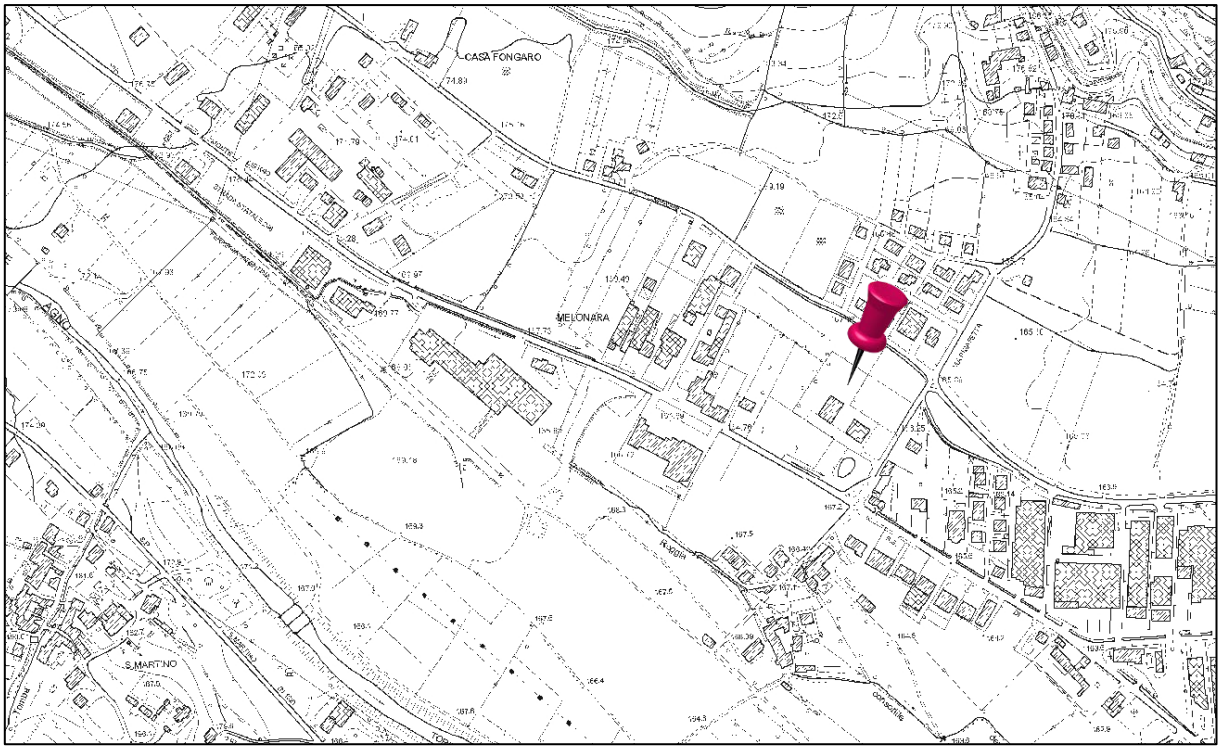


Fig. 4-3 Estratto da CTR Elemento n° 103130 "Cornedo Vicentino" e n° 125010 "Trissino"

Fig. 4-4 Area di trasformazione

4.2 Inquadramento geolitologico e idrogeologico

L'area in studio è ubicata nella parte mediana della valle dell'Agno-Guà in una zona pianeggiante a ridosso delle propaggini orientali dei Lessini sud-orientali. Dal punto di vista geolitologico - morfologico, l'area è interessata dalla presenza di materiale alluvionale depositato dal torrente Agno nelle sue frequenti divagazioni fino ad un'età recente. II depositi nell'area in esame è costituito da ghiaie grossolane in matrice sabbiosa con limo e/o argilla, di natura prevalentemente calcarea-dolomitico con subordinati clasti quarzoso-filladici ed elementi vulcanoclstitici e basaltici.
Superficialmente, specialmente a ridosso delle zone montuose si rinvengono depositi di natura limoso-argillosa di origine colluviale generatisi dall'alterazione meterorica di materiale vulcanico terziario affiorante estesamente sulla sommità dei rilievi sovrastanti l'area in esame. Superficialmente si trova uno strato di terreno vegetale di spessore massimo di 1 metro.
La situazione litostratigrafica dell'area di studio è stata dedotta dall'elaborato geologico del PAT del quale si allega l'estratto significativo.

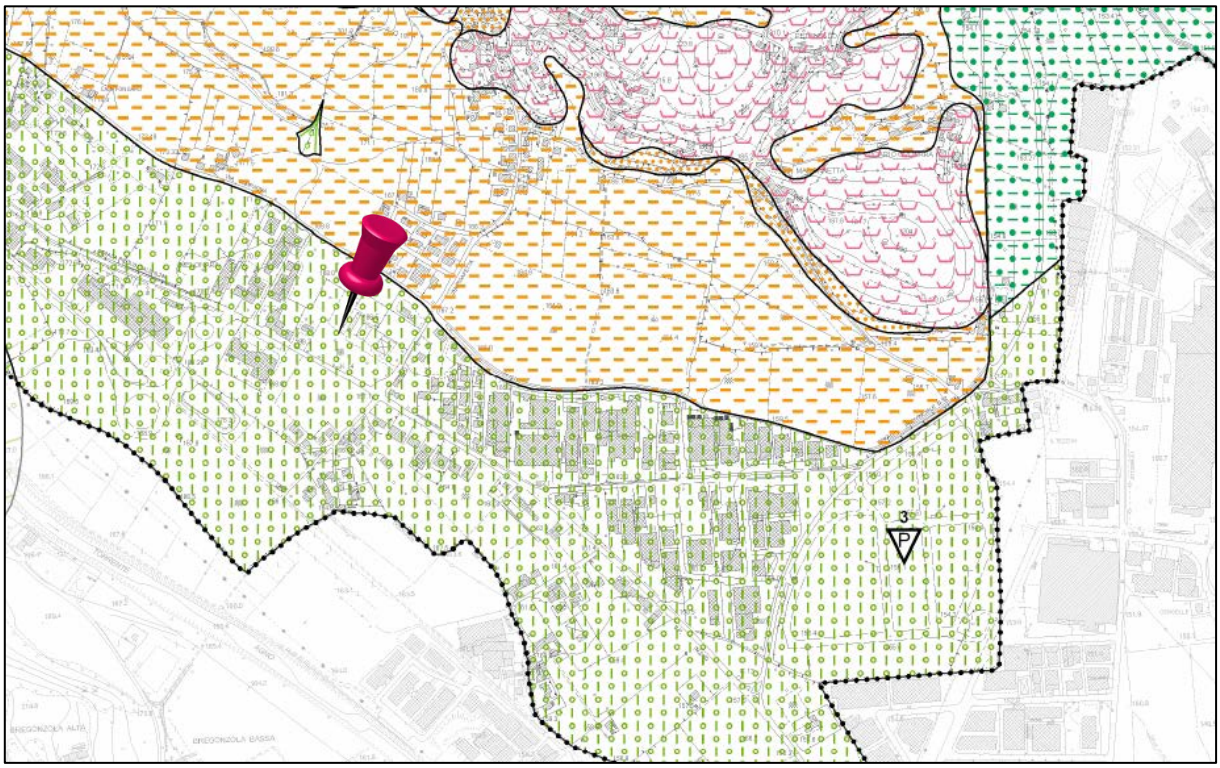


Fig. 4-5 - Estratto della Carta Geolitologica del P.A.T.

Legenda: *Litologia del substrato*

Materiale alluvionale granulare più o meno addensato e/o fluvioglaciali antichi terrazzamenti a tessitura prevalentemente ghiaiosa e sabbiosa

Per quanto riguarda l'assetto idrogeologico, la zona in cui ricade il sito oggetto di questo lavoro, è sede di un acquifero indifferenziato ghiaioso-sabbioso infravallivo alimentato essenzialmente dalle dispersioni della rete idrografica superficiale e subordinatamente dai deflussi degli acquiferi carsici costituenti la dorsale montuosa orientale.

Questo acquifero assume qualche km più a valle le caratteristiche di un sistema multifalde costituito da un complesso superficiale di falde, tra cui quella freatica, non sempre presente, da una serie di livelli semiconfinati o confinati lentiformi ed a profondità maggiori da falde in pressione.
Per acquisire conoscenze utili sulla situazione idrogeologica locale, si è fatto ricorso alla Carta Idrogeologica del PAT che consente di stabilire che la falda freatica è localizzata ad una quota di circa 135 m.s.l.m., ad una profondità dal piano campagna locale di circa 15 metri. L'idrografia della zona è rappresentata dal Fiume Agno-Guà che scorre con direzione NW-SE circa 20-30 m ad Ovest del sito esaminato.

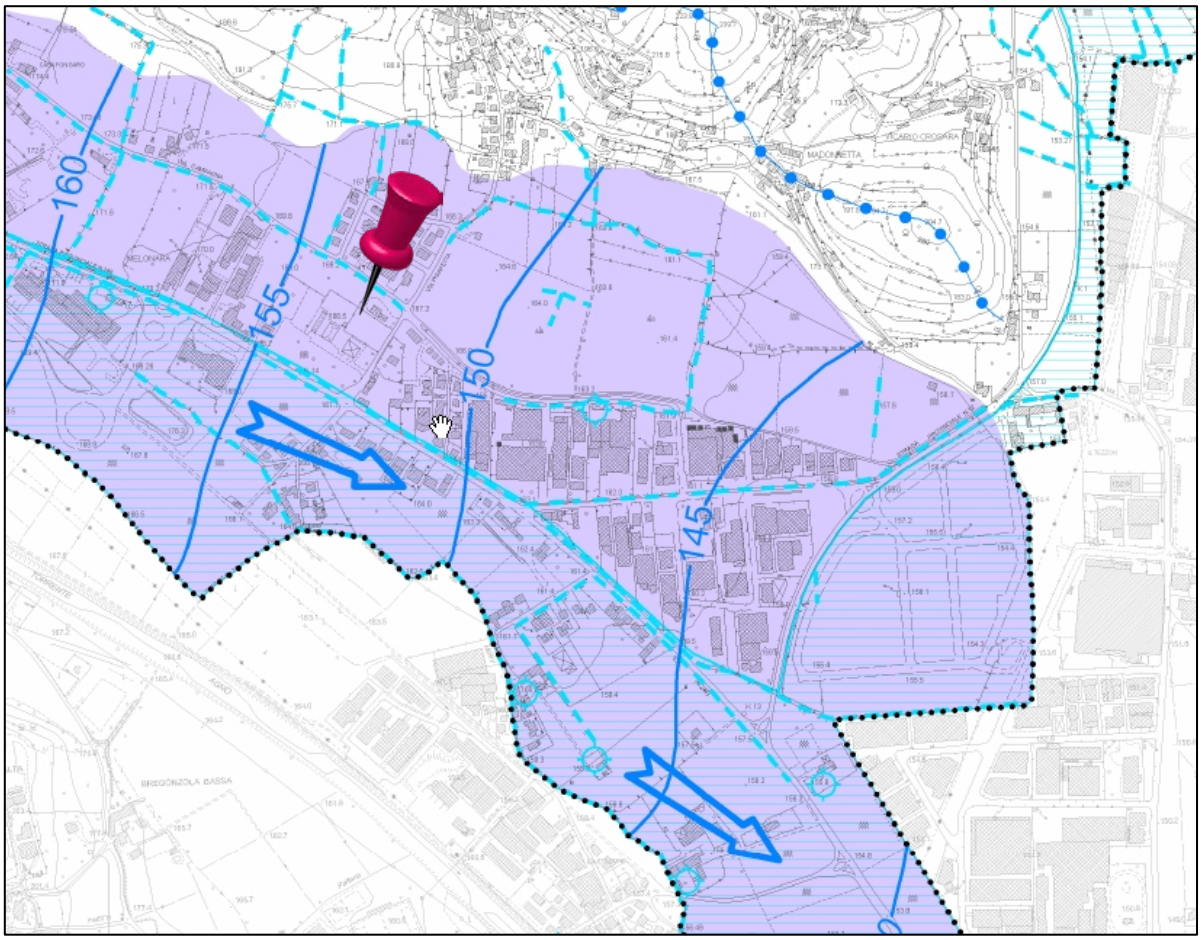
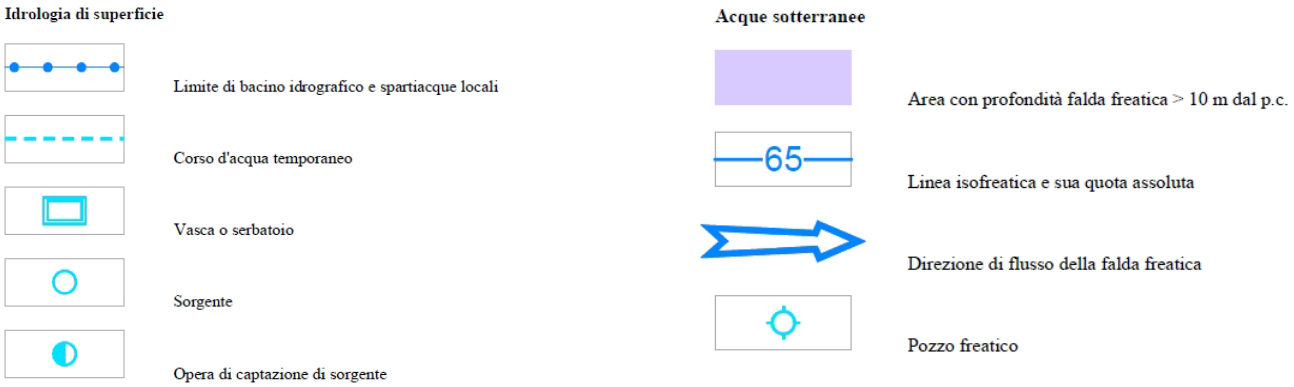


Fig. 4-6 – Estratto della Carta Idrogeologica del P.A.T.

Legenda:



4.3 Vincoli

In data 9 novembre 2012, Il Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave, Brenta-Bacchiglione con delibera n. 3 ha adottato, ai sensi dell'art. 170 del D.Lgs. n. 152/2006 il Piano stralcio per l'assetto idrogeologico dei bacini idrografici dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Piave e Brenta-Bacchiglione e le corrispondenti misure di salvaguardia.
Le norme di attuazione del Piano con le relative cartografie sono in vigore dal giorno successivo alla pubblicazione nella G.U. del 30.11.2012 ed hanno carattere immediatamente vincolante per le Amministrazioni ed Enti Pubblici, nonché per i soggetti privati.
Tali norme sono in salvaguardia fino alla definitiva conferma con DPCM di approvazione del PAI e, in assenza di approvazione, per tre anni dalla data di entrata in vigore.
In relazione all'ultimo Decreto Segretariale n. 46 del 05/08/2014, l'area in esame **non rientra** né all'interno della "Zona di attenzione idraulica" né della "zona di attenzione geologica" come si evince dalla Tavola 23 della Carta della Pericolosità idraulica del Piano stralcio per l'assetto idrogeologico dei bacini idrografici dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Piave e Brenta-Bacchiglione

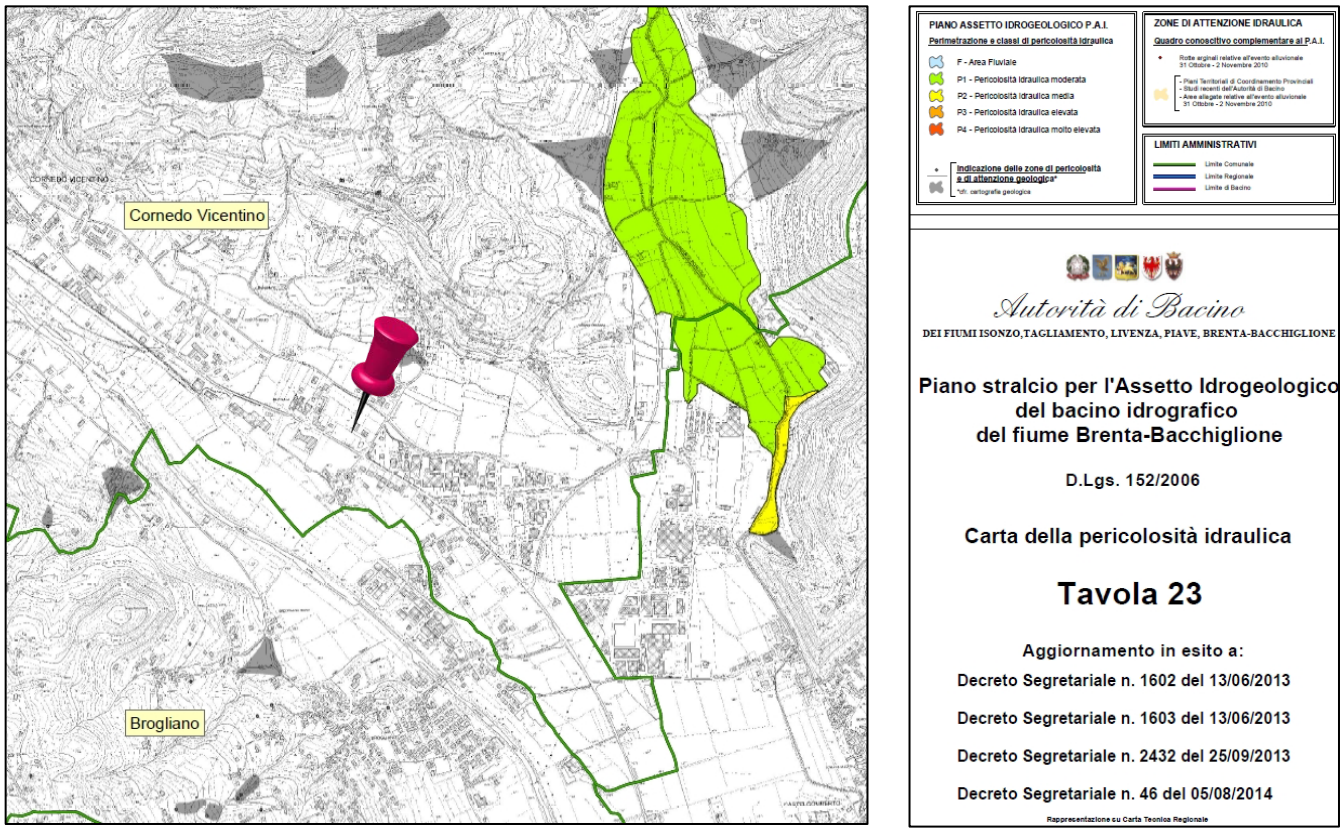


Fig. 4-7 – Estratto della Carta della pericolosità idraulica del il Piano stralcio per l'assetto idrogeologico dei bacini idrografici dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Piave e Brenta-Bacchiglione

5 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

La variante in oggetto interessa la zona D2/36 ricadente nell'ambito di influenza del costruendo casello della Pedemontana Veneta ai sensi dell'art. 38 del PTRC, e nell'ambito di riqualificazione della Strada Mercato, così come definita dall'art. 10, comma 3 delle NTO del PI. Nella zona D2/36 trovano applicazione le seguenti indicazioni specifiche in attuazione della Deliberazione del Consiglio Comunale n. 44 del 20/12/2014 (approvazione schema di accordo perequativo fra il Comune di Cornedo Vic.no e la ditta Supermercato Tosano Cerea S.r.l., ai sensi dell'art. 6 della LR 11/2004 e art. 11 della L. 241/1990 e s.m.i.):

INDICAZIONI PARTICOLARI PER LA ZONA "D2/36"		
Modalità attuative		Intervento edilizio diretto fino alla ristrutturazione edilizia
		Intervento edilizio diretto, previo permesso di costruire convenzionato ai sensi dell'art. 28bis del DPR 380/'01, nel caso di nuova edificazione e/o ampliamento della superficie di vendita, con progetto unitario esteso all'intera zona e nel rispetto dello schema allegato. (sono consentite modifiche agli accessi con l'intervento convenzionato)
		Previo PUA esteso all'intera zona nel caso di variazioni rispetto allo schema allegato.
Ulteriore superficie coperta massima (in aggiunta a quella esistente)	mq	4.440
Altezza massima dei fabbricati	ml	12,00
Dotazione di parcheggi per l'ampliamento grande struttura di vendita	ricadendo in Centro Urbano, deve essere prevista area a parcheggio di cui all'art. 10 comma 1 punto 3 delle NTO, complessivamente non inferiore a 1,0mq/mq della superficie lorda di pavimento e area a parcheggio privato di cui all'art. 10 comma 3 delle NTO di PI. I percorsi veicolari e le aree di parcheggio e stazionamento devono risultare differenziati per i clienti e per gli approvvigionamenti. La dotazione di aree a parcheggio deve comunque rispettare la dotazione minima prevista dalla L.R. 50/2012 e s.m. ed int. e dal relativo Regolamento Reg. (art. 4 LR 50/2012). Per quanto riguarda le modalità realizzative, si rimanda al Titolo 1 del PQAMA, punto 1.1c (le aree di sosta) per conseguire i seguenti obiettivi specifici: -mitigare il rapporto tra il parcheggio e le adiacenti zone residenziali.	
Indirizzi e prescrizioni progettuali	Localizzazione ampliamento	Indica l'ambito all'interno del quale localizzare l'ampliamento dell'edificio; esternamente a tale ambito sono localizzabili unicamente strutture accessorie quali servizio di guardiania, impianto distribuzione carburanti, pensiline coperte e simili.
	Alberature da realizzare	Da realizzarsi nel rispetto del titolo IV del PQAMA in funzione di mascheramento dai confini
	Fascia di mitigazione lungo via Campagna	Da realizzarsi nel rispetto del titolo IV del PQAMA ad integrazione della mitigazione paesaggistica rispetto alle zone residenziali a nord: la larghezza della fascia non sarà inferiore a 5,0m e potrà essere interrotta in corrispondenza degli accessi
	Allargamento di via Campagna	Dovrà essere prevista l'area per l'allargamento di via Campagna per compensare la realizzazione della pista ciclabile prevista sul lato opposto
Indicazioni particolari:	E' ammesso l'ampliamento della grande struttura di vendita esistente	
	Trovano applicazione i contenuti di cui agli accordi ex art. 6 della L.R 11/'04 riportati in allegato e richiamati nel successivo art. 30, ai quali dovrà essere fatto esplicito riferimento nella convenzione	
Dotazioni parcheggi per destinazioni d'uso diverse da "ampliamento grande struttura di vendita", secondo quanto previsto dall'art. 10 delle N.T.O. Di P.I.	Sono consentite le destinazioni d'uso e gli insediamenti previsti nell'art. 27 delle N.T.O. di P.I. con espressa possibilità di insediare grande struttura di vendita in ampliamento a quella esistente	

Fig. 5-1 Indicazioni progettuali dell'intervento

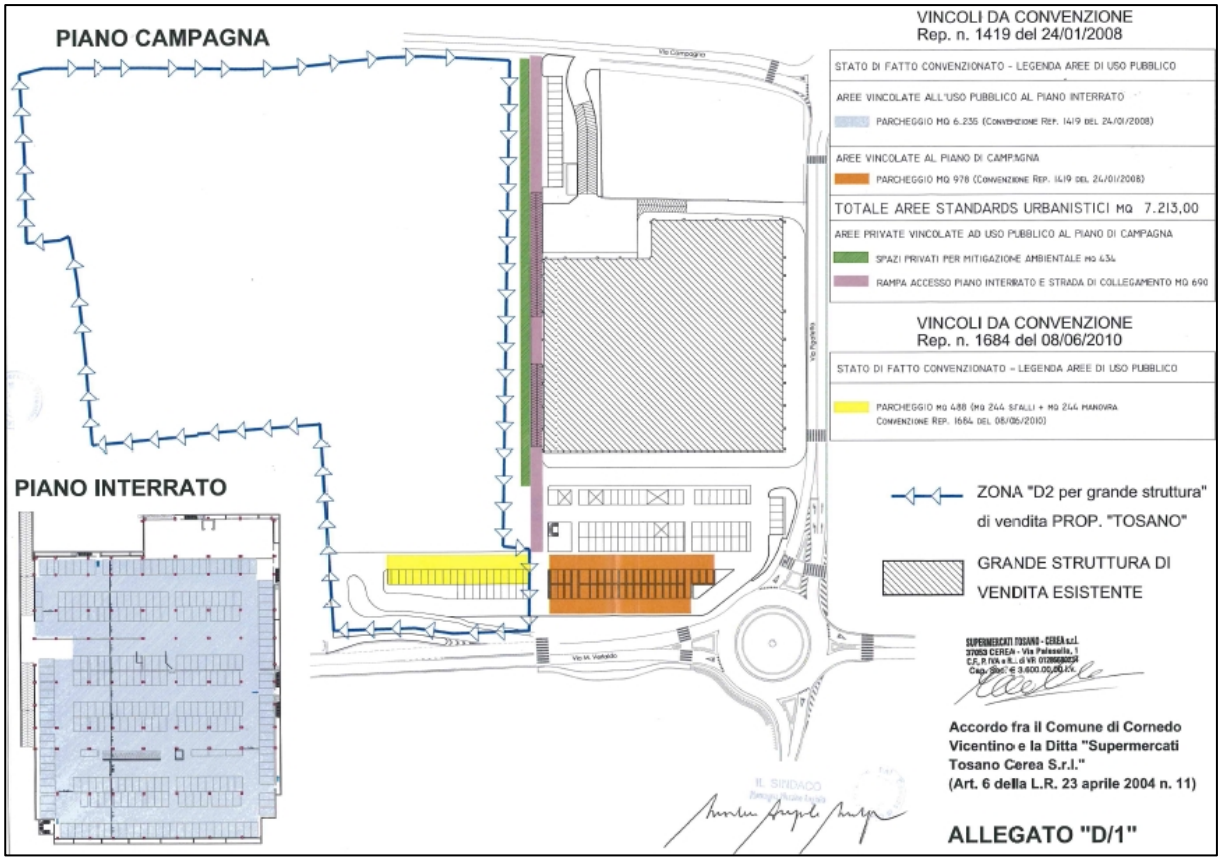


Fig. 5-2 Vincoli da convenzione

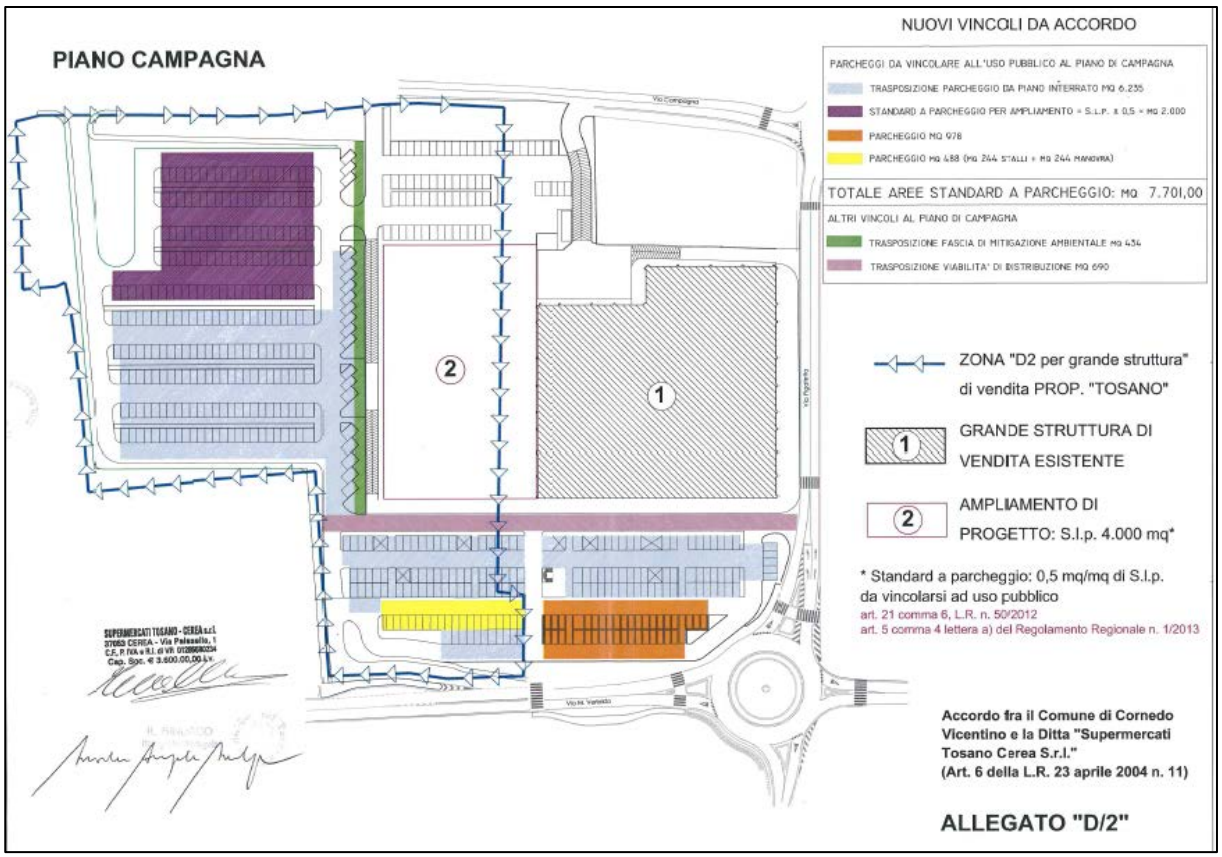


Fig. 5-3 Nuovi vincoli da accordo

6 PRINCIPALI PARAMETRI IDRAULICI DI DIMENSIONAMENTO

6.1 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 osservazioni (o numero di anni) necessarie affinché un dato evento si verifichi. Pertanto, anziché parlare di probabilità che la portata d'acqua di un dato condotto ecceda la soglia di allarme, si privilegia il concetto che dopo un tempo medio, il tempo di ritorno, la portata d'acqua eccede il livello di soglia. Un tempo di ritorno più lungo indica cioè un evento più raro, perciò di notevole intensità. Chiaramente, corrispondendo maggiori portate a più grandi tempi di ritorno, il parametro "tempo di ritorno" influisce in misura notevole sulla determinazione della portata massima e deve essere in qualche misura correlato all'importanza dell'opera interessata.

La normativa regionale ha dato indicazioni precise per quanto riguarda l'assunzione del tempo di Ritorno per il dimensionamento dei volumi efficaci di laminazione per la verifica di invarianza idraulica.
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 è pari a 50 anni; inoltre, afferma che *"in caso di terreni ad elevata capacità di accettazione delle piogge (coefficiente di filtrazione maggiore di 10-3 m/s e frazione limosa inferiore al 5%), in presenza di falda freatica sufficientemente profonda e di regola in caso di piccole superfici impermeabilizzate, è possibile realizzare sistemi di infiltrazione facilitata in cui convogliare i deflussi in eccesso prodotti dall'impermeabilizzazione. Tuttavia le misure compensative andranno di norma individuate in volumi d'invaso per la laminazione di almeno il 50% degli aumenti di portata. Qualora si voglia aumentare la percentuale di portata attribuita all'infiltrazione, fino ad una incidenza massima del 75%, Il progettista dovrà documentare, attraverso appositi elaborati progettuali e calcoli idraulici, la funzionalità del sistema a smaltire gli eccessi di portata prodotti dalle superfici impermeabilizzate rispetto alle condizioni antecedenti la trasformazione, almeno per un tempo di ritorno di 100 anni nei territori di collina e montagna e di 200 anni nei territori di pianura.*

Nel presente documento la stima dei volumi di invaso vengono calcolati in riferimento ad un tempo di ritorno di 50 anni e di 200 anni nella possibilità si realizzi un sistema di infiltrazione del 75% della portata generata dalla trasformazione.

6.2 Curva di possibilità pluviometrica

Lo studio delle precipitazioni è di fondamentale importanza per i progetti in quanto da esse dipendono le disponibilità idriche superficiali e sotterranee. Da esse dipendono i deflussi e i livelli dei corsi d'acqua, i volumi idrici disponibili, i livelli degli invasi naturali e delle falde, e, in particolare le portate di piena e di magra. Le precipitazioni devono essere misurate con una rete di stazioni opportunamente distribuite nel territorio. I dati raccolti devono poi essere elaborati statisticamente e probabilisticamente per poter individuare la distribuzione spaziale e temporale dei valori delle precipitazioni, e i probabili valori futuri di notevole intensità. I più importanti dati, normalmente raccolti nelle reti pluviometriche dei vari servizi idrologici nazionali e

internazionali, riguardano le precipitazioni giornaliere misurate ogni 24 ore e le registrazioni continue. Da queste registrazioni continue vengono ricavate le precipitazioni di notevole intensità di varia durata. Elaborando statisticamente i valori delle precipitazioni giornaliere vengono ricavati, per il periodo di osservazione, i valori medi, minimi e massimi giornalieri, mensili e annuali nelle stazioni della rete. Elaborando probabilisticamente i valori delle precipitazioni di notevole intensità si ricavano le relazioni che permettono di formulare previsioni sui valori particolarmente intensi, in funzione della durata dell' evento e per un prefissato tempo di ritorno. Il carattere estremamente complesso del fenomeno meteorologico, le incertezze relative ai meccanismi che regolano molti di essi e l'enorme mole di informazioni necessarie alla definizione delle condizioni al contorno rende lo studio soggetto a valutazioni e analisi attente dei dati ottenuti in funzione del livello di intervento. Uno strumento fondamentale nell'analisi delle precipitazioni è rappresentato dalle relazioni interconnesse tra le altezze di pioggia massime annuali e la durata degli eventi che sono indicate come curve di possibilità pluviometriche. Tali curve si costruiscono individuando anno per anno l'altezza massima di precipitazione corrispondente ad una durata specifica. La distribuzione utilizzata per l'interpretazione dei valori massimi di un campione, come precipitazioni intense di assegnata durata, è la distribuzione di Gumbel. 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. A disposizione si hanno le stazioni pluviografi del Servizio Idrografico Nazionale, costituite tra il 1910 ed il 1920, che mettono a disposizione misure degli eventi intensi fino al 1995 circa. Sulla base di questa considerazione in riferimento alla localizzazione territoriale del **Comune di Cornedo Vicentino** si è scelto la curva che fa riferimento alla **stazione di Vicenza**.

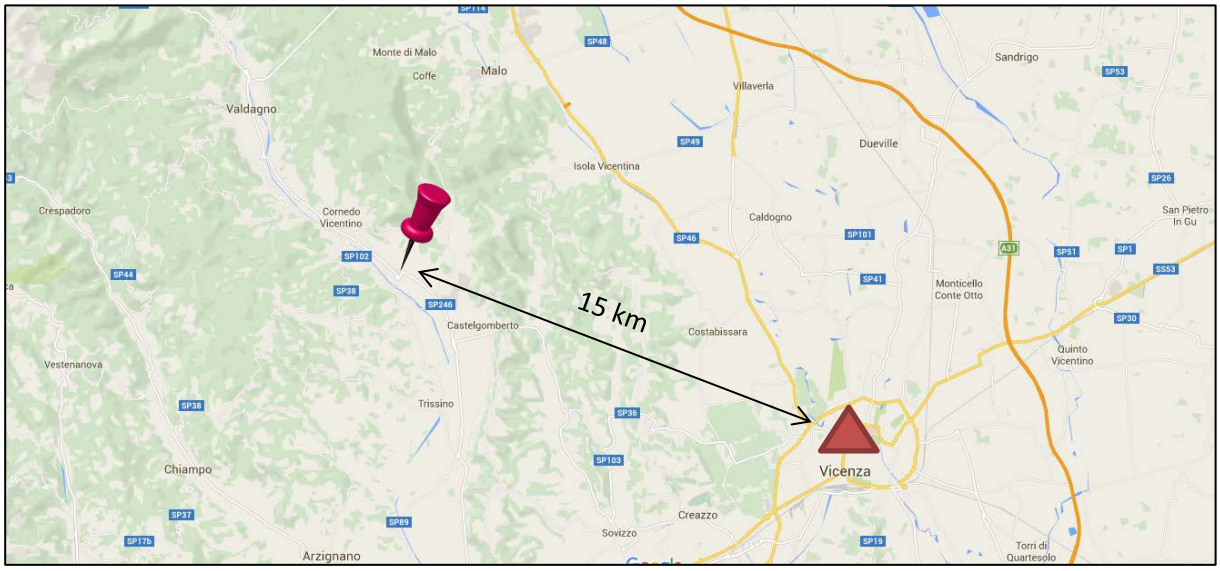


Fig. 6-1 - Ubicazione stazione pluviometrica di Vicenza

Dai dati campione *N* forniti dal Servizio Idrografico Nazionale relativi alla stazione di Schio per eventi di durata inferiore le 24 ore di altezze di precipitazione si ha:

- medie campionarie:

$$E[H(t)] = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} H(t)$$

- deviazioni standard campionarie:

$$\sqrt{VAR[H(t)]} = \sqrt{\frac{1}{N-1}\sum_{i=1}^{N}\{(H(t) - E[H(d)])\}^2}$$

- dei parametri della distribuzione di probabilità di Gumbel:

$$\alpha(t) = \sqrt{6} \cdot \sqrt{\frac{Var[H(d)]}{\pi}}$$
$$u(t) = E[H(t)] - 0.5722 \cdot \alpha(t)$$

ed i valori generati delle altezze di precipitazioni per un periodo di T =Tr:

$$h_{100}(t) = u(t) - \alpha(t) \cdot \log \cdot \log\left[\frac{T}{T-1}\right]$$

logaritmo in base e.

Il coefficiente a e l'esponente n della curva di possibilità pluviometrica h(t) = a*t^n possono essere calcolati attraverso una regressione lineare della variabile ψ = log h(t) sulla variabile χ = log (t), secondo il metodo lineare:

$$\log h(t) = \log a + n \log t$$

il quale soddisfa la formula generale y = a+bx con a = log a e b = n.
Calcolate le grandezze S = N:

$$S_x = \sum_{i=1}^{N} x_i \qquad S_{xx} = \sum_{i=1}^{N} x^2{}_i$$

$$Sy = \sum_{i=1}^{N} y_i \qquad S_{xy} = \sum_{i=1}^{N} x_i \cdot y_i$$

il modello lineare che rende minima la somma degli scarti quadratici $(\psi_i - a - b\chi_i)^2$ con (i=1, 2, 3, …, N) è quello caratterizzato dai parametri:

$$a = \frac{S_{xx} \cdot S_y - S_x \cdot S_{xy}}{S \cdot S_{xx} - (S_x)^2} \qquad b = \frac{S \cdot S_{xy} - S_x \cdot S_y}{S \cdot S_{xx} - (S_x)^2}$$

da cui si ottiene che $a = e^a$ e $n = b$.

La curva di possibilità pluviometrica cercata risulta pertanto: $h(t) = a*t^n$ e fornisce l'altezza di precipitazione in millimetri per una assegnata durata t in ore e per un tempo di ritorno Tr. Le equazione di possibilità pluviometrica calcolate corrispondono a:

Stazione	Curva di possibilità pluviometrica		Fonte dei dati
	50 anni	200 anni	
Vicenza	h = 62.33 t ^{0,242}	h = 76.55 t ^{0,233}	Servizio Idrografico Nazionale

Tabella 6-1 – Curve di possibilità pluviometrica per un tempo di ritorno 50 e 200 anni

6.3 Il coefficiente di deflusso e la superficie di trasformazione

Il deflusso superficiale che si presenta in corrispondenza di una generica sezione di chiusura del bacino rappresenta solo una parte della precipitazione complessiva che affluisce al bacino idrografico, in quanto parte di esso ritorna nell'atmosfera sotto forma di vapore o segue un percorso sotterraneo. La portata meteorica netta Q(t) che affluisce alla rete di ricezione è 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 deflusso ϕ, che varia da 0 a 1: il valore 0 superficie infinitamente permeabile, il valore 1 superficie impermeabile. La determinazione di tale coefficiente è affetta da notevoli incertezze, infatti, nella definizione di tale coefficiente, entrano in gioco i seguenti fattori quali: durata della pioggia ed estensione del bacino, pendenza dei versanti o dei rami secondari e dell'asta principale costituenti la rete di drenaggio, il grado di copertura vegetale dei versanti, coeff. di permeabilità dei litotipi interessati dai fenomeni di filtrazione durante l'evento meteorico e evapotraspirazione.
La precedente lista, esemplificativa di alcuni dei vari fattori che contribuiscono alla formazione della portata defluente, mostra chiaramente quanto incerto può essere il valore del coefficiente di afflusso. Esso può assumere valori compresi tra 0,10 e 0,90, i valori più bassi corrispondenti, per esempio, a zone pianeggianti costituite da ammassi ghiaiosi altamente permeabili ed i più alti attribuibili a zone pendenti impermeabili con bassa densità di copertura vegetale e pavimentazioni asfaltate. Per la determinazione del coefficiente di afflusso ϕ, che definisce la parte di precipitazione che giunge in rete, è necessario conoscere le caratteristiche del bacino scolante considerato. Di seguito si riportano i coefficienti di deflusso previsti dalla DGR. 2948/2009.

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

Dalla relazione programmatica elaborata della **Variante n. 1 al Piano degli Interventi,** la variante prevede di utilizzare la flessibilità concessa, interessando una superficie di **23.277,7 mq,** suddivisa in :

Copertura [m^2]	Si [mq]	ϕi	Si x ϕi [m^2]
Area a verde - Fascia di mitigazione	2.000	0,2	400
Area impermeabile – Coperture, parcheggi e viabilità	21.277	0,9	19.150
Totale S_{tot}	**23.277**	**Totale $\sum_{i=1}^{3}(\mathbf{Si} \cdot \boldsymbol{\varphi}\mathbf{i})$**	**19.550**

Tabella 6-2 – Parametri per il calcolo del coefficiente di deflusso

Il coefficiente di deflusso j per la tipologia d'intervento prevista è stato determinato applicando la media ponderata agli usi stimati utilizzando i coefficienti indicati dalla delibera. Si è proceduto quindi calcolando il coefficiente di deflusso equivalente, ovvero un coefficiente di afflusso calcolato come media ponderata sulle aree:

$$\varphi = \frac{\sum_{i=1}^{3}(S_i \cdot \varphi_{ni})}{S_{tot}} = \mathbf{0,84}$$

6.4 Tempo di corrivazione

In termini generali, il tempo di corrivazione si può definire ed associare ad ogni punto del bacino: è il tempo impiegato da una goccia d'acqua che cade in quel punto per raggiungere la sezione di chiusura del bacino. In via semplificata, questo tempo viene considerato una costante dipendente solo dal punto e non dalle condizioni di moto che possono variare da un evento di pioggia all'altro (particolarmente in base alle caratteristiche del suolo e dell'evento di pioggia). Sullo schema concettuale della corrivazione si basa il metodo cinematico o metodo della corrivazione per la stima delle portate di piena. Le ipotesi che si fanno sul tempo di corrivazione sono le seguenti:

- ogni singola goccia di pioggia si muove sulla superficie del bacino seguendo un percorso immutabile che dipende unicamente dalla posizione del punto in cui essa è caduta;
- la velocità della singola goccia non è influenzata dalla presenza di altre gocce, cioè ognuna di esse scorre indipendentemente dalle altre; in realtà sappiamo che la velocità dell'acqua lungo un pendio o in un alveo dipende, oltre che dalle caratteristiche della superficie bagnata anche dal tirante idrico; ne consegue che in uno stesso bacino si possono avere valori diversi dei tempi di corrivazione sia in dipendenza delle caratteristiche del suolo sia anche durante la stessa precipitazione in funzione della durata e dell'intensità dell'evento.
- la portata defluente si ottiene sommando tra loro le portate elementari provenienti dalle singole aree del bacino che si presentano allo stesso istante alla sezione di chiusura.

Il tempo di corrivazione è stato stimato facendo riferimento a studi svolti presso il Politecnico di Milano (Mambretti e Paoletti, 1996) che determina una stima del tempo di accesso in rete a mezzo del condotto equivalente. Per bacini urbani il tempo di corrivazione (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.

$$T_c = t_a + t_r$$

Per la determinazione dei valori di t_a si può far uso della tabella di Fair del 1966:

Descrizione del Bacino	**T_a [min]**
Centri urbani intensivi con tetti collegati direttamente alle canalizzazioni e frequenti caditoie stradali	< 5
Centri commerciali con pendenze modeste e caditoie stradali meno frequenti	10 - 15
Aree residenziali estensive con piccole pendenze e caditoie poco frequenti	15 - 30

Tabella 6-3 – Valori dei tempi di accesso alla rete secondo Fair

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. **Il tempo di corrivazione è stato stimato di 15 minuti.**

6.5 Permeabilità del terreno

La stratigrafia del sottosuolo composto da materiale alluvionale granulare costituito da ghiaie e ciottoli in abbondante matrice limo-sabbiosa ha buone capacità drenati. La tabella 6.4 riporta i valori tipici del coefficiente di permeabilità orizzontale per una serie di terreni sciolti a granulometria decrescente dalle ghiaie alle argille. **Si considera un valore di permeabilità di $5 \cdot 10^{-4}$ m/s.**

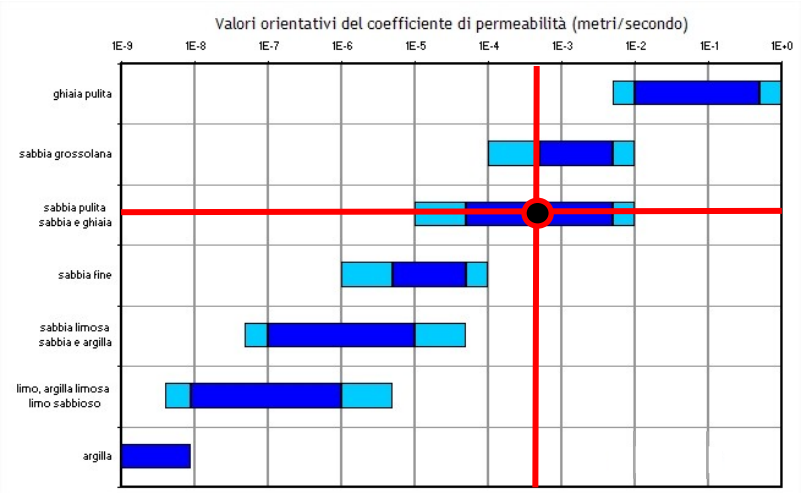


Tabella 6-4 - Valori orientativi del coefficiente di permeabilità orizzontale in metri/sec per terreni sciolti a granulometria decrescente dalle ghiaie alle argille

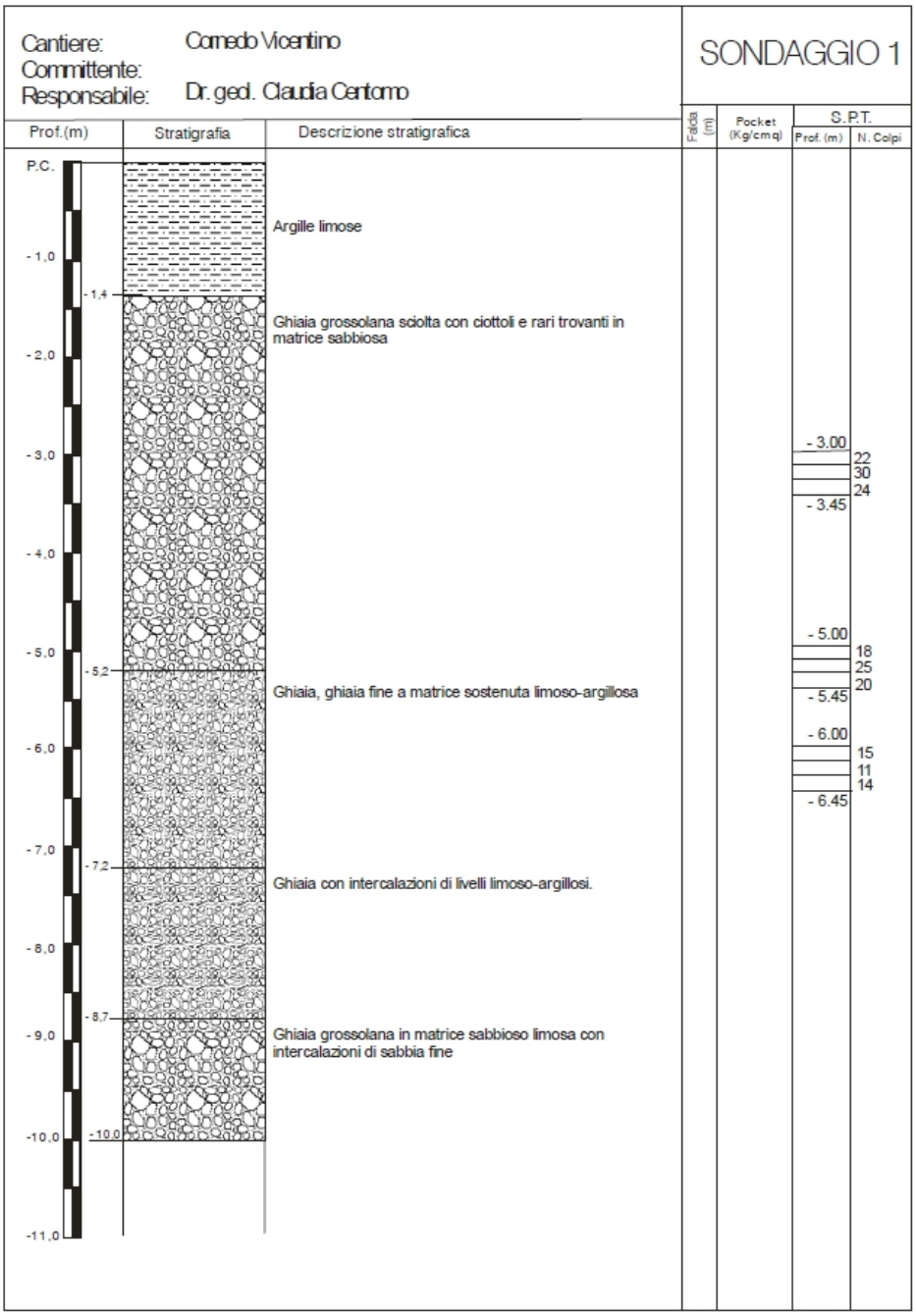
6.6 Coefficiente udometrico per la portata allo scarico

Il parametro di riferimento che descrive la risposta idrologica di un terreno in termini di trasformazione degli afflussi (piogge) in deflussi (portate) è detto "coefficiente udometrico" o "contributo specifico di piena" e si esprime usualmente in l/ [s × ha] (litri al secondo per ettaro). La trasformazione d'uso del suolo introdotta dalle nuove urbanizzazioni implica l'aumento del coefficiente udometrico u, con il conseguente aumento della portata scaricata nei corpi idrici ricettori; per mantenere inalterato il contributo specifico dell'area d'intervento, risulta necessario formare volumi d'invaso (superficiale o profondo) che consentano di ridurre ragionevolmente le portate in uscita durante gli eventi di meteorici. Il calcolo dei volumi d'invaso necessari a tal fine, si effettua considerando costante il valore della portata in uscita ($Qu=u \cdot S$) dal bacino, posto pari a quello che si stima essere prodotto dalle superfici scolanti, prima che ne venga modificata la destinazione d'uso. **Il valore assunto è pari a u= 5 l/(sxha).**

6.7 Modello geologico

La stratigrafia del terreno è stata direttamente desunta da uno scavo aperto presente all'interno del lotto in esame e integrata da due carotaggi effettuati a Nord ed a Sud del lotto in esame per precedenti studi. Da ciò risulta che la litologia del sottosuolo è caratterizzata da:

Strato	Prof. dal p.c. (m)	Litologia correlata
1	*0.0 – 1.4*	*Argille limose*
2	*1.4 - > 10*	*Ghiaie grossolane con ciottoli in abbondante matrice sabbioso-limosa*



7 INDIVIDUAZIONE DELL'OPERA DI MITIGAZIONE IDRAULICA

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 riducendo ragionevolmente le portate in uscita durante gli eventi meteorici.

In termini generali, gli invasi necessari a laminare le portate di piena potranno essere realizzati secondo le modalità descritte di seguito, principalmente attraverso i sistemi sottoelencati:

- vasche interrate in calcestruzzo;
- vespai interrati realizzati con sistema a celle assemblabili;
- sovradimensionamento delle condotte.

Qualora vi sia la possibilità o la necessità di infiltrare i deflussi nel sottosuolo si posso attuare diverse tipologie di intervento. Gli obiettivi che il modello di sviluppo sostenibile adattato al drenaggio urbano, *Parkinson (1999)*, mette in luce sono riassumibili come segue:

- sviluppare sistemi di drenaggio che prevengano allagamenti locali;
- progettare sistemi di collegamento capaci di prevenire il degrado o l'inquinamento del bacino contribuente, del suolo e del sottosuolo e dei recettori che raccolgono gli scarichi del sistema di raccolta delle acque luride e meteoriche;
- minimizzare l'utilizzo delle risorse naturali e prevedere un corretto inserimento delle strutture, sempre finalizzato alla valorizzazione del paesaggio e alle aspettative della comunità esistente;
- mantenere un adeguato fattore di sicurezza nei confronti dell'igiene ambientale e della salute pubblica.

Il principio di base è quello di ridurre e attenuare il deflusso che raggiunge il corpo recettore, promuovendo lo sviluppo di processi depurativi. Per il conseguimento degli obiettivi di tutela ambientale i provvedimenti da mettere in atto possono essere raggruppati secondo lo schema seguente:

A) <u>Controllo alla sorgente:</u>

provvedimenti non strutturali:

- miglioramento della pulizia stradale;
- manutenzione dei dispositivi drenanti;
- ricerca ed eliminazione di scarichi abusivi;

provvedimenti strutturali:

- caditoie e pozzetti infiltranti;
- percorsi drenanti;
- pavimentazione infiltrante

B) <u>controllo in fase di collettamento:</u>

provvedimenti strutturali:

- depressioni erbose
- strisce drenanti

C) Controllo allo scarico:

provvedimenti strutturali:

- bacini di infiltrazione;
- bacini asciutti di detenzione;
- bacini umidi di ritenzione.

La scelta da adottare in fase di realizzazione deve prendere in esame i seguenti fattori:

a. uso del suolo;
b. densità edilizia;
c. sensibilità del corpo idrico recettore;
d. profondità della superficie freatica;
e. permeabilità del suolo.

Si ricorda, inoltre, che le principali fonti di inquinamento delle acque sono:

- precipitazioni atmosferiche secche
- erosione dei rivestimenti delle superfici (tetti, strade, parcheggi), con produzione di materiale di varia natura (limo, sabbia, bitume, metalli pesanti, residui di vernici)
- trasporto di residui di vegetazione (foglie, polline, etc.);
- traffico urbano (residui di combustione, quali ossidi di carbonio e azoto, piombo, metalli, perdite di benzina e lubrificanti, residui di pneumatici, etc.);
- scarichi vari di origine antropica (carta, vetro, materie plastiche) o animale (escrementi);
- risospensione degli inquinanti che si accumulano in fognatura in tempo secco.

Le maggiori concentrazioni e portate massicce di inquinanti (BOD, SS e COD) si rilevano generalmente in corrispondenza dell'inizio della piena (fenomeno cosiddetto "*first foulflush*"); tuttavia diverse campagne di misura hanno evidenziato la presenza di picchi di concentrazione susseguenti a quelli della portata.

La variabilità delle caratteristiche degli inquinanti dipendono da:

- uso e morfologia del suolo;
- metodiche di effettuazione (manuale, meccanica, aspirazione, ecc.) e cadenza della eventuale pulizia delle strade;
- caratteristiche dell'evento meteorico (forma dello ietogramma, valore massimo dell'intensità, durata, periodo di tempo secco antecedente).

Le tipologie di dispositivi infiltranti possono essere suddivise in *infiltrazione diretta*, quali:

- caditoie e pozzetti filtranti;
- percorsi drenanti;
- filtri erbosi;
- depressioni erbose;
- strisce filtranti;

e infiltrazione indiretta, quali:

- pavimentazioni porose;
- trincee drenanti;
- filtri sabbiosi;
- serbatoi infiltranti.

I primi hanno il compito di disperdere direttamente nel sottosuolo le acque di dilavamento meteorico, le seconde di invasarle per poi filtrarle. I dispositivi di infiltrazione diretta permettono all'acqua di ruscellamento di percolare nel terreno vicino al punto di caduta; l'infiltrazione per stoccaggio deve essere in grado di invasare l'intero deflusso.

7.1 Sistemi di laminazione allo scarico

E' stato individuato come corpo recettore finale la **Roggia dei Lecchi** che scorre parallela all'area d'intervento.

Figure 7-1 Individuazione roggia dei Lecchi

Tra i sistemi che permettono l'invaso interrato dei maggiori volumi d'acqua che si vengono a creare a seguito dell'urbanizzazione del territorio, vi sono:

- vasche interrate in calcestruzzo;
- vespai interrati realizzati con sistema a celle assemblabili;
- sovradimensionamento delle condotte.

7.1.1 Invaso mediante vasca di laminazione

Questa soluzione consiste nel realizzare il volume di invaso necessario mediante la costruzione di una vasca di laminazione interrata. Il progettista dovrà scegliere se realizzare tale volume in un'unica vasca o mediante più vasche modulari tra loro comunicanti. In questa secondo caso, la comunicazione tra le vasche dovrà essere tale da non causare eccessive perdite di carico che ne rallenterebbero il riempimento, compromettendo l'efficacia dell'intervento e causando l'inevitabile intasamento della rete a monte. Inoltre il progettista dovrà scegliere se realizzare la vasca il calcestruzzo o in altri materiali (vetroresina, materiale plastico..) ricordando che va comunque garantita l'impermeabilizzazione dell'opera.

7.1.2 Vespai interrati realizzati con sistema a celle assemblabili

Oltre alle vasche in calcestruzzo descritte in precedenza esistono in commercio dei sistemi basati sull'assemblaggio di celle in polipropilene che permettono di realizzare dei bacini di accumulo interrati. Forma e dimensioni delle celle sono variabili in funzione del produttore mentre la capacità di accumulo specifica per

singola cella è dell'ordine, mediamente di 0,4 mc/cella (pari al 95% del volume della singola cella). Alla facilità di installazione delle celle (elementi leggeri sovrapponibili e fissati mediante perni e clips) si associa il vantaggio di sfruttare la verticalità del sistema che a fronte di una maggiore profondità di scavo permette di contenere l'estensione della superficie occupata dal bacino di accumulo. Per creare il volume di accumulo gli elementi in polipropilene vengono rivestiti con strati sovrapposti di geotessile e membrane impermeabili in PVC o PEAD. Sarà poi predisposto un pozzetto di intercettazione e ispezione collegato alla rete principale e al sistema di accumulo mediante condotte in PVC.

Figure 7-2 Vasche prefabbricate in calcestruzzo

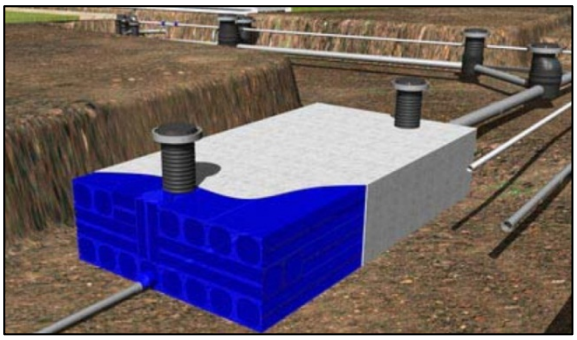


Figure 7-3 Assemblaggio tipo di celle interrate in polipropilene

7.1.3 Accumulo in sistemi di tubazioni di grande diametro affiancate

In particolari condizioni o esigenze, che rendano difficoltoso l'utilizzo dei vespai interrati o delle celle assemblabili, è possibile ipotizzare la realizzazione i volumi di invaso mediante la disposizione, in opportuna posizione, di tubazioni di grande diametro (a partire da Φ 80 cm e superiori) tra loro affiancate e collegate, in modo da permettere la ripartizione del carico idraulico. Tali sistemi vengono generalmente posti fuori linea rispetto alla rete principale, e sono collegati alla stessa mediante delle condotte di derivazione che permetteranno l'invaso e il successivo svuotamento delle tubazioni stesse. Questi sistemi non possono essere usati come unica modalità di mitigazione ma solo per il 50% del volume massimo di accumulo.

Figura 7-4 Esempio di tubazioni sovradimensionate

7.1.4 Lo scarico finale

Lo scarico finale nel recettore avviene attraverso opportuno sistema di scarico direttamente dalla vasca di accumulo. In tal caso il sistema di scarico costituito da opportuno pozzetto con uscita attraverso bocca tarata sarà facilmente soggetto a rischio di intasamento. E' necessaria una continua pulizia, sia del condotto di entrata sia del tubo di uscita. E' sempre consigliato l'inserimento di opportuna griglia in grado di trattenere corpi grossolani provenienti dall'area della vasca.

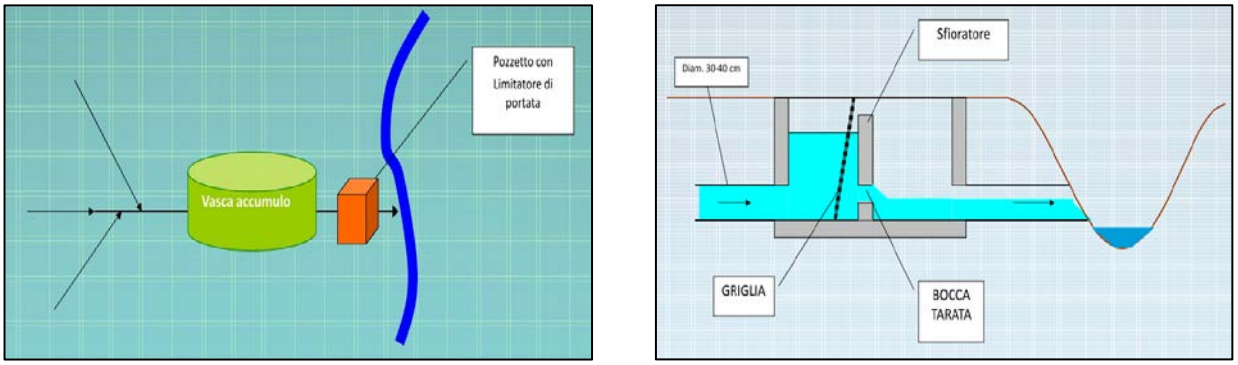


Figure 7-5 Posizionamento della vasca di laminazione e bocca tarata

7.2 Sistemi di infiltrazione

L'assetto idrogeologico esistente (terreni permeabili, sufficientemente spessi ed assenza di acque sotterranee), rende possibile l'adozione di sistemi di dispersione per infiltrazione delle acque meteoriche.

7.2.1 Pozzi perdenti

I pozzi perdenti sono sistemi di dispersione per infiltrazione di forma cilindrica e sono costruiti in cemento armato vibrocompresso e sono composti da anelli circolari con innesto a bicchiere, autoportanti e sovrapponibili tra loro per permettere il raggiungimento delle quote ed altezze necessarie (negli anelli sono presenti fori passanti che permettono la percolazione dell'acqua nel terreno circostante) e coperchio in cemento armato vibrocompresso, con foro d'ispezione rettangolare o circolare.

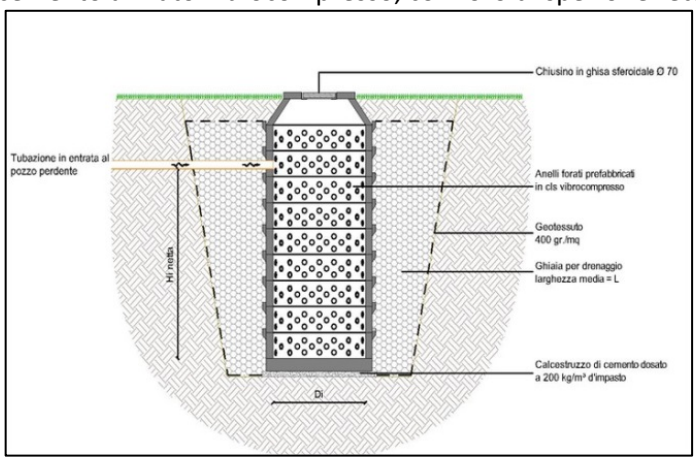


Figura 7-6 - Schema costruttivo di pozzi perdenti

Figure 7-7 - Esempio di realizzazione di una serie di pozzi perdenti

8 DIMENSIONAMENTO DELL'OPERA

Per ottemperare alle finalità dello studio di compatibilità idraulica è necessario realizzare dei volumi di accumulo superficiali o interrati in grado di invasare temporaneamente le maggiori quantità d'acqua derivanti dall'incremento dell'impermeabilizzazione delle aree.
Saranno analizzate le seguenti possibilità di smaltimento delle acque meteoriche prodotte:
SCHEMA A) Sistema di laminazione allo scarico con vasca di accumulo e bocca tarata con TR= 50 anni ;
SCHEMA B) Sistema di laminazione allo scarico (50% degli aumenti di portata) e sistemi di infiltrazione (50% degli aumenti di portata) con TR= 50 anni;
SCHEMA C) Sistema di laminazione allo scarico (25% degli aumenti di portata) e sistemi di infiltrazione (75% degli aumenti di portata) con TR= 200 anni;

8.1 Schema A

Come richiesto dalla DGR n° 2948 del 10/2009, 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.
Fra le metodologie che si possono adottare per la stima dei nuovi carichi idraulici prodotti dalle nuove urbanizzazioni ci sono:

- metodo cinematico
- metodo dell'invaso
- metodo del Soil Conservation Servici (SCS) e Curve Number Method.

8.1.1 Metodo Cinematico

Questo approccio schematizza un processo di trasformazione afflussi-deflussi nel bacino a monte di tipo cinematico. Le ipotesi semplificate adottate sono le seguenti:

- ietogramma netto di pioggia a intensità costante (ietogramma rettangolare);
- curva aree tempi lineare;
- svuotamento della vasca a portata costante pari a Qu, (laminazione ottimale).

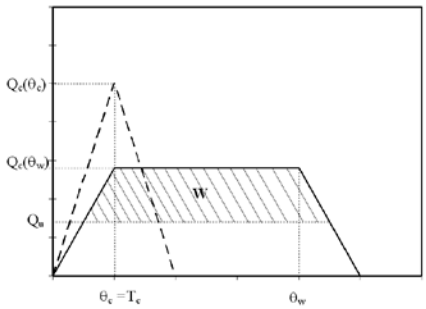
Sotto queste ipotesi si può scrivere l'espressione del volume *W* invasato nella vasca in funzione della durata della pioggia θ, del tempo di corrivazione del bacino T_c, della portata uscente massima dalla vasca Q_u, del coefficiente di afflusso φ, dell'area del bacino *A* e dei parametri *a* ed *n* della curva di possibilità pluviometrica.
I volumi di accumulo sono stati stimati utilizzando la formula di *Alfonsi - Orsi*:

$$W = 10 * \varphi * S * a * \vartheta^{n} + 1.295 * t_c * Q_u^2 * \frac{Q^{1-n}}{\varphi * S * a} - 3.6 * Q_u * \vartheta - 3.6 * Q_u * t_c = 0$$

dove:
W =volume della vasca [m^3]; *S*=superficie del bacino [ha]; J=durata della precipitazione [h]; *Tc*=tempo di corrivazione [h]; *Qu*= portata in uscita [l/s]; *a, n* = parametri della curva di possibilità climatica.

In questo caso la durata di precipitazione da considerare è quella critica per l'accumulo di progetto; tale durata θ_w si determina risolvendo la seguente equazione:

$$W = 2.75 * n * \varphi * S * a * \vartheta_w^{\,n-1} + 0.36 * (n-1) * t_c * Q_u^2 * \frac{\vartheta_w^{\,-n}}{\varphi * S * a} - Q_u = 0$$



Determinazione dell'evento critico per la vasca con il modello cinematico

Se si considerano per le varie grandezze le unità di misura solitamente utilizzate nella pratica, ossia: W in m^3, A in ha, a in mm/ora–n, θ in ore, Tc in ore, Qu in l/s, si inserisce il valore trovato nella equazione di Alfonsi – Orsi precedentemente scritta e si ottiene per i relativi interventi la portata critica di progetto.

Superficie di trasformazione	A	23.277	mq
Parametro curva di possibilità pluviometrica	a	62,23	
Parametro curva di possibilità pluviometrica	n	0,242	
Tempo di corrivazione	tc (t0)	0,25	ore
Coefficiente di deflusso	ϕ	0,84	
Portata concessa allo scarico per ettaro	Qu	5	[l/(s*ha)]

Output:

Portata critica	Qc	967	l/s
Portata in uscita	Qu	11,64	l/s

Risoluzione analitica del valore del tempo di pioggia critico:

$$n \cdot \varphi \cdot A \cdot a \cdot \theta_w^{n-1} + (1-n) \cdot T_c \cdot Q_u^2 \cdot \frac{\theta_w^{-n}}{\varphi \cdot A \cdot a} - Q_u = 0$$

Durata di pioggia critica	Θ	13,17	ore

Calcolo analitico del volume di laminazione:

$$W = \varphi \cdot A \cdot a \cdot \theta^n + T_0 \cdot Q_u^2 \cdot \frac{\theta^{1-n}}{\varphi \cdot A \cdot a} - Q_u \cdot \theta - Q_u \cdot T_0$$

Volume di laminazione	W	1711	mc
Volume per ettaro	W/ha	735	mc/ha

Tabella 8-1 - Volume di compenso specifici per la laminazione dei nuovi carichi idraulici, considerando una concessione di scarico pari a 5 l/[s·ha] per un tempo di ritorno Tr = 50 anni e superficie scolante pari al 100 %.

8.2 Schema B

Le modalità operative del D.G.R. del Veneto n° 2948 del 2009 afferma che *"in caso di terreni ad elevata capacità di accettazione delle piogge (coefficiente di filtrazione maggiore di 10-3 m/s e frazione limosa inferiore al 5%), in presenza di falda freatica sufficientemente profonda e di regola in caso di piccole superfici impermeabilizzate, è possibile realizzare sistemi di infiltrazione facilitata in cui convogliare i deflussi in eccesso prodotti dall'impermeabilizzazione. Tuttavia le misure compensative andranno di norma individuate in volumi d'invaso per la laminazione di almeno il 50% degli aumenti di portata.*
Questo significa considerare metà area di trasformazione soggetta alla laminazione allo scarico e metà area di intervento soggetta a smaltimento per infiltrazione.
Di conseguenza per il 50% di area si dovrà provvedere al **volume di accumulo** pari a :

Superficie di trasformazione	A	11.639	mq
Parametro curva di possibilità pluviometrica	a	62,23	
Parametro curva di possibilità pluviometrica	n	0,242	
Tempo di corrivazione	tc (t0)	0,25	ore
Coefficiente di deflusso	ϕ	0,84	
Portata concessa allo scarico per ettaro	Qu	5	[l/(s*ha)]

Output:

Portata critica	Qc	484	l/s
Portata in uscita	Qu	5,82	l/s

Risoluzione analitica del valore del tempo di pioggia critico:

$$n \cdot \varphi \cdot A \cdot a \cdot \theta_w^{n-1} + (1-n) \cdot T_c \cdot Q_u^2 \cdot \frac{\theta_w^{-n}}{\varphi \cdot A \cdot a} - Q_u = 0$$

Durata di pioggia critica	θ	13,17	ore

Calcolo analitico del volume di laminazione:

$$W = \varphi \cdot A \cdot a \cdot \theta^n + T_0 \cdot Q_u^2 \cdot \frac{\theta^{1-n}}{\varphi \cdot A \cdot a} - Q_u \cdot \theta - Q_u \cdot T_0$$

Volume di laminazione	W	855	mc
Volume per ettaro	W/ha	735	mc/ha

Tabella 8-2 - Volume di compenso specifici per la laminazione dei nuovi carichi idraulici, considerando una concessione di scarico pari a 5 l/[s·ha] per un tempo di ritorno Tr = 50 anni e superficie scolante pari al 50 %.

e che per il restante 50% di area trasformata si dovrà provvedere alla realizzazione di **n. di pozzi perdenti** derivanti dai calcoli sotti riportati.

Per lo studio in oggetto si è calcolato, per il tempo di precipitazione considerato, il volume d'acqua affluito alla sezione di chiusura nella configurazione di progetto e successivamente il volume smaltito ed invasato dai manufatti predisposti in via preliminare. Si dovrà quindi dimostrate che il volume di pioggia è inferiore al volume d'acqua smaltito per infiltrazione e temporaneamente invasato sia dal sistema disperdente sia dalle condotte di collegamento con il sistema di infiltrazione, cioè $V_s+V_i+V_t \geq V_p$ e quindi $V_p-(V_s+V_i+V_t) \leq 0$, dove:

V_p = *volume di progetto*
V_s = *volume smaltito per infiltrazione*
V_i = *Volume invasato dai pozzi*
V_t = *Volume invasato nelle tubazioni di collegamento*

Il sistema di smaltimento delle acque meteoriche è stato concepito in modo tale da fungere anche da bacino d'invaso: la rete locale sarà in grado quindi di stoccare temporaneamente il volume d'acqua in eccesso durante l'evento critico e disperderlo, in tempi più lunghi, nel sottosuolo. Per il calcolo delle portate di infiltrazione dei pozzi disperdenti si è fatto riferimento alla seguente formula:

$$Q_{out} = C_u \cdot K \cdot r_p \cdot H_w$$

Dove:
Q_{out} = portata allontanata da ogni pozzo drenante;
r_p = raggio del pozzo;
K = permeabilità del terreno;
H_w = livello di pelo libero raggiunto dal pozzo;
C_u = coeff. adimensionale

$$C_u = 2 \cdot \pi \cdot \frac{\left(\frac{H_w}{r_p}\right)}{\ln\left(\frac{H_w}{r_p}\right)}$$

Si propone di realizzare dei pozzi, con le seguenti caratteristiche:

Altezza pozzo totale	*4,00 m*
Altezza efficacie o livello di pelo libero raggiunto nel pozzo	*3,00 m*
Raggio del pozzo	*1,00 m*

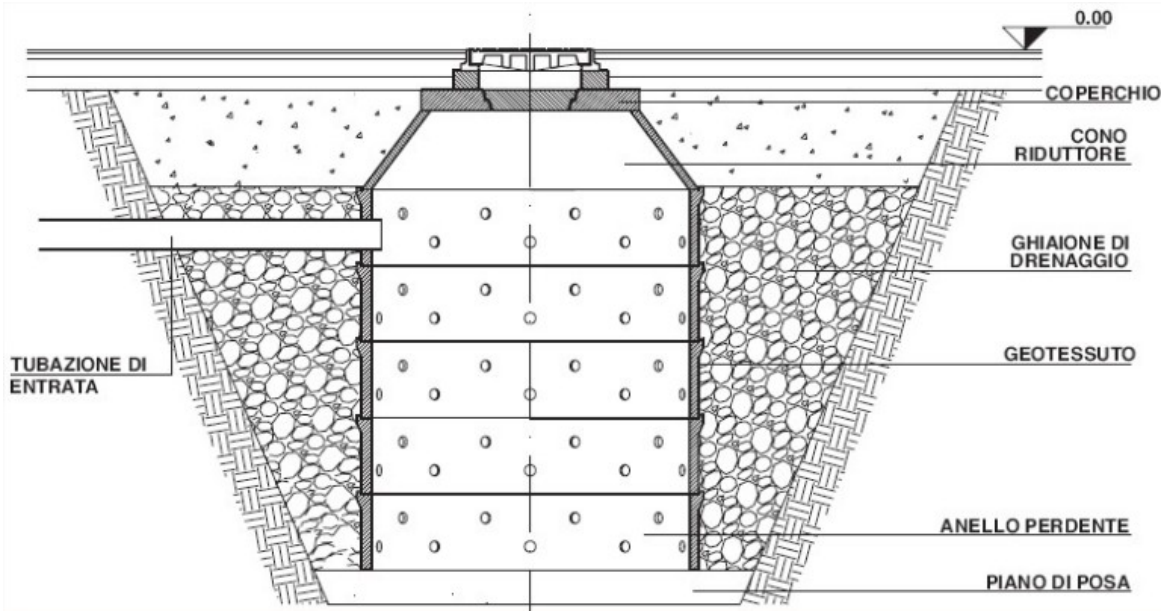


Fig. 8-1 – Particolari costruttivi del pozzo perdente

Con le ipotesi avanzate, la portata allontanata da ogni pozzo è:

$$Q_{out} = C_u \cdot K \cdot r_p \cdot H_w = 0{,}023\, {}^{m^3}/_{s} = 23\ l/s$$

Il volume di accumulo di ogni pozzo è:

$$V_p = \pi \cdot r_p^2 \cdot H_w = 9{,}42\ m^3$$

Si è considerato inoltre ai fini del calcolo, il volume di ghiaione che verrà posto in opera attorno al pozzo avente spessore indicativo di 0,5 metri, ottenendo quindi un volume di ghiaia utile per l'invaso di circa 19,35 m^3. Il volume disponibile per l'invaso, adottando una porosità del ghiaione dell'ordine del 30% sarà pari a 3,20 m^3/pozzo.

$$V_{ghiaia} = 5{,}80\ m^3$$

Si propone, per smaltire il volume d'acqua derivante dalla nuova impermeabilizzazione, di realizzare **n° 13 pozzi**, La portata di infiltrazione sarà quindi pari a 23·13= 299 l/s mentre il volume d'invaso nei pozzi sarà uguale a (9.42+5,80)·13= 197,86 mc. Calcolando il volumi relativi a varie durate di pioggia, si verifica che il sistema proposto sarà in grado di invasare temporaneamente e successivamente smaltire, il volume critico relativo a precipitazioni con Tr=50 anni.

Superficie = 11.638 m^2 (50% dell'area di intervento 23.227 m^2)
Coeff. Deflusso = 0,84
TR= 50 anni

T[h]	H [mm]	J [mm/h]	Qp [l/s]	Qs [l/s]	Vp [mc]	Vs [l/s]	Vp [mc]	ΔV [mc]
0,2	42,00	210,00	570,28	299	410,60	215,28	197,86	-2,54
0,3	46,33	154,43	419,38	299	452,93	322,92	197,86	-67,85
0,35	48,09	137,40	373,13	299	470,15	376,74	197,86	-104,45
0,4	49,67	124,17	337,21	299	485,59	430,56	197,86	-142,83
0,45	51,11	113,57	308,41	299	499,63	484,38	197,86	-182,61
0,5	52,43	104,85	284,74	299	512,53	538,20	197,86	-223,53
0,55	53,65	97,54	264,89	299	524,49	592,02	197,86	-265,39
0,6	54,79	91,32	247,99	299	535,65	645,84	197,86	-308,05
0,65	55,86	85,94	233,39	299	546,13	699,66	197,86	-351,39
0,7	56,87	81,25	220,64	299	556,01	753,48	197,86	-395,33
0,75	57,83	77,11	209,40	299	565,37	807,30	197,86	-439,79
0,8	58,74	73,43	199,40	299	574,27	861,12	197,86	-484,71
0,85	59,61	70,13	190,44	299	582,76	914,94	197,86	-530,04
0,9	60,44	67,15	182,37	299	590,87	968,76	197,86	-575,75
0,95	61,24	64,46	175,05	299	598,66	1022,58	197,86	-621,78
1	62,00	62,00	168,37	299	606,13	1076,40	197,86	-668,13

*Tabella 8-3 – Tabella per la determinazione del **ΔV < 0***

T[h]	Tempo di pioggia	Qs [l/s]	Portata smaltita per infiltrazione
H [mm]	Altezza di pioggia	Vp [mc]	Volume di progetto
J [mm/h]	Intensità di pioggia	Vs [l/s]	Volume smaltito per infiltrazione
Qp [l/s]	Portata di progetto	Vp [mc]	Volume invasato dai pozzi

$V_s + V_i \geq V_p$ ⟶ **VERIFICATA**

8.3 Schema C

Le modalità operative del D.G.R. del Veneto n° 2948 del 2009 afferma che *"..qualora si voglia aumentare la percentuale di portata attribuita all'infiltrazione, fino ad una incidenza massima del 75%, Il progettista dovrà documentare, attraverso appositi elaborati progettuali e calcoli idraulici, la funzionalità del sistema a smaltire gli eccessi di portata prodotti dalle superfici impermeabilizzate rispetto alle condizioni antecedenti la trasformazione, almeno per un tempo di ritorno di 100 anni nei territori di collina e montagna e di 200 anni nei territori di pianura.*

Questo significa considerare 25% dell'area di trasformazione soggetta alla laminazione allo scarico e 75% dell' area soggetta a smaltimento per infiltrazione. Di conseguenza per il 25% di area si dovrà provvedere al **volume di accumulo** pari a :

Superficie di trasformazione	A	5.807	mq
Parametro curva di possibilità pluviometrica	a	76,55	
Parametro curva di possibilità pluviometrica	n	0,233	
Tempo di corrivazione	tc (t0)	0,2	ore
Coefficiente di deflusso	ϕ	0,84	
Portata concessa allo scarico per ettaro	Qu	5	[l/(s*ha)]

Output:

Portata critica	Qc	357	l/s
Portata in uscita	Qu	2,90	l/s

Risoluzione analitica del valore del tempo di pioggia critico:

$$n \cdot \varphi \cdot A \cdot a \cdot \theta_w^{n-1} + (1-n) \cdot T_c \cdot Q_u^2 \cdot \frac{\theta_w^{-n}}{\varphi \cdot A \cdot a} - Q_u = 0$$

Durata di pioggia critica	Θ	15,90	ore

Calcolo analitico del volume di laminazione:

$$W = \varphi \cdot A \cdot a \cdot \theta^n + T_0 \cdot Q_u^2 \cdot \frac{\theta^{1-n}}{\varphi \cdot A \cdot a} - Q_u \cdot \theta - Q_u \cdot T_0$$

Volume di laminazione	W	544	mc
Volume per ettaro	W/ha	936	mc/ha

Tabella 8-4 - Volume di compenso specifici per la laminazione dei nuovi carichi idraulici, considerando una concessione di scarico pari a 5 l/[s·ha] per un tempo di ritorno Tr = 200 anni e superficie scolante pari al 25 %.

e che per il restante 75% di area trasformata si dovrà provvedere alla realizzazione di **n. di pozzi perdenti** derivanti dai calcoli sotti riportati.

Per lo studio in oggetto si è calcolato, per il tempo di precipitazione considerato, il volume d'acqua affluito alla sezione di chiusura nella configurazione di progetto e successivamente il volume smaltito ed invasato dai manufatti predisposti in via preliminare. Si dovrà quindi dimostrate che il volume di pioggia è inferiore al volume d'acqua smaltito per infiltrazione e temporaneamente invasato sia dal sistema disperdente sia dalle condotte di collegamento con il sistema di infiltrazione, cioè $V_s+V_i+V_t \geq V_p$ e quindi $V_p-(V_s+V_i+V_t) \leq 0$, dove:

V_p = volume di progetto
V_s = volume smaltito per infiltrazione
V_i = Volume invasato dai pozzi
V_t = Volume invasato nelle tubazioni di collegamento

Il sistema di smaltimento delle acque meteoriche è stato concepito in modo tale da fungere anche da bacino d'invaso: la rete locale sarà in grado quindi di stoccare temporaneamente il volume d'acqua in eccesso durante l'evento critico e disperderlo, in tempi più lunghi, nel sottosuolo. Per il calcolo delle portate di infiltrazione dei pozzi disperdenti si è fatto riferimento alla seguente formula:

$$Q_{out} = C_u \cdot K \cdot r_p \cdot H_w$$

Dove:
Q_{out} = portata allontanata da ogni pozzo drenante;
r_p = raggio del pozzo;
K = permeabilità del terreno;
H_w = livello di pelo libero raggiunto dal pozzo;
C_u = coeff. adimensionale

$$C_u = 2 \cdot \pi \cdot \frac{\left(\frac{H_w}{r_p}\right)}{\ln\left(\frac{H_w}{r_p}\right)}$$

Si propone di realizzare dei pozzi, con le seguenti caratteristiche:

Altezza pozzo totale	*4,00 m*
Altezza efficacie o livello di pelo libero raggiunto nel pozzo	*3,00 m*
Raggio del pozzo	*1,00 m*

Con le ipotesi avanzate, la portata allontanata da ogni pozzo è:

$$Q_{out} = C_u \cdot K \cdot r_p \cdot H_w = 0{,}023\, {}^{m^3}/_{s} = 23\ l/s$$

Il volume di accumulo di ogni pozzo è:

$$V_p = \pi \cdot r_p^2 \cdot H_w = 9{,}42\ m^3$$

Si è considerato inoltre ai fini del calcolo, il volume di ghiaione che verrà posto in opera attorno al pozzo avente spessore indicativo di 0,5 metri, ottenendo quindi un volume di ghiaia utile per l'invaso di circa 19,35 m^3. Il volume disponibile per l'invaso, adottando una porosità del ghiaione dell'ordine del 30% sarà pari a 3,20 m^3/pozzo.

$$V_{ghiaia} = 5{,}80\ m^3$$

Si propone, per smaltire il volume d'acqua derivante dalla nuova impermeabilizzazione, di realizzare **n° 24 pozzi**, La portata di infiltrazione sarà quindi pari a 23·24= 552 l/s mentre il volume d'invaso nei pozzi sarà uguale a (9.42+5,80)·24= 365,28 mc.

Calcolando il volumi relativi a varie durate di pioggia, si verifica che il sistema proposto sarà in grado di invasare temporaneamente e successivamente smaltire, il volume critico relativo a precipitazioni con Tr=200 nni.

Superficie = 17.420 m^2 (50% dell'area di intervento 23.227 m^2)
Coeff. Deflusso = 0,84
TR= 200 anni

T[h]	H [mm]	J [mm/h]	Qp [l/s]	Qs [l/s]	Vp [mc]	Vs [l/s]	Vp + Vt [mc]	ΔV [mc]
0,20	53,21	253,23	1029,32	552	778,17	417,31	365,28	-4,43
0,25	55,42	221,53	900,48	552	810,43	496,80	365,28	-51,65
0,3	57,82	192,62	782,96	552	845,60	596,16	365,28	-115,84
0,35	59,94	171,14	695,65	552	876,52	695,52	365,28	-184,28
0,4	61,83	154,48	627,93	552	904,22	794,88	365,28	-255,94
0,45	63,55	141,14	573,69	552	929,38	894,24	365,28	-330,14
0,5	65,13	130,18	529,15	552	952,48	993,60	365,28	-406,40
0,55	66,60	121,00	491,85	552	973,87	1092,96	365,28	-484,37
0,6	67,96	113,19	460,10	552	993,81	1192,32	365,28	-563,79
0,65	69,24	106,45	432,70	552	1012,52	1291,68	365,28	-644,44
0,7	70,45	100,57	408,79	552	1030,16	1391,04	365,28	-726,16
0,75	71,59	95,39	387,72	552	1046,85	1490,40	365,28	-808,83
0,8	72,67	90,78	369,00	552	1062,71	1589,76	365,28	-892,33
0,85	73,71	86,66	352,23	552	1077,83	1689,12	365,28	-976,57
0,9	74,69	82,94	337,12	552	1092,28	1788,48	365,28	-1061,48
0,95	75,64	79,57	323,43	552	1106,13	1887,84	365,28	-1146,99

*Tabella 8-5 – Tabella per la determinazione del **ΔV < 0***

T[h]	Tempo di pioggia	Qs [l/s]	Portata smaltita per infiltrazione
H [mm]	Altezza di pioggia	Vp [mc]	Volume di progetto
J [mm/h]	Intensità di pioggia	Vs [l/s]	Volume smaltito per infiltrazione
Qp [l/s]	Portata di progetto	Vp [mc]	Volume invasato dai pozzi

$$V_s + V_i \geq V_p \longrightarrow \textbf{VERIFICATA}$$

9 PRESCRIZIONI FINALI

Vengono indicate le seguenti prescrizioni:

1. Prima dell'esecuzione dell'opera, lo studio di compatibilità dovrà essere affinato con i dati di progetto definitivo/esecutivo e dei seguenti elaborati: elaborato planimetrico stato di fatto, elaborato planimetrico stato di progetto mettendo in evidenza le nuove linee di raccolta acque, le opere di mitigazione, i recettori dei volumi raccolti e qualche particolare significativo di tali manufatti.
2. Gli elaborati tecnici, il dimensionamento, e i particolari costruttivi delle opere di mitigazione , per tutte le aree soggette a trasformazione prima della loro alterazione, dovranno essere preventivamente inviata al **Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta.**
3. A fronte di una scelta progettuale caratterizzata dall'utilizzo di sistemi di infiltrazione, il dimensionamento dell'opera dovrà essere fondato su uno specifico **studio geologico** con prove "in situ", in relazione all'individuazione della permeabilità puntuale del terreno, della posizione reale della falda, di potenziali piani di scivolamento e acclività del terreno.
4. Ogni opera di mitigazione dovrà essere sottoposta a periodiche e opportune attività di manutenzione in modo che questa possa conservare al meglio la proprio efficienza, perciò è richiesto un opportuno **Piano di Manutenzione** recante le misure da adottare ai fini dell'ottimizzazione funzionale della laminazione;

Inoltre, in fase progettuale inoltre dovranno essere adottati i seguenti accorgimenti:

5. prediligere, nella progettazione delle superfici impermeabili, basse pendenze e rendere più densa la rete di punti di assorbimento (chiusini, canalette di drenaggio, grigliati);
6. le acque inquinate di prima pioggia provenienti dalle aree di sosta, transito e manovra degli automezzi dovranno essere destinate ad un disoleatore prima della consegna finale al corpo recettore o alla batteria di pozzi perdenti;
7. nel computo dei volumi da destinare all'accumulo provvisorio non potranno essere considerate le eventuali "vasche di prima pioggia" e " acque di riciclo";
8. stante l'esigenza di garantire l'operatività degli enti preposti per gli interventi di manutenzione con mezzi d'opera, il fregio ai corsi d'acqua pubblici non potranno essere collocate essenze arboree/o arbustive ad una distanza inferiore a 5,00 m, salvo specifiche autorizzazioni;
9. il recapito nel recettore finale dovrà avvenire mediante pozzetto con bocca tarata per la limitazione della portata scaricata pari a 5 l/(s·ha);
10. in merito alla possibilità di realizzare nuove tombinature di alvei demaniali, questo è consentito solo in casi eccezionali che dovranno essere dimostrati dal richiedente;
11. si dovrà assicurare la continuità delle vie di deflusso tra monte e valle delle strade di nuova realizzazione mediante la realizzazione di scoline laterali e opportuni manufatti di attraversamento. Si dovrà altresì evitare lo sbarramento delle vie di deflusso in qualsiasi punto della rete drenante allo scopo di evitare il formarsi di zone di ristagno idrico;
12. si dovrà garantire le fasce di inedificabilità per il rispetto fluviale ai sensi dei R.DD. n. 523/1904 e n. 368/1904 oltre che alla più recente L.R. n. 11 del 23/04/2004 per le quali comunque qualsiasi intervento (in particolare se inserito all'interno della fascia dei 10 mt dal ciglio superiore della scarpata o dal piede esterno dell'argine esistente) che debba avvenire al loro interno dovrà essere autorizzato dall'Ente competente per la rete interessata (U.P. Genio Civile di Vicenza, Consorzio o Servizio Forestale).

10 CONCLUSIONI

Riassumendo quanto esposto nel presente studio, la variante n. 1 al Piano degli Interventi, per ampliamento di grande struttura di vendita, ditta "Supermercati Tosano Cerea s.r.l." comporta anche un riassetto della rete di drenaggio delle acque meteoriche del bacino scolante individuato. L'assetto idrogeologico esistente (terreni permeabili, sufficientemente spessi ed assenza di acque sotterranee) e l'individuazione di un recettore finale a cielo aperto limitrofo all'area, detta **Roggia dei Lecchi,** rende possibile l'adozione di più sistemi di mitigazione idraulica riassunti nei 3 schemi riportati :

SCHEMA A) Sistema di laminazione allo scarico con vasca di accumulo e bocca tarata con TR= 50 anni ;

SCHEMA B) Sistema di laminazione allo scarico (50% degli aumenti di portata) e sistemi di infiltrazione (50% degli aumenti di portata) con TR= 50 anni;

SCHEMA C) Sistema di laminazione allo scarico (25% degli aumenti di portata) e sistemi di infiltrazione (75% degli aumenti di portata) con TR= 200 anni.

In tale senso, al fine di utilizzare al meglio le superfici di progetto senza perturbare l'attuale assetto idraulico ed idrogeologico, sono stati proposte le seguenti misure mitigatorie:

Schema	Tempo di ritorno	Coeff. deflusso	Opere di mitigazione	Volume di accumulo [m^3]	n. pozzi perdenti
A)	50	0,84	Vasche di laminazione con bocca tarata verso recettore finale	1711 (735 m^3/ha)	/
B)	50	0,84	Vasche di laminazione con bocca tarata verso recettore finale + pozzi perdenti	855 (735 m^3/ha)	13*
C)	200	0,84	Vasche di laminazione con bocca tarata verso recettore finale + pozzi perdenti	544 (936 m^3/ha)	24*

*Considerando le caratteristiche dei pozzi perdenti:

Altezza pozzo totale	*4,00 m*
Altezza efficacie o livello di pelo libero raggiunto nel pozzo	*3,00 m*
Raggio del pozzo	*1,00 m*

I pozzi dovranno essere ubicati nell'area adibita a parcheggio lontano dai fabbricati e dovranno essere ispezionabili e sul fondo dovrà essere posto del tessuto non tessuto per trattenere la frazione fine. Dal punto di vista qualitativo, si consiglia di predisporre prima dei sistemi dispersione dei disoleatori e/o vasche di prima pioggia, opportunamente dimensionati, che garantiranno per le acque trattate, caratteristiche chimiche compatibili con i parametri previsti dalla normativa ambientale vigente. Per un corretto funzionamento della rete è necessario pertanto procedere alla pulizia periodica delle tubazioni e dei pozzi, in particolar modo prima dell'inizio delle piogge autunnali, quando cioè i sedimenti che si sono accumulati nella stagione estiva sono facilmente asportabili, non essendosi ancora compattati.

Recoaro Terme, febbraio 2016

Dott. Geol. Claudia Centomo Ing. Marco Dal Pezzo

INTERVENTO	**Variante n. 1 al Piano degli Interventi per ampliamento di grande struttura di vendita - ditta "Supermercati Tosano Cerea s.r.l."**
Classe di intervento:	**Significativa impermeabilizzazione potenziale (1 ha < sup. < 10 ha)**

ZTO origine	Tipologia di variazione	Superficie (mq)
agricolo	commerciale	23.227

Vincolo di fragilità/criticità presente	-
Permeabilità del terreno	alta permeabilità
Livello della falda dal p.c.	> 10 mt
Corpo recettore afferente	Roggia dei Lecchi
Distanza dal corpo recettore	limitrofa all'area
Quota media ambito di intervento (m s.l.m.)	155
Zona altimetrica	Pianura

Poratata allo scarico considerata (l/(sxha) = 5

Schema	Tempo di ritorno	Coeff. deflusso	Opere di mitigazione	Volume di accumulo [m³]	n. pozzi perdenti
A)	50	0,84	Vasche di laminazione con bocca tarata verso recettore finale	1711 (735 m³/ha)	/
B)	50	0,84	Vasche di laminazione con bocca tarata verso recettore finale + pozzi perdenti	855 (735 m³/ha)	13
C)	200	0,84	Vasche di laminazione con bocca tarata verso recettore finale + pozzi perdenti	544 (936 m³/ha)	24

Intervento di mitigazione:

L'assetto idrogeologico esistente (terreni permeabili, sufficientemente spessi ed assenza di acque sotterranee) e l'individuazione di un recettore finale a cielo aperto limitrofo all'area, detta Roggia dei Lecchi, rende possibile l'adozione di più sistemi di mitigazione idraulica riassunti nei 3 schemi riportati :

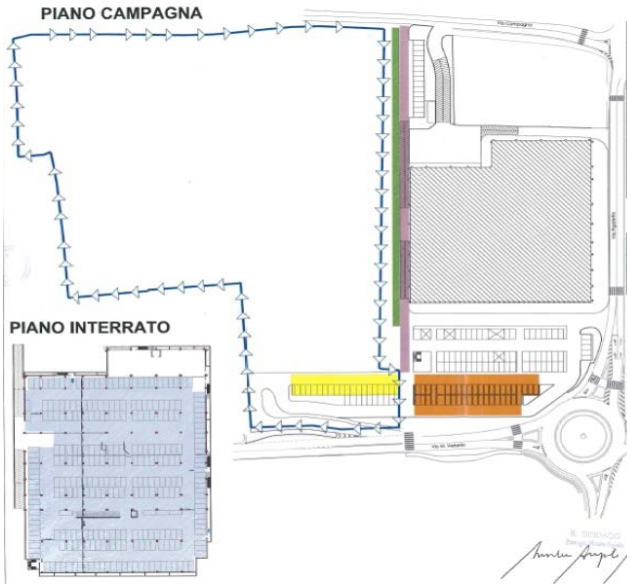
SCHEMA A) Sistema di laminazione allo scarico con vasca di accumulo e bocca tarata con TR= 50 anni ;

SCHEMA B) Sistema di laminazione allo scarico (50% degli aumenti di portata) e sistemi di infiltrazione (50% degli aumenti di portata) con TR= 50 anni;

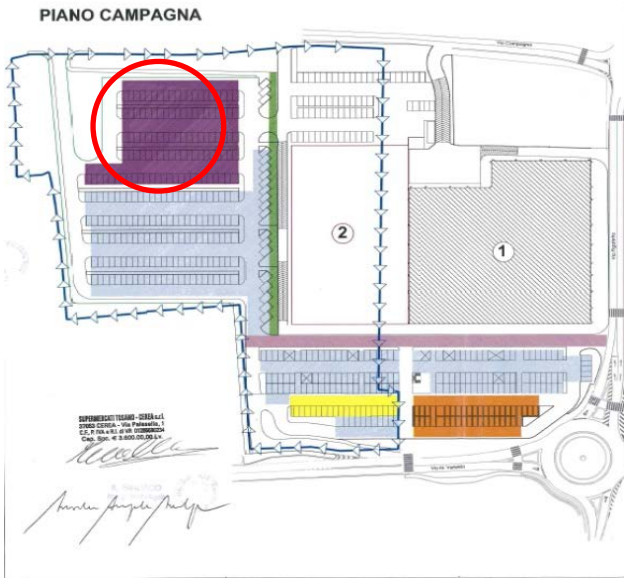
SCHEMA C) Sistema di laminazione allo scarico (25% degli aumenti di portata) e sistemi di infiltrazione (75% degli aumenti di portata) con TR= 200 anni.

Ipotesi di ubicazione delle opere di mitigazione (zona delimitata in rosso in figura):

STATO DI FATTO



STATO DI PROGETTO



vicenza

Stazione di VICENZA
Serie ordinata di dati di precipitazione
Regolarizzazione effettuata con legge di GUMBEL

$$P(x) = e^{-e^{-alfa * (x - beta)}}$$

1 ora		3 ore		6 ore		12 ore		24 ore	
mm	AAMMGG	mm	AAMMGG	mm	AAMMGG	mm	AAMMGG	mm	AAMMGG
80.0	670904	120.0	670904	137.0	670904	138.4	670904	143.8	670904
51.0	680802	71.2	680802	90.8	680802	97.4	870825	107.8	870825
50.0	940820	65.8	940820	74.6	940820	91.4	680802	104.0	821026
40.2	790810	49.6	890622	64.8	870825	80.4	911011	104.0	811026
37.2	760722	48.0	800608	58.0	800608	76.8	881012	102.6	890622
36.2	830902	45.6	790810	55.0	890403	74.6	940820	98.0	831222
34.2	640815	44.0	820828	52.6	841003	72.6	890403	95.2	680802
32.8	880612	42.0	760722	50.4	640815	71.4	821026	90.0	850303
32.6	750915	40.8	640815	47.4	911012	71.4	811026	86.0	860131
32.0	820907	39.8	690730	47.0	621031	65.0	800608	83.8	881012
31.8	890622	39.0	590530	46.4	601015	64.6	591028	83.6	911011
31.6	590530	39.0	870825	46.2	690816	63.0	860909	82.6	591028
31.6	560731	38.6	660808	45.6	790810	60.2	621031	82.4	940913
31.0	630612	38.0	630612	43.6	590530	60.0	850303	81.0	750823
30.6	720728	37.8	830902	43.0	571023	57.0	750915	79.4	641008
30.4	600720	37.6	580610	42.8	881012	55.8	641008	78.8	661103
30.0	690730	36.0	600806	42.4	760722	54.8	601015	74.2	560925
29.4	840726	35.4	720702	41.2	720702	52.6	841003	74.0	800608
29.0	780907	33.8	881012	40.2	860909	52.0	831222	73.4	781003
28.0	860823	33.2	750915	39.4	630612	51.2	630904	69.6	900407
26.0	870825	33.0	780907	39.4	580610	49.2	791115	63.8	600310
25.6	610712	32.2	560731	39.0	830902	48.2	690816	63.4	720212
23.0	910913	32.0	911012	38.6	660808	48.0	781003	63.0	950531
23.0	660808	31.8	650705	37.4	950610	47.2	650704	62.8	621030
22.6	810620	30.8	950530	37.2	770409	46.2	900407	60.0	690604
22.2	700808	30.2	860909	36.2	650705	46.0	580627	60.0	791115
22.0	580610	29.6	621031	35.8	781003	45.6	571022	60.0	761027
22.0	800608	27.4	610712	35.8	811026	44.2	720212	59.4	570926
22.0	950530	27.0	570710	35.8	821026	43.2	661103	56.0	581111
21.6	710722	26.6	700808	33.2	750915	42.0	560925	56.0	711231
20.4	650905	25.0	811026	32.2	560731	41.2	770409	55.6	840329
20.0	850806	23.8	770409	31.2	900407	40.6	950512	55.2	630406
20.0	570715	21.6	710722	31.0	850303	38.8	710403	55.2	770409
17.0	620524	20.2	850303	30.6	710722	36.6	611112	53.4	650704
14.6	770707	20.0	900407	27.4	610712	36.6	701107	53.2	611111
12.0	900407	- . -		26.6	700808	- . -		48.0	700303

vicenza-tr

Stazione di VICENZA
Parametri regolarizzazione dati di precipitazione legge di GUMBEL

$$P(x) = e^{-e^{-alfa * (x - beta)}}$$

1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
N: 36	N: 35	N: 36	N: 35	N: 36
Media: 29.544	Media: 38.469	Media: 45.994	Media: 58.977	Media: 75.533
alfa: .094	alfa: .063	alfa: .056	alfa: .055	alfa: .055
beta: 23.764	beta: 29.871	beta: 36.309	beta: 49.117	beta: 65.659
Tr = 2	Tr = 2	Tr = 2	Tr = 2	Tr = 2
Xt = 27.68	Xt = 35.70	Xt = 42.87	Xt = 55.81	Xt = 72.35
Parametri curva H = a*T**n : a = 7.829 n = .300 (T = minuti)				
Tr = 5	Tr = 5	Tr = 5	Tr = 5	Tr = 5
Xt = 39.79	Xt = 53.74	Xt = 63.16	Xt = 76.49	Xt = 93.03
Parametri curva H = a*T**n : a = 12.540 n = .272 (T = minuti)				
Tr = 10	Tr = 10	Tr = 10	Tr = 10	Tr = 10
Xt = 47.81	Xt = 65.68	Xt = 76.59	Xt = 90.18	Xt = 106.73
Parametri curva H = a*T**n : a = 15.788 n = .260 (T = minuti)				
Tr = 25	Tr = 25	Tr = 25	Tr = 25	Tr = 25
Xt = 57.94	Xt = 80.76	Xt = 93.57	Xt = 107.48	Xt = 124.03
Parametri curva H = a*T**n : a = 19.984 n = .249 (T = minuti)				
Tr = 50	Tr = 50	Tr = 50	Tr = 50	Tr = 50
Xt = 65.45	Xt = 91.95	Xt = 106.16	Xt = 120.32	Xt = 136.87
Parametri curva H = a*T**n : a = 23.144 n = .242 (T = minuti)				
Tr = 100	Tr = 100	Tr = 100	Tr = 100	Tr = 100
Xt = 72.91	Xt = 103.06	Xt = 118.66	Xt = 133.06	Xt = 149.61
Parametri curva H = a*T**n : a = 26.310 n = .237 (T = minuti)				
Tr = 200	Tr = 200	Tr = 200	Tr = 200	Tr = 200
Xt = 80.35	Xt = 114.13	Xt = 131.11	Xt = 145.76	Xt = 162.30
Parametri curva H = a*T**n : a = 29.488 n = .233 (T = minuti)				