

PREMESSA

Architer S.r.l. mi ha conferito l'incarico di valutare la compatibilità idraulica e le conseguenti opere necessarie per inserire la nuova urbanizzazione denominata P.U.A. "Pegaso Village" nel territorio ad ovest di S. Massimo, classificato nel PAT come a servizi di pubblico interesse.

La valutazione sulla compatibilità idraulica verrà eseguita per accertare la possibilità dell'insediamento, individuando tutti quei fattori idrologici ed idraulici che dovranno venire utilizzati nella redazione del progetto di insediamento.

Relativamente alle acque provenienti da precipitazioni meteoriche è indispensabile poter conoscere la capacità di assorbimento del terreno, capacità di portata dell'eventuale ricettore e possibilità di realizzo di vasche di laminazione.

Come indicato nel PAT il territorio è adibito a servizi di pubblico interesse.

LE DISPOSIZIONI PER LA VALUTAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

Con deliberazione n. 3637 del 13.12.2002, la Giunta Regionale forniva gli indirizzi operativi e le linee guida per la **Verifica della Compatibilità Idraulica** delle previsioni urbanistiche con la realtà idrografica e le caratteristiche idrologiche ed ambientali del territorio.

Tale provvedimento prevedeva che l'approvazione di un nuovo strumento urbanistico, ovvero di varianti a quello vigente, fosse subordinata al parere della competente autorità idraulica su un apposito studio di compatibilità idraulica.

Lo studio, al fine di evitare l'aggravio delle condizioni del regime idraulico, deve prevedere la realizzazione di idonee misure che abbiano funzioni compensative dell'alterazione provocata dalle nuove previsioni urbanistiche.

Le opere compensative consistono sostanzialmente nella individuazione e progettazione di volumi e modalità di gestione degli stessi in modo che l'area interessata da intervento di trasformazione del suolo non modifichi la propria risposta idrologico-idraulica in termini di portata generata.

Inoltre è stato disposto che la Valutazione di Compatibilità debba acquisire il parere favorevole dell'Unità Complessa del Genio Civile Regionale competente per territorio, sentito il Consorzio di Bonifica.

Con l'entrata in vigore della L.R. 23.04.2004 n. 11 e della successiva Dgr 1841/07, nuova disciplina Regionale per il governo del Territorio, si è modificato sensibilmente l'approccio per la pianificazione urbanistica, tanto da evidenziare la necessità di adeguare la “**Valutazione di Compatibilità Idraulica**” alle nuove procedure.

In tale prospettiva, con delibera n. 1322 del 10 maggio 2006 e s.m.i, la Giunta Regionale del Veneto, forniva le nuove indicazioni per la formazione degli strumenti urbanistici.

L'Allegato A della su indicata Delibera, fornisce “Modalità operative e indicazioni tecniche” delle nuove Valutazioni di compatibilità idraulica per la redazione degli strumenti urbanistici.

L'Allegato A Dgr n. 2948 del 6 ottobre 2009 fornisce “Modalità operative e indicazioni tecniche” delle nuove Valutazioni di compatibilità idraulica per la redazione degli strumenti urbanistici.

L'Allegato A Dgr n. 842 del 15 Maggio 2012 “**PIANO DI TUTELA DELLE ACQUE NORME TECNICHE DI ATTUAZIONE**”.

L'Allegato n. 2 Componente idraulica del Prontuario per la mitigazione ambientale del Comune di Verona approvato con D.C.C. n. 91 del 23/12/2011.

INDICAZIONI OPERATIVE

Per quanto attiene le condizioni di pericolosità derivanti dalla rete idrografica maggiore si dovranno considerare quelle definite dal PAI. Potranno altresì considerarsi altre condizioni di pericolosità, per la rete minore, derivanti da ulteriori analisi condotte da Enti o soggetti diversi (quali, ad esempio, la mappa della pericolosità idraulica redatta dall'Unione Regionale Veneta Bonifiche 1999).

Per le zone considerate pericolose la valutazione di compatibilità idraulica dovrà analizzare la coerenza tra le condizioni di pericolosità riscontrate e le nuove previsioni urbanistiche, eventualmente fornendo indicazioni di carattere costruttivo, quali ad esempio la possibilità di realizzare volumi utilizzabili al di sotto del piano campagna o la necessità di prevedere che la nuova edificazione avvenga a quote superiori a quelle del piano campagna.

Lo studio di compatibilità può altresì prevedere la realizzazione di interventi di mitigazione del rischio, indicandone l'efficacia in termini di riduzione del pericolo.

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.

Potrà essere preso in considerazione il reperimento di nuove superfici atte a favorire l'infiltrazione dell'acqua, solamente come misura complementare in zone non a rischio di inquinamento della falda e ovviamente dove tale ipotesi possa essere efficace.

In relazione all'applicazione del principio dell'invarianza idraulica lo studio dovrà essere corredato di analisi pluviometrica con ricerca delle curve di possibilità climatica per durate di precipitazione corrispondenti al tempo di corrivazione critico per le nuove aree da trasformare.

Il tempo di ritorno cui fare riferimento viene definito pari a 50 anni. I coefficienti di deflusso, ove non determinati analiticamente, andranno convenzionalmente assunti pari a 0.1 per le aree agricole, 0.2 per le superfici permeabili (aree verdi), 0.6 per le superfici semi-permeabili (grigliati drenanti con sottostante materasso ghiaioso, strade in terra battuta o stabilizzato, ...) e pari a 0.9 per le superfici impermeabili (tetti, terrazze, strade, piazzali, etc...).

I metodi per il calcolo delle portate di piena potranno essere di tipo concettuale ovvero modelli matematici.

Tra i molti modelli di tipo analitico/concettuale di trasformazione afflussi-deflussi disponibili in letteratura si può fare riferimento a tre che trovano ampia diffusione in ambito internazionale e nazionale:

- il *Metodo Razionale*, che rappresenta nel contesto italiano la formulazione sicuramente più utilizzata a livello operativo;
- il metodo Curve Numbers proposto dal Soil Conservation Service (SCS) americano [1972] ora Natural Resource Conservation Service (NRCS);
- il metodo dell'invaso.

Tuttavia è sempre consigliabile produrre stime delle portate con più metodi diversi e considerare ai fini delle decisioni i valori più cautelativi o comunque ritenuti appropriati dal progettista in base alle opportune considerazioni caso per caso.

In particolare, in relazione alle caratteristiche della rete idraulica naturale o artificiale che deve accogliere le acque derivanti dagli afflussi meteorici, dovranno essere stimate le portate massime scaricabili e definiti gli accorgimenti tecnici per evitarne il superamento in caso di eventi estremi.

Dovranno quindi essere definiti i contributi specifici delle singole aree oggetto di trasformazione dell'uso del suolo e confrontati con quelli della situazione antecedente, valutati con i rispettivi parametri anche in relazione alla relativa estensione superficiale.

Il volume da destinare a laminazione delle piene sarà quello necessario a garantire che la portata di efflusso rimanga costante.

Andranno pertanto predisposti nelle aree in trasformazione volumi che devono essere riempiti man mano che si verifica deflusso dalle aree stesse fornendo un dispositivo che ha rilevanza a livello di bacino per la formazione delle piene del corpo idrico recettore, garantendone l'effettiva invarianza del picco di piena; la predisposizione di tali volumi non garantisce automaticamente sul fatto che la portata uscente dall'area trasformata sia in ogni condizione di pioggia la medesima che si osservava prima della trasformazione.

Tuttavia è importante evidenziare che l'obiettivo dell'invarianza idraulica richiede a chi propone una trasformazione di uso del suolo di accollarsi, attraverso opportune azioni compensative nei limiti di incertezza del modello adottato per i calcoli dei volumi, gli oneri del consumo della risorsa territoriale costituita dalla capacità di un bacino di regolare le piene e quindi di mantenere le condizioni di sicurezza territoriale nel tempo.

Appare opportuno inoltre introdurre una classificazione degli interventi di trasformazione delle superfici.

Tale classificazione consente di definire soglie dimensionali in base alle quali si applicano considerazioni differenziate in relazione all'effetto atteso dell'intervento. La classificazione è riportata nella seguente tabella.

Classe di Intervento	Definizione
Trascurabile impermeabilizzazione potenziale	intervento su superfici di estensione inferiore a 0.1 ha
Modesta impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici comprese fra 0.1 e 1 ha
Significativa impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici comprese fra 1 e 10 ha; interventi su superfici di estensione oltre 10 ha con $Imp < 0,3$
Marcata impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici superiori a 10 ha con $Imp > 0,3$

Nelle varie classi andranno adottati i seguenti criteri:

- nel caso di trascurabile impermeabilizzazione potenziale, è sufficiente adottare buoni criteri costruttivi per ridurre le superfici impermeabili, quali le superfici dei parcheggi;
- nel caso di modesta impermeabilizzazione, oltre al dimensionamento dei volumi compensativi cui affidare funzioni di laminazione delle piene è opportuno che le luci di scarico non eccedano le dimensioni di un tubo di diametro 200 mm e che i tiranti idrici ammessi nell'invaso non eccedano il metro;

- nel caso di significativa impermeabilizzazione, andranno dimensionati i tiranti idrici ammessi nell'invaso e le luci di scarico in modo da garantire la conservazione della portata massima defluente dall'area in trasformazione ai valori precedenti l'impermeabilizzazione;
- nel caso di marcata impermeabilizzazione, è richiesta la presentazione di uno studio di dettaglio molto approfondito.

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. Questi sistemi, che fungono da dispositivi di reimmissione in falda, possono essere realizzati, a titolo esemplificativo, sotto forma di vasche o condotte disperdenti posizionati negli strati superficiali del sottosuolo in cui sia consentito l'accumulo di un battente idraulico che favorisca l'infiltrazione e la dispersione nel terreno. I parametri assunti alla base del dimensionamento dovranno essere desunti da prove sperimentali. Tuttavia le misure compensative andranno di norma individuate in volumi di 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.

Qualora le condizioni del suolo lo consentano e nel caso in cui non sia prevista una canalizzazione e/o scarico delle acque verso un corpo recettore, ma i deflussi vengano dispersi sul terreno, non è necessario prevedere dispositivi di invarianza idraulica in quanto si può supporre ragionevolmente che la laminazione delle portate in eccesso avvenga direttamente sul terreno.

Occorre comunque tenere presente che la mancanza di sistemi di scolo delle acque, in terreni di acclività non trascurabile, può portare ad altre controindicazioni in termini di stabilità del versante.

Nei casi in cui lo scarico delle acque meteoriche da una superficie giunga direttamente al mare o ad altro corpo idrico il cui livello non risulti influenzato dagli apporti meteorici, l'invarianza idraulica delle trasformazioni delle superfici è implicitamente garantita a prescindere dalla realizzazione di dispositivi di laminazione.

Come usualmente indicato dai Consorzi di Bonifica e largamente utilizzato, il valore della portata in uscita da considerare nel caso del calcolo dei volumi d'invaso è 10 l/s*ha.

Il volume compensativo di invaso è stato calcolato in riferimento a due differenti coefficienti udometrici relativi allo stato attuale:

- 10 l/s*ha;
- 5 l/s*ha (valore cautelativo assunto anziché l'usuale 10 l/s*ha, considerate le condizioni idrauliche critiche diffuse del comune);

e ad un tempo di ritorno T_r di 50 anni, come previsto dal DGR della Regione Veneto n. 2948 del 2009. Si ritiene utile precisare che in ambito di PI e PUA, analizzate in dettaglio le particolari condizioni del sito, si potrà utilizzare come portata in uscita il valore di 5 o 10 l/s*ha. Il volume d'invaso rappresenta la stima del volume di pioggia massimo che dovrà essere invasato per rispettare l'invarianza idraulica.

INDICAZIONE E PRESCRIZIONI DI CARATTERE GENERALE

Il rischio idraulico nelle zone fortemente urbanizzate, è direttamente collegato alla maggiore impermeabilizzazione del suolo. A questa si può porre rimedio con interventi diffusi a piccola scala che, nell'insieme, sono determinanti ai fini di un migliore deflusso delle acque meteoriche. Un esempio può essere la realizzazione di parcheggi a superficie drenante e la conservazione dei volumi d'invaso attuali.

Un dato di fatto è che l'urbanizzazione territoriale avvenuta negli ultimi anni non ha tenuto conto dell'equilibrio raggiunto dalla rete idraulica esistente. L'impermeabilizzazione ha provocato un aumento del coefficiente di deflusso, incrementando così la quantità acqua che defluisce nei canali. In tal modo, si sono ridotti notevolmente i tempi di corrivazione e si è creato un aumento dei coefficienti udometrici, utilizzati a loro tempo per il dimensionamento dei canali di scolo. Questo ha causato una riduzione del tempo che passa dalla formazione dell'onda di piena al suo passaggio in un determinato punto. Oltretutto, molti fossati sono stati "tombinati" e talvolta con sezioni che oggi risultano notevolmente sottodimensionate.

Il fenomeno delle inondazioni al giorno d'oggi si verifica anche in occasione di eventi meteorici di non particolare gravità ed è attribuibile allo stato di degrado in cui versa la rete idraulica minore. Questo fenomeno è comunque il segnale di un diverso comportamento idrologico del territorio, che determina un'alterazione dei meccanismi di risposta agli eventi meteorici. Quindi, nella formazione

delle piene ed in genere dei deflussi, la componente dei fattori artificiali è notevolmente aumentata rispetto al passato, data la maggior incisione dell'attività antropica sul territorio, inteso come superficie assorbente e scolante.

L'uso della risorsa-suolo è sempre più soggetto alle esigenze dell'uomo e delle sue attività: la crescente domanda di spazio e risorse da parte della comunità, implica molto spesso un metodo di acquisizione, forse corretto dal punto di vista formale, ma poco attento degli aspetti idraulici indotti. In più, c'è da considerare la mancanza di una visione d'insieme delle trasformazioni territoriali: sempre più spesso, infatti, accade che vengano progettati o realizzati separatamente interventi il cui singolo impatto sulle condizioni di stabilità e di deflusso non comporta grandi trasformazioni, ma il cui accumularsi determina disastrose conseguenze sulla comunità e sulle sue attività. La gravità della situazione è resa ancor più pesante se si considerano anche gli impegni finanziari per attuare quegli interventi diffusi nei bacini idrografici dei corsi d'acqua minori, come il risezionamento degli alvei, il ripristino di fossi e fossati, la creazione di volumi di invaso che riducano la tendenza all'incremento delle portate massime in condizioni di piena. E' quindi necessario che, nel campo della sicurezza idraulica, si sviluppi una nuova cultura che, nell'ipotesi di un evento di piena, consenta di gestire efficacemente l'emergenza con azioni di contrasto e controllo delle piene. Una soluzione si può ottenere anche attraverso una difesa idraulica differenziata, ovvero con una maggior protezione di alcune parti del territorio rispetto ad altre.

PRESCRIZIONI GENERALI PER LE NUOVE URBANIZZAZIONI E NORME DI BUONA PROGETTAZIONE IDRAULICA

Al fine di rispettare i principi e le finalità dei piani territoriali, in seguito a processi di urbanizzazione e alla modificazione dell'uso del suolo, si riportano alcune indicazioni generali per la mitigazione dell'impatto idraulico delle nuove urbanizzazioni.

Recupero del volume d'invaso: mediante la realizzazione di invasi superficiali (nuove affossature, zone a momentanea sommersione, ecc.), o profondi (vasche di laminazione, tunnel drenanti, sovradimensionamento delle condotte acque meteoriche, ecc.). Qualsiasi sia la sua configurazione, il sistema utilizzato deve avere i requisiti che ne garantiscano un'agevole pulizia e manutenzione ordinaria e straordinaria.

Manufatto delle laminazioni delle portate: per garantire il riempimento degli invasi realizzati, ottenendo così l'effetto di laminazione del flusso, in apposite sezioni di controllo del sistema di

invaso, deve essere predisposto un idoneo manufatto in grado di scaricare, nell'ambito dei fenomeni pluviometrici correlati al tempo di ritorno utilizzato a dimensionamento, una portata confrontabile con la portata massima defluibile in condizioni non urbanizzate. Il valore di tale portata può essere fissato in funzione di vari parametri o indicato dagli Enti preposti.

Manutenzione e ripristino dei fossi in sede privata: i fossi in sede privata devono essere tenuti in manutenzione, non possono essere eliminati, non devono essere ridotte le loro dimensioni se non si prevedono adeguate misure di compensazione. La fossatura esistente non va in ogni caso considerata ai fini del recupero degli invasi per gli interventi in parola. In aree agricole è vietata la tombinatura dei fossi fatta eccezione per la costruzione di accessi carrai.

Tombinamento: Considerare come ultima eventualità il *tombinamento* di scoli e canali a pelo libero; nel caso l'attuazione dell'intervento fosse assolutamente necessaria, è necessario tener conto che il volume profondo ottenuto con tombinatura deve essere dello stesso ordine di grandezza di quello perso a pelo libero. Inoltre al volume profondo si deve poter accedere facilmente (ampi chiusini di accesso), in modo ridondante (limitare la distanza dei pozzetti), prevedendo l'intervento anche di mezzi meccanici per eseguire pulizia e manutenzione degli stessi volumi interrati.

Realizzazione di opere pubbliche e di infrastrutture: anche nella realizzazione di opere pubbliche ed infrastrutture dovranno essere adottati gli indirizzi sopra indicati. In particolare per le strade di collegamento dovranno essere previste ampie scoline laterali e dovrà essere assicurata la continuità del deflusso delle acque fra monte e valle dei rilevati. Nella realizzazione di piste ciclabili si dovrà evitare il tombinamento di fossi prevedendo, invece, il loro spostamento.

Scarichi pluviali: ove è ragionevolmente possibile, dovranno scaricare superficialmente oppure in pozzi disperdenti collegati in sommità alla rete delle acque meteoriche.

Salvaguardia del verde e delle superfici drenanti e configurazione delle aree verdi quali ricettrici degli apporti meteorici: la distribuzione planovolumetrica dell'area dovrà essere preferibilmente definita in modo che le aree a verde siano distribuite lungo le sponde dell'affossatura esistente o eventualmente di progetto, a garanzia e salvaguardia di un'idonea fascia di rispetto. Le aree a verde dovranno assumere una configurazione che attribuisca loro due funzioni:

di ricettore di una parte delle precipitazioni defluenti lungo le aree, di bacino di laminazione del sistema di smaltimento delle acque piovane. Tali aree possibilmente dovranno:

- essere poste ad una quota inferiore rispetto al piano stradale circostante;
- essere idraulicamente connesse tramite opportuni collegamenti con la strada.

La loro configurazione plano-altimetrica dovrà prevedere la realizzazione d'invasi superficiali adeguatamente disposti ed integrati con la rete di smaltimento delle acque meteorologiche in modo che i due sistemi possano interagire.

ANALISI DELLE TECNICHE PER LA MITIGAZIONE IDRAULICA

I processi di urbanizzazione si concretizzano con un aumento dell'impermeabilizzazione dei suoli; la regolarizzazione del territorio, insieme con la stessa impermeabilizzazione, contribuiscono in modo fondamentale ad incrementare la percentuale di pioggia netta e quindi di deflusso superficiale. La modificazione del territorio, passa quindi necessariamente attraverso procedure ed interventi di mitigazione idraulica, in relazione alle opere edilizie e di urbanizzazione. La soluzione dei problemi di mitigazione idraulica, secondo le moderne teorie, passa attraverso tecniche distribuite di gestione delle acque meteoriche; di seguito si elencano e descrivono brevemente dal punto di vista qualitativo alcune delle tecniche di mitigazione idraulica.

Pozzi e trincee di infiltrazione

Le tecniche di dispersione dell'acqua di pioggia nel sottosuolo sono possibili quando il territorio non presenta piani di falda molto prossimi al piano campagna e quando i suoli hanno una permeabilità adeguata. Con questi sistemi i flussi generati sulle superfici impermeabili sono scaricati in direttamente sulle più vicine superfici permeabili.

Pavimentazione permeabili

L'utilizzo di pavimentazioni permeabili è possibile quando il territorio non presenta piani di falda molto prossimi al piano campagna e quando i suoli hanno una permeabilità adeguata. Sono in genere composte da elementi artificiali che permettono di infiltrare ed immagazzinare temporaneamente l'acqua negli strati di suolo sottostante, agevolando la ricarica della falda.

Bacini di infiltrazione

I bacini di infiltrazione sono costituite da aree depresse, relativamente vaste ed aperte, create artificialmente o in conseguenza di fenomeni naturali. Il deflusso di piena viene convogliato entro il bacino dove l'acqua percola attraverso il fondo e le sponde. L'utilizzo di bacini di infiltrazione è possibile quando il territorio non presenta piani di falda molto prossimi al piano campagna e quando i suoli hanno una permeabilità adeguata.

Bacini di ritenzione

Sistema per accumulare un volume d'acqua di pioggia e trattenere detto volume finché non è rimosso in parte o del tutto, naturalmente o artificialmente, prima della piena successiva. Fanno parte di questa categoria i serbatoi di raccolta dell'acqua piovana che trattengono un predeterminato quantitativo di deflusso proveniente dai tetti.

Volumi di detenzione

I volumi di detenzione sono costituiti da strutture di detenzione dei flussi; agiscono sulla costante di invaso relative al bacino di drenaggio, permettendo l'attenuazione dell'onda di piena (riduzione e traslazione del tempo della portata al colmo), ma senza modificare il volume complessivo di deflusso. Il controllo delle portate in uscita viene effettuato da un apposito manufatto. Quando la creazione dei volumi di detenzione risulta distribuita sul territorio, si parla di tecniche di microlaminazione.

Interventi che prevedono una combinazione di aree umide, valutate in termini di volume di detenzione o di ritenzione sparsi o concentrati, con fondale basso o elevato. In genere questi interventi prevedono la valutazione dei volumi d'invaso equivalenti ai volumi di pioggia da trattare.

DESCRIZIONE DEL SITO

L'area sottesa dal P.U.A. denominato "Pegaso Village" giace alla periferia occidentale dell'area urbana e della frazione di San Massimo, restando poche decine di metri ad Ovest di via Ormanetto mentre a Sud è confinata dal tratto più occidentale di via Rodi.

Essa comprende i mappali n.111, 159, 176, 177, 178, 189, 193, 196, 197, 361, 368, 372, 373, 376, 378 e 380 al Foglio n.237 del catasto terreni comunale, e si estende su di una superficie di 9.227 m². E' delimitata ad est da terreni privati edificati, a sud dalla strada comunale denominata Via Rodi, ad ovest da altri terreni privati edificati e non e a nord da altri terreni privati in parte edificati ed in parte no.



Immagine 1: Ortofoto dell'area.



Immagine 2: CTR con sovrapposizione del DTM e delle Isoipse.

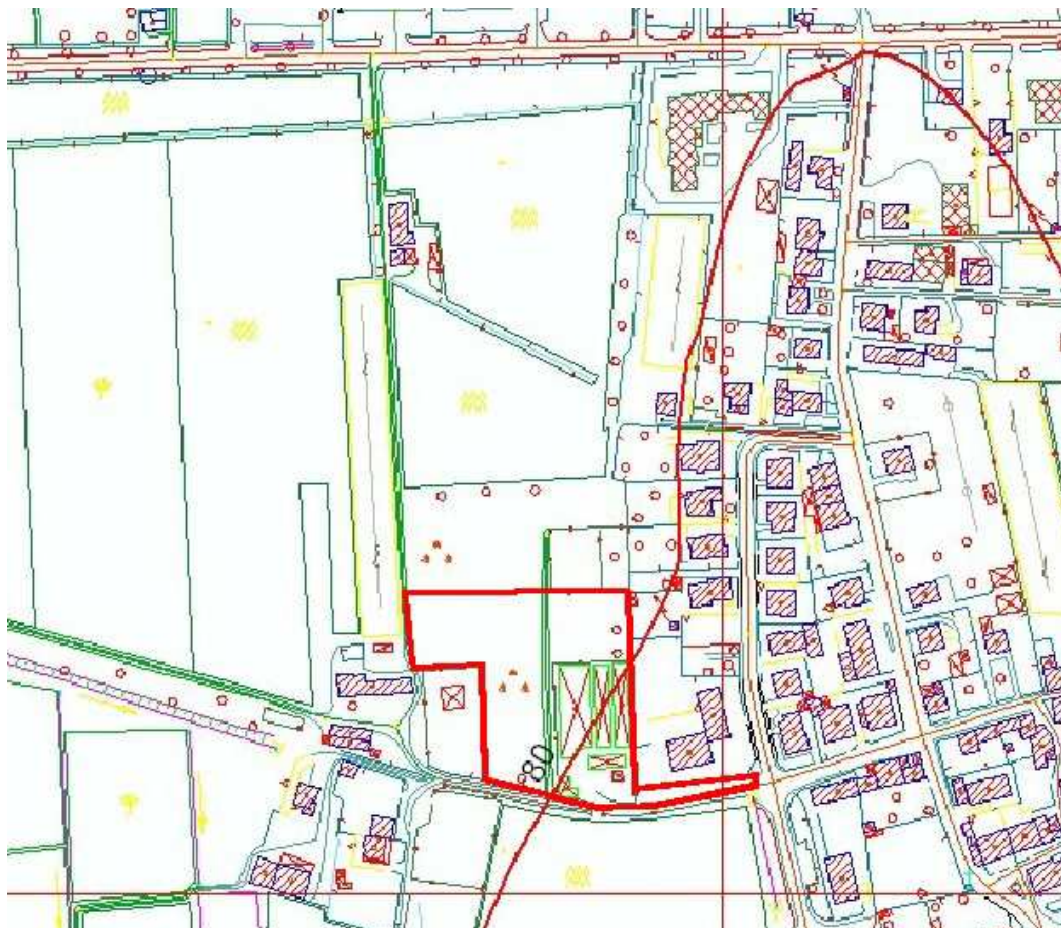


Immagine 3: Ortofoto con sovrapposizione delle Isoipse.

CENNI DI GEOLOGIA ED IDROGEOLOGIA

Citando la relazione Geologica del Dott. Geologo S. Rebonato:

“L’area sottesa dal P.U.A. giace a quota prossima agli 80 m s.l.m.; essa insiste nell’alta pianura veronese ed è compresa entro il cosiddetto “conoide antico” dell’Adige che sovrasta, con scarpata di terrazzo che si svolge meno di un chilometro più ad Est, il piano di divagazione recente solcato dall’alveo attuale del fiume.

Entro il conoide antico atesino il sottosuolo è costituito da depositi alluvionali e fluvioglaciali di granulometria prevalentemente ghiaio-sabbiosa e ciottolosa, celati da coltre di suolo agrario eluviale di spessore raramente superiore al metro: in base alla “Carta della fragilità” del P.A.T. del Comune di Verona tale sottosuolo costituisce un terreno “ottimo” (ovvero senza alcun limite all’edificabilità, ai sensi dell’art.37.03 del P.A.T. medesimo) quanto al grado di penalità ai fini edificatori.

Le alluvioni ghiaio-sabbiose del conoide antico atesino sono state sfruttate per la produzione di inerti e materiali da sottofondo in numerose cave una delle quali, dismessa da diversi anni ma originariamente approfondita fin circa a quota 50 s.l.m., si estendeva 600 metri più a Sud dell'area in esame.

In base alle stratigrafie di un pozzo idrico ubicato presso via Bresciana meno di 400 m più a N.E., e di 3 sondaggi eseguiti con carotaggio continuo (S1 ed S2 realizzati presso l'ex-seminario America Latina 800 m più a S.O., ed S3 entro la lottizzazione "Solaris" 600 m più ad Est), i depositi ghiaio-sabbiosi e ciottolosi raggiungono una potenza accertata di oltre 50 metri (ovvero fin sotto i 30 m di quota s.l.m.) e risultano privi di intercalazioni sabbiose e limo-argillose di apprezzabile spessore.

Il materasso alluvionale ghiaio-sabbioso ospita un potente acquifero freatico alimentato dagli afflussi meteorici ed irrigui, che si estende per parecchie decine di chilometri quadrati all'intorno del capoluogo provinciale.

Da tale acquifero attingono numerosi pozzi per uso irriguo ed acquedottistico: i più vicini pozzi ad uso potabile (rappresentati da quelli della centrale di "Acque Veronesi" di S. Massimo) restano peraltro almeno 900 metri lungi e ad Est dell'area in esame.

In base alla "Carta idrogeologica dell'alta pianura dell'Adige" (DAL PRA' & DE ROSSI, 1989) all'intorno dell'area in esame la superficie freatica ha raggiunto, nel corso del periodo di piena dell'agosto 1986, quota compresa tra 52 e 53 m s.l.m.: quindi la superficie freatica quivi resta di norma ad una trentina di metri sotto il piano campagna.

Il regime dell'acquifero è caratterizzato da piene tardo-estive e da magre invernali, con un'escursione media annua contenuta in 3-4 metri; in base alla summenzionata "Carta idrogeologica", la superficie freatica declina verso Sud-Est con gradiente quivi inferiore allo 0,1%, e viene a giorno in corrispondenza di risorgive che peraltro distano più di 8 chilometri dall'area in esame.

A fronte dell'elevata porosità del materasso alluvionale e della limitata soggiacenza della superficie freatica, la già menzionata "Carta della fragilità" del P.A.T. ascrive l'area in esame all'Unità "A" cui corrisponde una "vulnerabilità intrinseca alta" del sottostante acquifero.

Il materasso alluvionale ghiaio-sabbioso costituisce un mezzo dotato di elevata permeabilità per porosità, entro il quale rapidamente s'infiltrano le acque meteoriche e irrigue; ciò ha impedito che s'instaurasse un reticolo idrografico superficiale naturale: gli unici corsi d'acqua sono rappresentati da canali rivestiti in cls, che convogliano ai fondi agricoli le acque irrigue.

In base a misure registrate nel corso di prove di assorbimento condotte a carico costante in trincee scavate nell'alta pianura (cfr. ANTONELLI & DAL PRA' in "Caratteristiche del sottosuolo nella

pianura veronese in relazione alla possibilità di smaltimento di acque bianche per dispersione”, 1974), il coefficiente di permeabilità delle alluvioni ghiaio-sabbiose più superficiali risulta compreso tra 1×10^{-1} e 3×10^{-2} cm/s; nelle trincee più vicine all’area d’intervento (indicate nella allegata corografia geologica con le sigle K15 e K18 ed ubicate da 150 a 500 m più a N.E.) il coeff. di permeabilità valutato dagli Autori citati è di circa 5×10^{-2} cm/s.

Il coeff. di permeabilità delle ghiaie superficiali è stato altresì valutato (con la correlazione di NASBERG riportata da CASSAN, 1986, valida per terreni come quelli in esame che restano ben al di sopra della superficie freatica) in due prove condotte con carico costante ed a pochi metri di profondità entro i fori dei due sondaggi S1 ed S2 ubicati 800 m più a S.O.; come riportato nelle allegate tabelle di prova, il coeff. di permeabilità risultò compreso tra 9×10^{-3} e 2×10^{-2} cm/s.

Ai fini del dimensionamento di opere disperdenti, in prima approssimazione e sulla scorta dei risultati di prove di permeabilità eseguite in scavi e fori di sondaggio ubicati alcune centinaia di metri lungi dall’area in esame, al sottosuolo ghiaio-sabbioso può essere attribuito un coefficiente iniziale di permeabilità $K = 0,01$ cm/s.”

RACCOLTA DI ACQUE REFLUE E METEORICHE

Nel progettare una rete di fognatura per una zona residenziale, si deve effettuare una prima scelta sulla tipologia della rete di raccolta:

- Sistema misto;
- Sistema separato.

A sfavore del primo va la disastrosa situazione del mare del Nord, più volte denunciata dagli olandesi come conseguenza delle fognature miste della Germania. Quest’ultima, da circa 30 anni, stà provvedendo a separare acque di pioggia dalle acque reflue.

A favore del secondo va la lunga esperienza dei paesi anglosassoni. Negli Stati Uniti il governo federale non finanzia più reti miste dagli inizi del XX secolo.

Sembra quindi ovvio progettare reti separate. In virtù anche della vicinanza ad acquiferi da rispettare e salvaguardare.

Finalmente anche la regione Veneto con Dgr 842 del 15 maggio 2012 ha vietato le fognature miste.

FOGNATURA PER ACQUE REFLUE

Il dimensionamento di una rete di fognatura per acque reflue di origine domestica, quale è il caso in specie, è di relativamente semplice soluzione, trattandosi di un insediamento riconducibile a residenziale. Ben differente sarebbe il caso di un insediamento industriale.

I tracciati sono condizionati dall'esistente rete di fognatura per acque reflue. Nel caso in esame, con un terreno praticamente pianeggiante, le strade dovranno venire poste con andamento altimetrico tale da garantire il deflusso dei liquami collettati fino al recapito indicato dal gestore o in alternativa si dovrà prevedere una stazione di sollevamento.

Si suggerisce l'impiego di tubazioni in PVC e pozzetti di ispezione in PVC o PE.

FOGNATURA PER ACQUE METEORICHE

L'area si trova nel comune di Verona in Località San Massimo è delimitata ad est da terreni privati edificati, a sud dalla strada comunale denominata Via Rodi, ad ovest e a nord da altri terreni privati edificati e non.

Nella seguente tabella vengono specificate le componenti dell'intervento:

SUPERFICIE	Superficie netta (m²)	Superficie coperta (m²)	Superficie permeabile (m²)
SUPERFICIE AMBITO	9237.00		
PARCHEGGIO PUBBLICO P.I. art. 14	205.00		
PARCHEGGIO PUBBLICO	212.00		
VERDE PUBBLICO ATTREZZATO	1073.00		
STRADE E MARCIAPIEDI	2134.00		
VERDE DI MITIGAZIONE	567.00		
ACCESSI AI LOTTI	602.44		
LOTTO EDIFICABILE 1	601.15	146.60	454.55
LOTTO EDIFICABILE 2	512.50	139.02	373.48
LOTTO EDIFICABILE 3	846.21	265.22	580.99
LOTTO EDIFICABILE 4	770.42	204.46	565.96
LOTTO EDIFICABILE 5	637.05	113.83	523.22
LOTTO EDIFICABILE 6	691.49	268.56	422.93
LOTTO EDIFICABILE 7	699.83	138.84	560.99
TOTALE EDIFICABILE	4758.65	1276.53	3482.12
LOTTO STRADA ACCESSO 8	129.20		
LOTTO STRADA ACCESSO 9	126.58		
TOTALE STRADA	255.78		

La Regione Veneto disciplina le maggiori quantità di scarico di acque meteoriche derivanti dalle urbanizzazioni e dall'antropizzazione in genere.

Ben differente è il contributo di portata di un ettaro di terreno arato da quello di un ettaro di terreno adibito a piazzale asfaltato.

Comunemente per il terreno agricolo coltivato si parla di 10 l/s per ettaro, mentre per un terreno mediamente urbanizzato (se si fa riferimento a grandi estensioni, di decine di km²), si parla di medi 60 l/s per ettaro con tempi di ritorno di 10 anni.

L'area, interessata dall'intervento misura 9237 m², è idrograficamente molto piccola, ma relativamente importante per una lottizzazione (classe di intervento modesta impermeabilizzazione potenziale).

Considerata la dimensione dell'urbanizzazione, per la messa in sicurezza idraulica dell'area di lottizzazione lo studio delle precipitazioni dovrà rivolgersi agli scrosci (breve durata e forte intensità).

PRECIPITAZIONI

Non disponendo sia per gli scrosci che per le piogge orarie di una serie accettabile, da stazioni più vicine, sono state utilizzate le stazioni di Buttapietra, Grezzana, Illasi, Villafranca Veronese, Marano di Valpolicella e di San Pietro Incariano, per i quali è disponibile un recente studio del Prof. Ing. Vincenzo Bixio dell'Università degli Studi di Padova.

Sono stati ordinati i dati delle durate comprese tra i 5 minuti e i 45 minuti per le piogge brevi ed intense e poi sono stati ordinati i dati delle piogge delle durate comprese tra 1 ora e le 24 ore e si sono elaborati con il metodo di Gumbell.

Il risultato è riportato negli allegati.

In considerazione alle caratteristiche di pregio delle costruzioni che si andranno ad insediare, si fa riferimento ad un tempo di ritorno di 50 anni.

Ricordo che si parla di tempo statistico. Un evento con tempo di ritorno di 50 anni non necessariamente si presenterà 50 anni dopo un evento analogo.

Potrebbero presentarsi due precipitazioni cinquantennali in 2 giorni consecutivi e poi non verificarsi più per 100 anni e così via.

Data la dimensione dell'insediamento, si è ipotizzato un tempo di corrvazione di 5 minuti.

Dal grafico, utilizzando un tempo di ritorno di 50 anni si ricava una precipitazione di 38.2 mm in 10 minuti a Villafranca Veronese e una di 26.9 mm sempre in 10 minuti a San Pietro Incariano e 26.1 a Grezzana.

Con questi valori saranno sviluppate le elaborazioni che seguono.

Per quanto riguarda l'invarianza idraulica il Consorzio di Bonifica Veronese prevede di utilizzare i valori di precipitazione corrispondenti ad una pioggia di durata oraria e tempo di ritorno 50 anni. Quindi sono stati utilizzati i 50.2 mm in 1 ora per la stazione di San Pietro Incariano, i 54.7 mm di Grezzana e i 80.5 mm di Villafranca Veronese. Quest'ultimo rappresenta il valore più cautelativo.

PORTATE

Con i valori dell'intensità di pioggia sopra indicati, andiamo a calcolare i volumi prodotti dalle diverse aree della lottizzazione, assumendo il valore più cautelativo tra le due stazioni di misura.

Vista la situazione geologica dell'area e la mancanza di un vicino ricettore, cercheremo di ridurre la maggiore portata prodotta dall'impermeabilizzazione parte disperdendola con pozzi perdenti e parte stoccandola con una vasca di laminazione.

Dalle tabelle dell'American Society of Civil Engineers e della Regione Veneto, vengono ricavati i coefficienti di afflusso che compaiono nella seguente tabella:

TIPOLOGIA	COEFFICIENTE
Verde pubblico	0.20
Parcheggi permeabili	0.60
Strade, marciapiedi e parcheggi impermeabili	0.90
Aree edificabili	0.90

Con i dati sopra riportati ed il valore dell'intensità di pioggia di 4.57 mm/minuto, dovuto alla pioggia di intensità 5 minuti e tempo di ritorno 50 anni, per la stazione di Villafranca Veronese si ricavano le seguenti portate:

Stazione Meteorologica di Villafranca Veronese (VR) Quota 66 m s.l.m.				5 minuti	
Tipo superficie	m ²	C deflusso	m ²	Pioggia (mm/min)	Portata (l/s)
SUPERFICIE AMBITO	9237.00			4.58	
PARCHEGGIO PUBBLICO P.I. art. 14	205.00	0.6	123.00	4.58	9.39
PARCHEGGIO PUBBLICO	212.00	0.6	127.20	4.58	9.71
VERDE PUBBLICO ATTREZZATO	1073.00	0.2	214.60	4.58	16.38
STRADE E MARCIAPIEDI	2134.00	0.9	1920.60	4.58	146.58
VERDE DI MITIGAZIONE	567.00	0.2	113.40	4.58	8.65
ACCESSI AI LOTTI	602.44	0.6	361.46	4.58	27.59
LOTTO 1 SUP COPERTA	146.60	0.9	131.94	4.58	10.07
LOTTO 1 SUP PERMEABILE	454.55	0.6	272.73	4.58	20.82
LOTTO 2 SUP COPERTA	139.02	0.9	125.12	4.58	9.55
LOTTO 2 SUP PERMEABILE	373.48	0.6	224.09	4.58	17.10
LOTTO 3 SUP COPERTA	265.22	0.9	238.70	4.58	18.22
LOTTO 3 SUP PERMEABILE	580.99	0.6	348.59	4.58	26.61
LOTTO 4 SUP COPERTA	204.46	0.9	184.01	4.58	14.04
LOTTO 4 SUP PERMEABILE	565.96	0.6	339.58	4.58	25.92
LOTTO 5 SUP COPERTA	113.83	0.9	102.45	4.58	7.82
LOTTO 5 SUP PERMEABILE	523.22	0.6	313.93	4.58	23.96
LOTTO 6 SUP COPERTA	268.56	0.9	241.70	4.58	18.45
LOTTO 6 SUP PERMEABILE	422.93	0.6	253.76	4.58	19.37
LOTTO 7 SUP COPERTA	138.84	0.9	124.96	4.58	9.54
LOTTO 7 SUP PERMEABILE	560.99	0.6	336.59	4.58	25.69
TOTALE COPERTA	1276.53				
TOTALE PERMEABILE	3482.12				
LOTTO STRADA ACCESSO 8	129.20	0.9	116.28	4.58	8.87
LOTTO STRADA ACCESSO 9	126.58	0.9	113.92	4.58	8.69
TOTALE STRADA	255.78				
TOTALE EDIFICABILE+STRADA	5014.43				
TOTALE PORTATA					483.01

Complessivamente l'area di 9237 m² produce una portata di 483.01 l/s per la durata della pioggia di 5 minuti con tempo di ritorno 50 anni.

Non si ha notizia di acquiferi superficiali, comunque le acque di prima pioggia provenienti da strade, marciapiedi, parcheggi e piazze pubbliche, verranno trattate prima della dispersione nel suolo.

A tale scopo, per evitare lo scarico nel suolo dei primi 5 mm di pioggia (come indicato dalla normativa della Regione Veneto), il volume da invasare si determinerà in funzione delle reali superfici stradali, marciapiedi e parcheggi.

RICETTORI

Nell'area come si è detto non esiste un possibile ricettore. Considerata la conformazione del suolo si può pertanto ipotizzare che le piogge fino ad ora cadute siano state totalmente assorbite dal terreno.

Il Consorzio Veronese, gestore di questo territorio, richiede un volume di laminazione pari alla differenza tra i volumi:

- in ingresso calcolati utilizzando la precipitazione di durata oraria con tempo di ritorno di 50 anni;
- in uscita pari a 10 l/s*ha.

Con i dati sopra riportati (aree) ed il valore dell'intensità di pioggia di 1.34 mm/minuto, dovuto alla pioggia di intensità 1 ora e tempo di ritorno 50 anni (vedi allegati), per la stazione di Villafranca Veronese si ricavano le seguenti portate:

Stazione Meteorologica di Villafranca Veronese (VR) Quota 66 m s.l.m.				1 ora	
Tipo superficie	m²	C deflusso	m²	Pioggia (mm/min)	Portata (l/s)
SUPERFICIE AMBITO	9237.00			1.34	
PARCHEGGIO PUBBLICO P.I. art. 14	205.00	0.6	123.00	1.34	2.75
PARCHEGGIO PUBBLICO	212.00	0.6	127.20	1.34	2.84
VERDE PUBBLICO ATTREZZATO	1073.00	0.2	214.60	1.34	4.80
STRADE E MARCIAPIEDI	2134.00	0.9	1920.60	1.34	42.95
VERDE DI MITIGAZIONE	567.00	0.2	113.40	1.34	2.54
ACCESSI AI LOTTI	602.44	0.6	361.46	1.34	8.08
LOTTO 1 SUP COPERTA	146.60	0.9	131.94	1.34	2.95
LOTTO 1 SUP PERMEABILE	454.55	0.6	272.73	1.34	6.10
LOTTO 2 SUP COPERTA	139.02	0.9	125.12	1.34	2.80
LOTTO 2 SUP PERMEABILE	373.48	0.6	224.09	1.34	5.01
LOTTO 3 SUP COPERTA	265.22	0.9	238.70	1.34	5.34
LOTTO 3 SUP PERMEABILE	580.99	0.6	348.59	1.34	7.80
LOTTO 4 SUP COPERTA	204.46	0.9	184.01	1.34	4.11
LOTTO 4 SUP PERMEABILE	565.96	0.6	339.58	1.34	7.59
LOTTO 5 SUP COPERTA	113.83	0.9	102.45	1.34	2.29
LOTTO 5 SUP PERMEABILE	523.22	0.6	313.93	1.34	7.02
LOTTO 6 SUP COPERTA	268.56	0.9	241.70	1.34	5.41
LOTTO 6 SUP PERMEABILE	422.93	0.6	253.76	1.34	5.67
LOTTO 7 SUP COPERTA	138.84	0.9	124.96	1.34	2.79
LOTTO 7 SUP PERMEABILE	560.99	0.6	336.59	1.34	7.53
TOTALE COPERTA	1276.53				
TOTALE PERMEABILE	3482.12				
LOTTO STRADA ACCESSO 8	129.20	0.9	116.28	1.34	2.60

LOTTO STRADA ACCESSO 9	126.58	0.9	113.92	1.34	2.55
TOTALE STRADA	255.78				
TOTALE EDIFICABILE+STRADA	5014.43				
TOTALE PORTATA					141.52

Considerata l'area di 9237 m² con un valore di afflusso per ettaro di 10 l/s, la portata da evacuare in condizioni di bonifica, sarebbe stata pari a circa 9.24 l/s pari ad un volume di 33.26 m³ nel tempo di un'ora.

Con la portata oraria di circa 141.52 l/s, come risulta dalla seguente tabella, otteniamo un volume di circa 509.48 m³.

PIOGGIA 1 ORA		
Valore	Portata (l/s)	Volume (m ³)
IN	141.52	509.48
OUT	9.24	33.25
DELTA	132.28	476.23

Con riferimento allo scroscio, come risulta dalla seguente tabella, ricaviamo un volume di circa 144.90 m³.

PIOGGIA 5 MINUTI		
Valore	Portata (l/s)	Volume (m ³)
IN	483.01	144.90
OUT	9.24	2.77
DELTA	473.78	142.13

I dati che andremo ad utilizzare nei dimensionamenti saranno pertanto 476.23 m³ di volume di laminazione ed una portata da disperdere di circa 473.78 l/s.

Altro dato di cui disponiamo è la permeabilità del suolo con la quale possiamo definire la dispersione con pozzi perdenti o altri accorgimenti.

Con i dati sopra indicati dovremmo arrivare alla situazione di compromesso tra la necessaria area di dispersione ed il volume di laminazione.

Per la dispersione potremmo utilizzare sia il fondo e le pareti della vasca di laminazione che i pozzi disperdenti.

POZZI DI DISPERSIONE

La dispersione nel suolo si prevede possa avvenire tramite pozzi profondi circa 10 metri del diametro di 1.2 metri realizzati con tubazioni in calcestruzzo trascinate, in parte per scavo dall'interno.

Il pozzo verrà riempito con strati di ghiaia a granulometria decrescente verso l'alto per circa 8 m creando di fatto un filtro.

Questo metodo consente di evitare grandi dimensioni di scavo e conseguentemente riduce al minimo gli assestamenti del terreno.

Considerando una permeabilità del terreno di 0.01 cm/secondo come da relazione geologica del Dott. Geologo S. Rebonato cioè 1E-04 m/s come ottenuto dalla seguente tabella:

Coefficiente di permeabilità k per vari terreni												
k (m/s)	1	1.E-01	1.E-02	1.E-03	1.E-04	1.E-05	1.E-06	1.E-07	1.E-08	1.E-09	1.E-10	1.E-11
Drenaggio	Buono						Povero			Praticamente impermeabile		
	Ghiaia pulita	Sabbia pulita e miscele di sabbia e ghiaia pulita				terreni impermeabili modificati dagli effetti della vegetazione e del tempo	Sabbia fine, limi organici ed inorganici, miscele di sabbia, limo e argilla, depositi di argilla stratificati			Terreni impermeabili, argille omogenee sotto la zona alterata dagli agenti atmosferici		

Con le formule riportate in appendice questi pozzi risultano poter disperdere ciascuno una portata compresa tra i 14.76 l/s e i 23.98 l/s.

Portata	Unità di misura	FORMULA
19.46	l/s	Formula di Stephens-Neumann
22.32	l/s	Formula di Carnwell
25.06	l/s	Formula di Dupuit
15.52	l/s	Formula di Nasbery-Terltskate

Consideriamo il valore minore di 15.52 l/s di capacità di dispersione, valore più cautelativo.

Nella fase attuale, non è dato conoscere i profili delle strade e pertanto la disposizione dei pozzi. E' possibile invece calcolarne il numero, dato che la maggiore portata prodotta dall'impermeabilizzazione del suolo deve comunque continuare a venire dispersa.

Nella tabella che segue il riepilogo:

POZZO PERDENTE		
10	m	Profondità
1.2	m	Diametro
0.6	m	Raggio
37.68	m ²	Superficie laterale
1.13	m ²	Superficie di base
38.81	m ²	Superficie totale
1.E-04	m/s	Coeff. Permeabilità
3.88	l/s	Portata disperdente
11.30	m ³	Volume pozzo
6.03	m ³	Volume pozzo utile

La capacità di dispersione complessiva dovrà risultare pari o maggiore a 473 l/s dovuta ad una pioggia con intensità di 5 minuti con tempo di ritorno 50 anni.

Come vedremo in seguito una volta definita la dimensione della base della vasca di laminazione, dato che anch'essa collabora alla dispersione nel suolo delle acque meteoriche si potrà dare una più esatta indicazione sul numero di pozzi.

I pozzi andranno eseguiti riempiendo l'interno con massicci filtranti a granulometria decrescente dal basso verso l'alto, per ottenere un effetto filtro che impedisce il degrado della superficie esterna che, altrimenti tende ad impermeabilizzarsi.

Precauzione da prendere sempre nel caso della realizzazione di pozzi dispersori è la particolare attenzione da porsi nell'impermeabilizzazione di interrati, garage, cantine e di ogni altro locale interrato.

VOLUME DI LAMINAZIONE

Metodologia di calcolo della portata di progetto e dell'idrogramma di piena – modello cinematico

Il metodo cinematico-razionale è un metodo analitico di calcolo per la trasformazione afflussi/deflussi. Tale metodo assume come elemento caratteristico del bacino scolante il tempo di corrivazione T_C definito come l'intervallo di tempo impiegato dalla particella d'acqua caduta nel punto idraulicamente più lontano per arrivare alla sezione di chiusura del bacino stesso (sezione in cui calcoliamo la portata); la determinazione di T_C non è né agevole né univoca, anche se esistono non poche (e discutibili) formule per definirlo.

Utilizzando i valori di T_C e di Φ (coefficiente di deflusso Φ), si possono stimare i valori della portata massima (valore massimo dell'idrogramma di piena) e del volume defluente (integrale dell'idrogramma di piena) in funzione della durata della precipitazione.

Secondo questo metodo la valutazione della portata di piena si quindi effettua secondo la seguente formulazione (formula razionale):

$$Q = f * S * h/t$$

con

Q: portata di piena;

f: coefficiente medio di deflusso;

S: Superficie dell'area in esame;

$h=h(t)$: altezza di precipitazione nel bacino con riferimento ad un tempo di ritorno di 50 anni;

t: tempo di riferimento che può essere assunto per la valutazione della portata massima pari al tempo di corrivazione.

Il metodo ipotizza che la portata in una ipotetica sezione terminale cresca e si esaurisca linearmente nel tempo, come se l'intero bacino fosse costituito da una superficie rettangolare piana, investita da una precipitazione di intensità $j=h/t$ costante nel tempo.

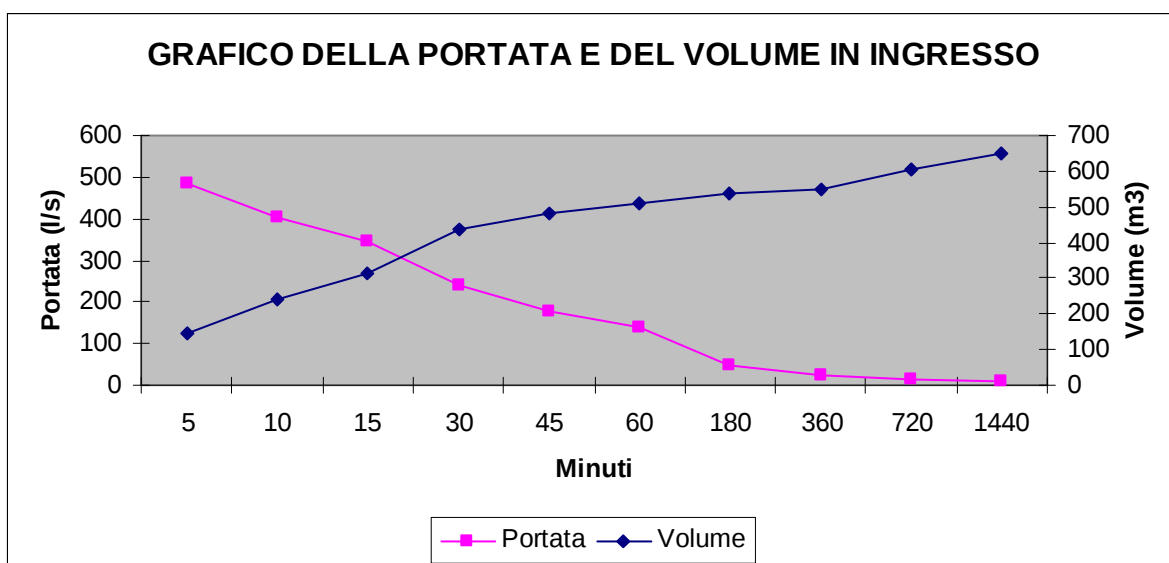
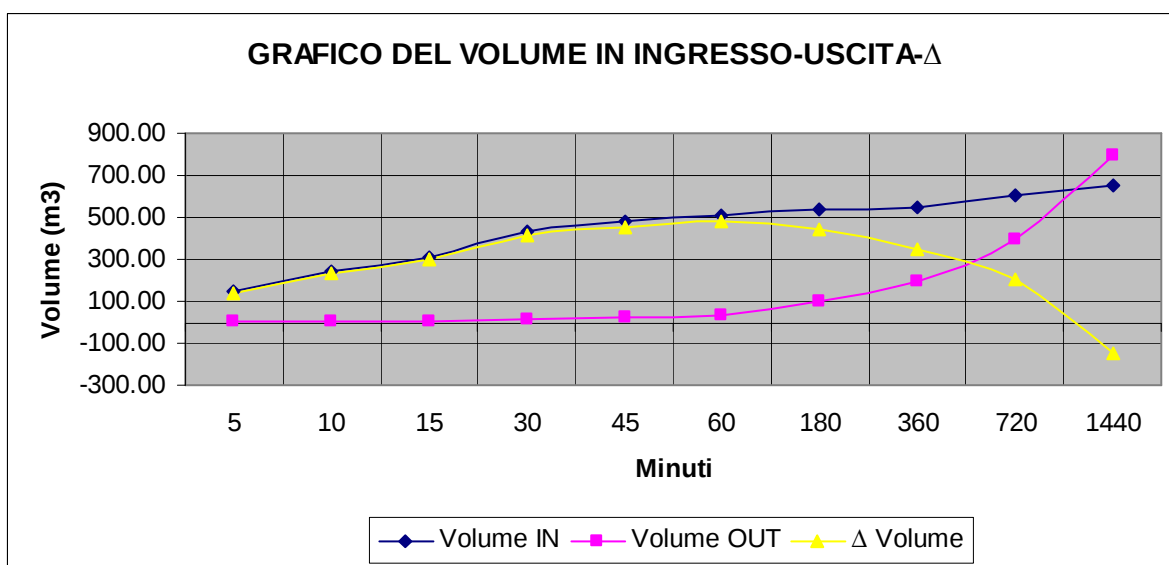
In funzione della loro estensione, secondo il principio dell'invarianza idraulica, la massima portata smaltibile non potrà superare quella che attualmente viene scaricata dall'area in esame. Lo scarico delle acque meteoriche dovrà essere controllato da un manufatto opportunamente dimensionato che dovrà garantire che il valore di portata non ecceda quello attuale.

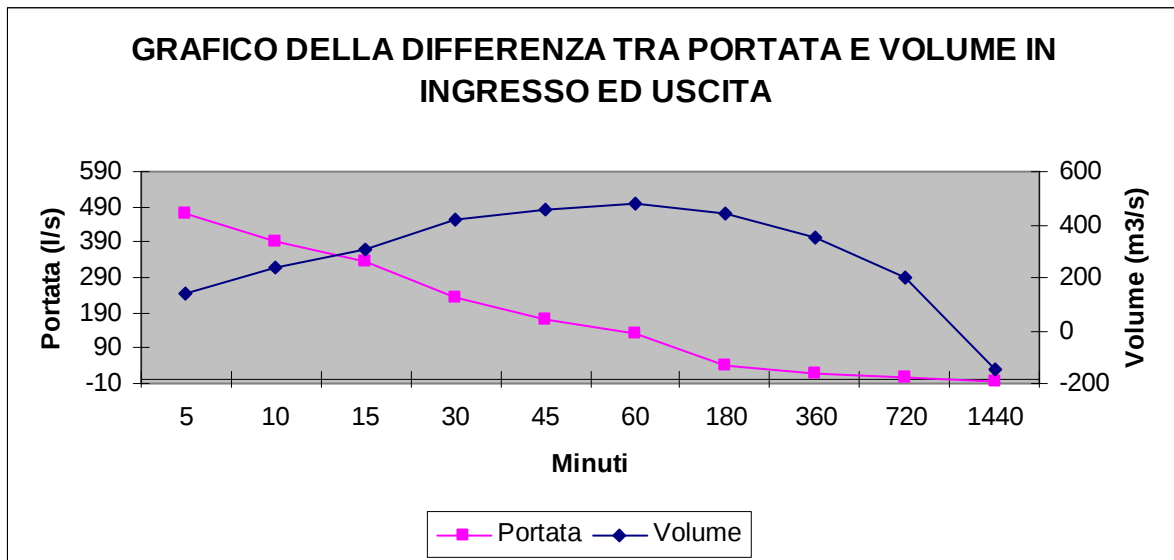
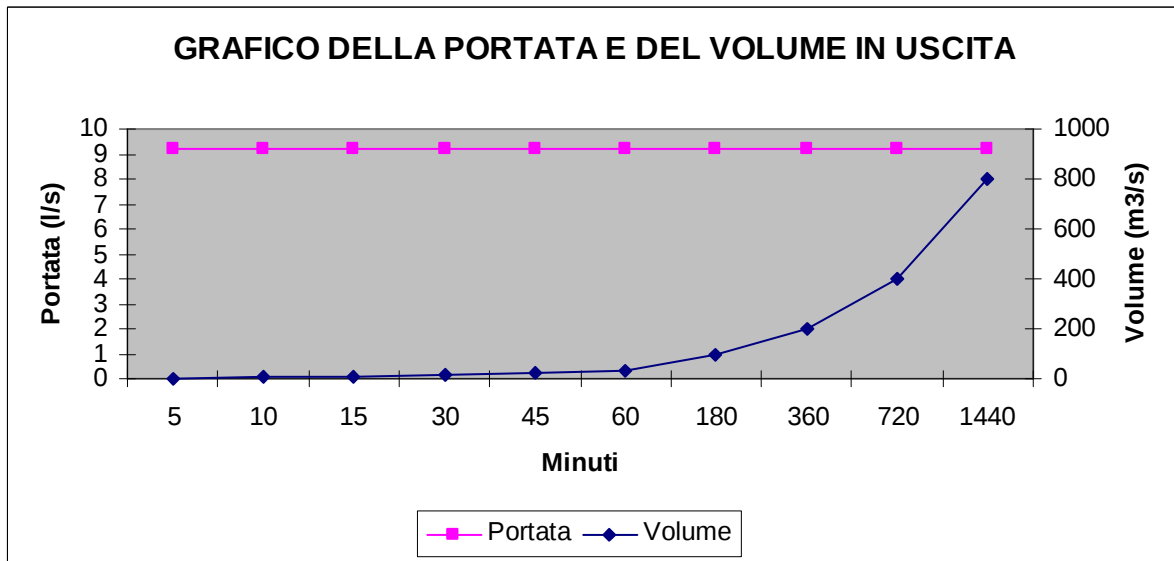
Per tutti gli interventi che non sono stati oggetto della valutazione per le singole manifestazioni di interesse del PI, dovrà essere assunto come valore minimo di invaso per tutte le ATO del Comune di Verona (come previsto dal parere del Genio Civile prot. N° 290639 del 11/05/2008 il valore di 487.4 m^3 per ogni ettaro di superficie soggetta ad urbanizzazione o ambito di lottizzazione).

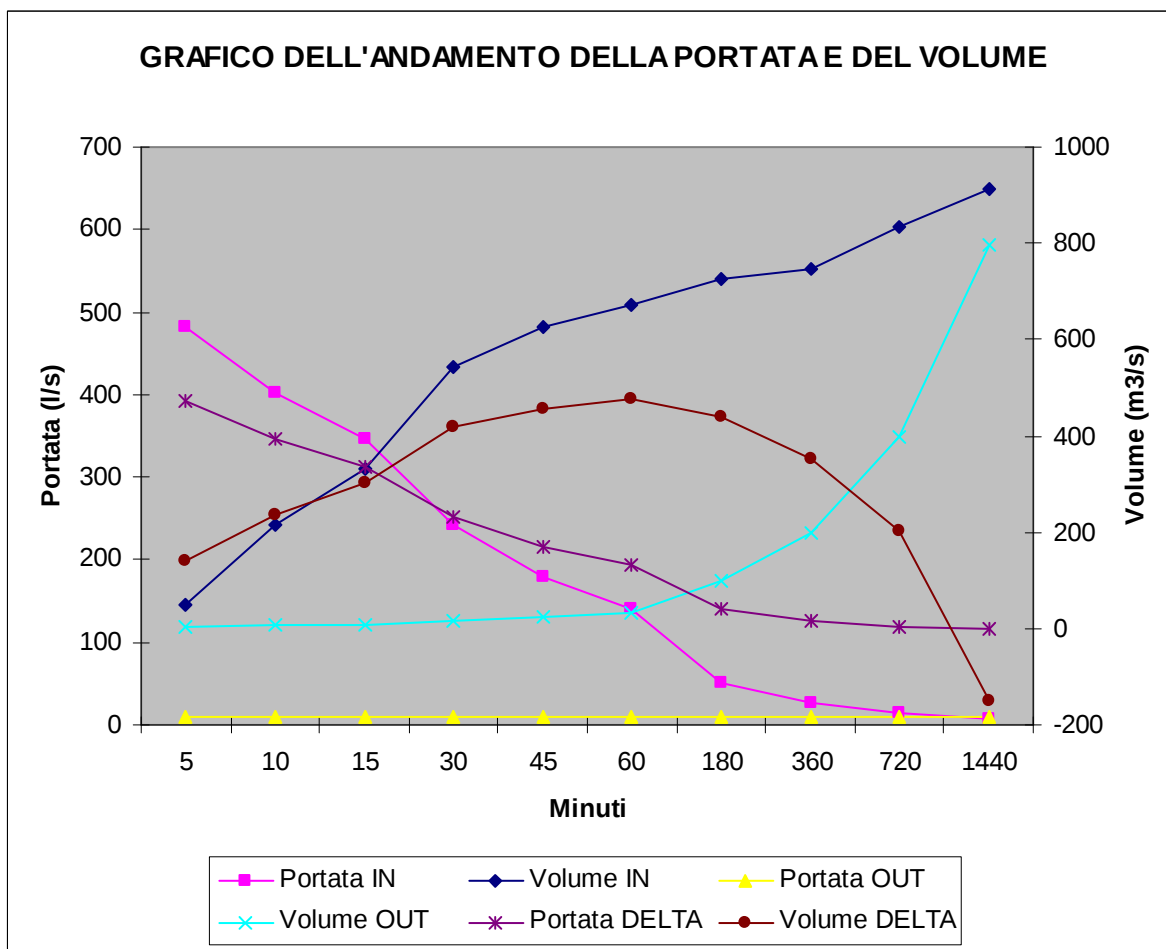
Si ritiene comunque che il progettista esecutivo dell'intervento potrà richiedere all'Ente competente di utilizzare un volume di invaso inferiore a quello riportato nel presente PI (desunto dal volume specifico di invaso del PAT), rifacendosi al valore minimo riportato nell'allegato normativo del prontuario di mitigazione del PI, se può dimostrare comunque la coerenza con le prescrizioni della DGR 2948/2009.

Il calcolo del volume compensativo di invaso dovrà essere fatto ricercando la durata di precipitazione che massimizza la differenza tra volume attuale e il volume che verrà scaricato in seguito all'attuazione del nuovo intervento di urbanizzazione.

Tempo	5	10	15	30	45	60	180	360	720	1440
Δ Portata	473.78	393.62	336.27	231.89	169.00	132.28	40.69	16.29	4.70	-1.72
Δ Volume	142.13	236.17	302.64	417.40	456.31	476.23	439.44	351.95	203.07	-148.18
Portata IN	483.01	402.86	345.50	241.13	178.24	141.52	49.93	25.53	13.94	7.52
Volume IN	144.90	241.71	310.95	434.03	481.25	509.48	539.20	551.47	602.11	649.89
Portata OUT	9.24	9.24	9.24	9.24	9.24	9.24	9.24	9.24	9.24	9.24
Volume OUT	2.77	5.54	8.31	16.63	24.94	33.25	99.76	199.52	399.04	798.08







Considerata l'indicazione del Consorzio di Bonifica Veronese di laminare un volume pari alla differenza tra i volumi:

- in ingresso calcolati utilizzando la precipitazione di durata oraria con tempo di ritorno di 50 anni;
- in uscita pari a 10 l/s*ha;
- infiltrato nel terreno grazie ai pozzi perdenti.

Dimensioniamo la vasca/vasche in funzione della possibile ubicazione di queste. Le aree verdi lungo la strada di accesso poste in destra e sinistra si adattano ad ospitare 2 bacini di laminazione.

I bacini vengono realizzati con i moduli in PVC di dimensioni 1.2m x 0.6m x 0.6 m con un volume utile di 0.41 m³ in modo da poter essere interrati.

Saranno accessibili per la manutenzione, ispezione e pulizia mediante degli appositi pozzetti con in superficie un chiusino in ghisa classe D 400.

Verranno posati su 3 livelli (vedi figura).

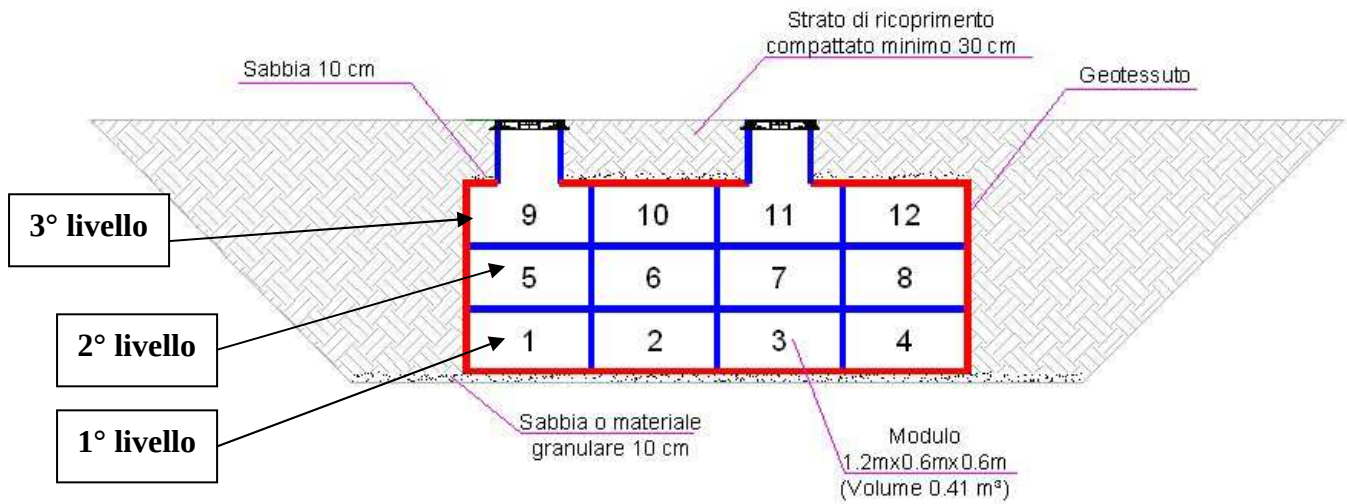


Fig. Sezione posa moduli.

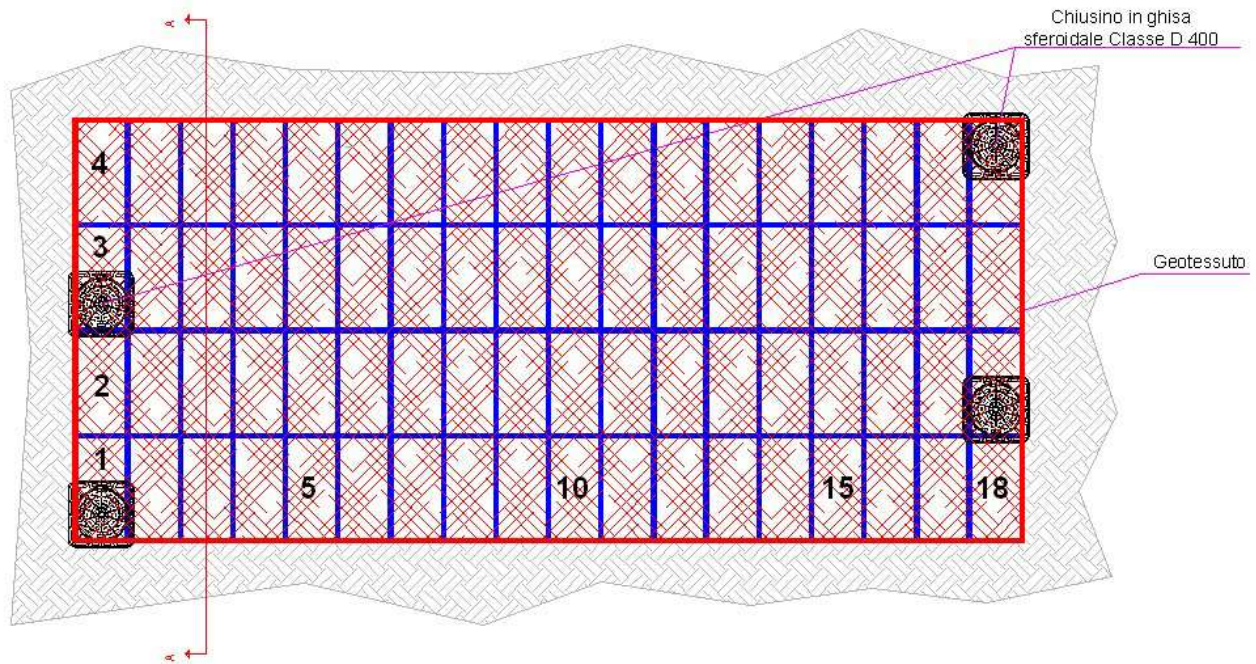


Fig. Pianta bacino 216 moduli – Volume laminato 107.22 m³

Il volume che si realizzerà sarà pari a:

BACINO 1							
Colonne	Righe	N° moduli	Superficie disperdente (m²)	Portata (l/s)	Volume INFILTRATO MODULI (m³)	Volume MODULI (m³)	Volume TOT MODULI (m³)
18	4	216	51.84	5.18	18.66	88.56	107.22

BACINO 2							
Colonne	Righe	N° moduli	Superficie disperdente (m²)	Portata (l/s)	Volume INFILTRATO MODULI (m³)	Volume MODULI (m³)	VOLUME TOT MODULI (m³)
18	4	216	51.84	5.18	18.66	88.56	107.22

TOTALE		432			37.32	177.12	214.44
--------	--	-----	--	--	-------	--------	--------

Per un totale di 214.44 m³.

Volume questo è inferiore al volume richiesto di 476.23 m³.

Come precedentemente citato, per tutti gli interventi che non sono stati oggetto della valutazione per le singole manifestazioni di interesse del PI, dovrà essere assunto come valore minimo di invaso per tutte le ATO del Comune di Verona (come previsto dal parere del Genio Civile prot. N° 290639 del 11/05/2008 il valore di 487.4 m³ per ogni ettaro di superficie soggetta ad urbanizzazione o ambito di lottizzazione.

Nel nostro caso avrei un volume pari a:

	Superficie (m²)			Volume (m³)
Superficie Totale	9237.00			450.21
Prescrizione consorzio	10000.00			487.40

Per il nostro ambito di urbanizzazione il volume sarebbe di 450.21 m³.

Il volume che abbiamo considerato con i dati di pioggia della Stazione di Villafranca di Verona è invece di 476.23 m³, valore questo maggiore e quindi più cautelativo.

Quindi il restante volume, per raggiungere il valore di 476.23 m³ sarà ottenuto realizzando pozzi perdenti.

Le caratteristiche del pozzo perdente che posso andare a realizzare sono le seguenti:

POZZO PERDENTE		
10	m	Profondità
1.2	m	Diametro
0.6	m	Raggio
37.68	m ²	Superficie laterale
1.13	m ²	Superficie di base
38.81	m ²	Superficie totale
1.E-04	m/s	Coeff. Permeabilità
3.88	l/s	Portata disperdente
11.30	m ³	Volume pozzo
6.03	m ³	Volume pozzo utile

Il numero di pozzi perdenti che necessiteranno per raggiungere il volume richiesto sarà ottenuto andando a minimizzare il numero dei pozzi in funzione del volume proprio del pozzo più il volume infiltrato nel terreno nel tempo in funzione questo del coefficiente di permeabilità che è stato calcolato nella relazione geologica in $1E\ 10^{-4}$ m/s (pari a 0.01 cm/s).

Dalla seguente tabella si ottiene il numero di pozzi che necessita.

N° Pozzi	Portata (l/s)	Volume INFILTRATO (m ³)	Volume POZZI (m ³)	Volume VASCHE (m ³)	Volume LAMINARE (m ³)	Volume POZZI+VASCHE (m ³)	Volume DELTA (m ³)
1	3.88	13.97	6.03	214.44	476.23	234.44	-241.78
2	7.76	27.94	12.05	214.44	476.23	254.44	-221.78
3	11.64	41.92	18.08	214.44	476.23	274.44	-201.79
4	15.52	55.89	24.10	214.44	476.23	294.44	-181.79
5	19.41	69.86	30.13	214.44	476.23	314.43	-161.79
6	23.29	83.83	36.16	214.44	476.23	334.43	-141.79
7	27.17	97.80	42.18	214.44	476.23	354.43	-121.80
8	31.05	111.77	48.21	214.44	476.23	374.43	-101.80
9	34.93	125.75	54.24	214.44	476.23	394.43	-81.80
10	38.81	139.72	60.26	214.44	476.23	414.42	-61.80
11	42.69	153.69	66.29	214.44	476.23	434.42	-41.80
12	46.57	167.66	72.31	214.44	476.23	454.42	-21.81
13	50.45	181.63	78.34	214.44	476.23	474.42	-1.81
14	54.33	195.60	84.37	214.44	476.23	494.42	18.19

Si ottiene un numero di pozzi perdenti pari a 14. Con questo numero di pozzi ottengo un volume di laminazione pari a 494.42 m³ volume maggiore dei 476.23 m³ richiesti.

Precauzione da prendere sempre nel caso della realizzazione di pozzi dispersori è la particolare attenzione da porsi nell'impermeabilizzazione di interrati, garage, cantine e di ogni altro locale interrato.

DESCRIZIONE DEI PROBABILI LAVORI

In ragione della vulnerabilità dell'acquifero, sarà opportuno adottare le migliori difese.

Tra queste, l'impiego di caditoie a norma DIN 4052, consentiranno di avere a valle delle stesse acqua grigliata, sedimentata e disoleata, consentendone, almeno per le superfici stradali private l'immissione nei dispersori senza ulteriori trattamenti quali quelli delle acque di prima pioggia dei sedimi pubblici.

Questo è giustificato anche dalle caratteristiche urbanistiche dell'insediamento tutto o quasi dedicato ad aree residenziali. Questo tipo di caditoia si presta perfettamente al trattamento di acque di prima pioggia di tipo residenziale.

La rete di raccolta delle acque meteoriche si articolerà su più collettori afferenti alla vasca per le acque di prima pioggia che dovranno subire un trattamento di sedimentazione (24 h) e di disoleazione, prima di venire disperse nel suolo o se il gestore lo accetterà, immesse nella rete per le acque reflue.

La rete di raccolta delle acque meteoriche verrà realizzata con tubazione in PVC SN 8 De 400 mm che raccoglierà le acque meteoriche e le colleterà ai due bacini di laminazione.

Prima dell'ingresso ai due invasi si posizionerà un pozzetto dissabbiatore.

La disposizione altimetrica del collettore, vasca di prima pioggia, pozzi perdenti sarà tale da far sì che l'acqua di prima pioggia vada a riempire il volume dedicato alla prima pioggia, prima di arrivare alla laminazione, secondo uno schema consueto allegato.

Relativamente ai pozzi di dispersione, come accennato, verranno eseguiti con tubazioni in calcestruzzo del diametro di 1.2 metro, con pareti forate, posati con benna mordente che consente di spingerli fino a 10 m di profondità senza alterare il terreno circostante. Verranno riempiti con ghiaie di granulometria decrescente dal fondo verso la superficie, per ottenere una filtrazione dell'acqua che si vuol disperdere, evitando così che i colloidi uscendo all'esterno del pozzo vadano ad impermeabilizzare la parete.

Inoltre per la particolare disposizione della strada denominata via Rodi, essendo in pendenza verso est si deve pensare di realizzare una tratta di fognatura meteorica che raccoglie l'acqua che cade su tale area.

La pioggia che cade su questa parte di sede stradale verrà collettata attraverso le caditoie disposte su ambo i sensi di marcia e che scoleranno sui 2 pozzi perdenti disposti sul lato nord della carreggiata.

Sarà poi cura di ogni singolo lotto realizzare la rete di collegamento dei pluviali alla rete di fognatura meteorica e ai pozzi perdenti.

ACQUE DI PRIMA PIOGGIA

A formare il volume delle acque di prima pioggia sono le superfici di strade e parcheggi.

Per l'area oggetto di studio esse sono pari a:

Tipo superficie	m ²
SUPERFICIE AMBITO	9237.00
PARCHEGGIO PUBBLICO P.I. art. 14	205.00
PARCHEGGIO PUBBLICO	212.00
STRADE E MARCIAPIEDI	2134.00
TOTALE AREA SOGGETTA ALL'EVACUAZIONE DELL'ACQUA DI PRIMA PIOGGIA	2551.00

Dovendo raccogliere i primi 5 mm di pioggia, risulta un volume pari a 12.76 m³ di acqua da stoccare in vasca di prima pioggia e da recapitare nelle 24 ore successive in fognatura.

VOLUME DI PRIMA PIOGGIA		
m ²	mm	m ³
2551.00	5	12.76

Sarà quindi sufficiente predisporre 2 vasche di raccolta di 8 m³ di volume ciascuna in prossimità del pozzetto dissabbiatore all'ingresso dei bacini di laminazione.

	DIMENSIONI VASCA			A vasca	V vasca
	a (m)	b (m)	h (m)	m ²	m ³
VASCA 1	2.0	2.0	2.0	4.00	8.00
VASCA 2	2.0	2.0	2.0	4.00	8.00

CONCLUSIONI

Allo stato attuale del progetto, non disponendo di un rilievo piano altimetrico sufficientemente preciso e dettagliato dei profili stradali definitivi si possono fissare solamente i seguenti dati:

- A) Volume dei 2 bacini di laminazione: 214.44 m³;
- B) Numero di pozzi perdenti: 14 pari ad un volume di 279.97 m³;
- C) Volume totale laminato dai 2 bacini e dai 14 pozzi perdenti: 494.42 m³;

D) Volume delle 2 vasche raccolta acque di prima pioggia: 16 m³. Le dimensioni indicativamente potrebbero essere per ciascuna vasca: 2m x 2m x 2m.

Inoltre come già detto a tale volume andrebbe sottratto il volume della vasca di prima pioggia e il volume di laminazione prodotto dalla rete di fognatura (tubazioni, pozzetti, etc...).

Così il volume sopra calcolato è quello più cautelativo, anche non conoscendo lo schema viario dell'urbanizzazione definitiva.

Dalla vasca di prima pioggia non obbligatoria ma consigliata l'acqua sedimentata e disoleata, dopo un periodo di ritenzione di 24 ore verrà sollevata con elettropompa sommergibile e convogliata nella rete nera se il gestore lo consentirà, altrimenti, dopo sedimentazione e disoleazione si pomperà nei pozzi perdenti.

I sedimenti e gli oli verranno periodicamente rimossi per aspirazione e portati a discarica autorizzata.

Tutte le caditoie sia in pubblici sedimi che in strade e parcheggi privati andranno realizzate come da norma DIN 4052.

In questo modo le acque meteoriche, prima di affluire nelle canalizzazioni o nei dispersori, subiranno comunque almeno un trattamento di grigliatura e disoleazione.

Si ribadisce la necessità di curare particolarmente l'impermeabilizzazione degli interrati sia in prossimità dei pozzi perdenti che della vasca di laminazione.

Si ribadisce inoltre, come precedentemente affermato, che sarà poi cura di ogni singolo lotto realizzare la rete di collegamento dei pluviali alla rete di fognatura meteorica e ai pozzi perdenti.

Si ricorda di eseguire un pozzo disperdente pilota al fine di verificare la reale capacità di dispersione su cui basare il calcolo del numero di pozzi perdenti richiesti dall'urbanizzazione.

IL RELATORE

Dott. Ing. Carlo Tagliaro