

OGGETTO: Piano Urbanistico Attuativo denominato "Polinari Zenari - Moruri" - Scheda Norma n°115

DESTINAZIONE: Residenziale

PROPRIETARI: Polinari Adriana e Zenari Agostino

COMUNE: Verona

LOCALITA' : Moruri

IL COSTRUTTORE

I PROPRIETARI

INQUADRAMENTO



IL PROGETTISTA

IL DIRETTORE DEI LAVORI

Tav. 6.b

**STUDIO DI COMPATIBILITA' IDRAULICA SECONDO QUANTO
DISPOSTO DALL'ART.156, COMMA 14 DEL N.T.O. DEL P.I.**

DATA: 01.09.2015

SCALA:

Elaborati grafici redatti secondo le direttive dell'Art.12 "Istanze PUA" del vigente Regolamento Edilizio del comune di Verona, approvato con D.C.C. n.20 del 16 Marzo 2012

Elaborati grafici adeguati alle precisazioni della Conferenza di Servizi del 09.06.2015 come da comunicazione Prot. N.179881 del 22.06.2015 - Ist.Prot.Generale n.127350 del 30.05.2015

TIMBRI RISERVATI AL COMUNE

Menghini Gilberto - ARCHITETTO
Rodella Marco - ARCHITETTO
Benvenuti Antonio - GEOMETRA

contatti di riferimento:
marco.rodella@archiworldpec.it

NOME FILE: PUA Moruri_09.06.15_CS_045

6.b

STUDIO INGEGNERIA ROSSI

Via Giorgio Perlasca n° 4 - 37036 San Martino Buon Albergo (VR)

e-mail: ing.ilariorossi@yahoo.it - ing.annarossi@gmail.com - ingg.rossi@yahoo.it

PROVINCIA DI VERONA

COMUNE DI VERONA

PIANO URBANISTICO ATTUATIVO
DENOMINATO "POLINARI ZENARI - MORURI" -
SCHEDA NORMA
N. 115 NEL COMUNE DI VERONA

RELAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA
D.G.R.V. n. 2948 06 OTTOBRE 2009

IL COMMITTENTE

I PROGETTISTI

DATA

Agosto 2015

AGGIORNAMENTI

Rev. 01



Rev. 02



Rev. 03



SOMMARIO

1	PREMESSA	2
2	LOCALIZZAZIONE DELL'AREA.....	3
2.1	CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE E IDROLOGICHE DELL'AREA.....	4
2.2	COEFFICIENTE DI PERMEABILITÀ.....	9
2.3	CARATTERISTICHE METEOCLIMATICHE	9
3	CALCOLO DELLE PORTATE	12
3.1	FATTORE RIDUTTIVO.....	12
3.2	PORTATA ORARIA DELLE ACQUE METEORICHE.....	12
4	CONCLUSIONI.....	17

1 PREMESSA

Su incarico dei signori Zenari Agostino e Polinari Adriana, i quali intendono realizzare un Piano Urbanistico Attuativo a Moruri secondo un progetto congiunto degli Architetti Marco Rodella e Gilberto Meneghini e del geometra Antonio Benvenuti, siamo stati incaricati di eseguire la valutazione di compatibilità idraulica ai sensi della D.G.R.V. 2489/2009.

A tal fine sono stati esaminati i dati della ricerca geologica e idrogeologica eseguita e contestualmente sono stati esaminati e valutati i dati meteorologici relativi agli eventi piovosi critici.

L'intervento investe una superficie complessiva di **2975 m²** di cui **2287 m²** per il lotto edificabile e **688 m²** per le aree pubbliche. Inizialmente si prevede solo di urbanizzare l'area ma questa valutazione viene estesa anche ai lotti privati in modo di comprendere l'intera superficie da trasformare.

L'allegato A del DGRV n° 2948 del 6 Ottobre 2009 prevede che per i nuovi strumenti urbanistici, o per le varianti che comportano una trasformazione territoriale che possa modificare il regime idraulico, dovranno essere analizzate le problematiche di carattere idraulico, atte a dimostrare che, per effetto delle nuove previsioni urbanistiche, non viene aggravato l'esistente livello di rischio idraulico né viene pregiudicata la possibilità di riduzione di tale livello.

Lo studio si propone quindi di:

- riconoscere le principali caratteristiche geomorfologiche, idrogeologiche e litostratigrafiche dell'area;
- verificare l'idoneità dell'area dal punto di vista geologico, geomorfologico ed idrogeologico;
- individuare idonei sistemi di smaltimento delle acque meteoriche.

2 LOCALIZZAZIONE DELL'AREA

Il progetto consiste inizialmente nella realizzazione delle opere di urbanizzazione e successivamente degli edifici privati all'interno dei vari lotti, nel centro abitato di Moruri alla quota di circa 420 m s.l.m. nel Comune di Verona.

La realizzazione dell'intero progetto nel complesso comporterà un incremento della superficie impermeabile rispetto allo stato attuale con conseguente incremento di portata meteorica che si verrà a generare sulle nuove superfici impermeabili in occasione delle piogge.



Figura 1: Estratto da Carta Tecnica Regionale (elemento 124063 Moruri)



Figura 2: Foto area di inquadramento dell'area d'intervento

2.1 CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE E IDROLOGICHE DELL'AREA

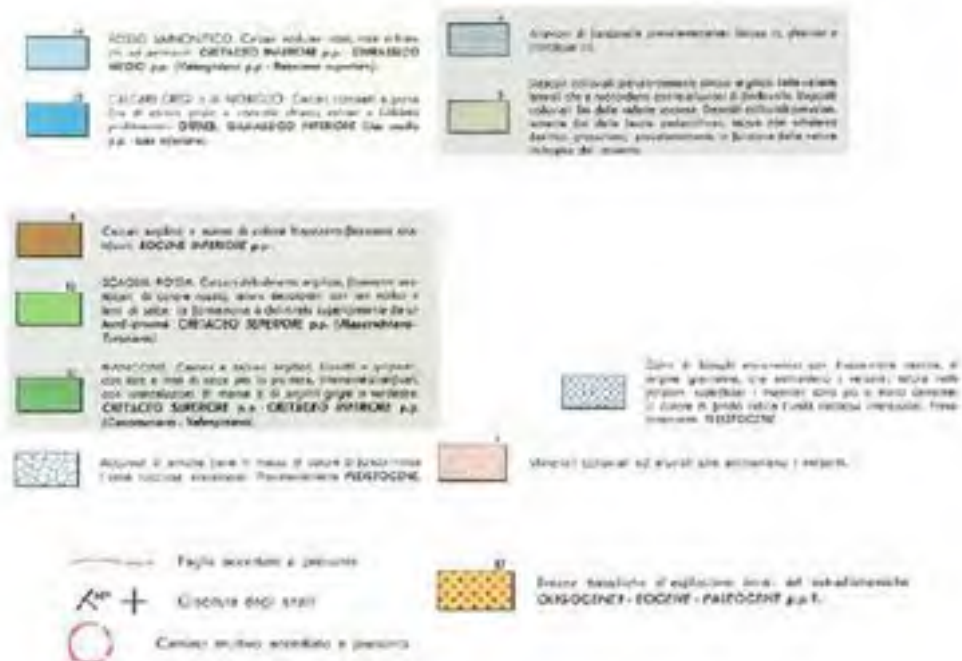
La zona di intervento si trova in zona collinare alla quota di circa 420 m s.l.m. nell'abitato di Moruri. L'area è posta fra due strade: la principale a monte congiunge Moruri con Magrano e la provinciale per San Rocco di Piegara; la strada secondaria che si trova a valle è di interesse più locale. L'area è tributaria della valle di Mezzane. La pendenza è orientata verso sud ma nell'area da lottizzare assume valori molto contenuti.

L'area appare assolutamente stabile dal punto di vista morfologico e non vi si osservano né fenomeni di instabilità morfologica in atto né cicatrici di eventi pregressi. Tali fenomeni non sono osservabili nemmeno nelle aree circostanti che storicamente non risultano essere state soggette dissesti. La situazione del sito non presenta inoltre fenomeni preparatori a frane e dissesti. L'area è quindi stabile e da questo punto di vista risulta adatta ad essere edificata. Il sottosuolo del sito è generalmente roccioso e a profondità di qualche decimetro si rinvencono le rocce della formazione geologica del Biancone (cretaceo inferiore p.p.). Si tratta di calcari marnosi bianchi o grigiastri, intensamente fratturati e stratificati fittamente, sovente con interstrati argilloso-marnosi molli. Entro questa formazione rocciosa si rinvencono sovente tasche o sacche colme di argille residuali ricche di ossidi metallici. Tali argille derivano dalla dissoluzione carsica delle rocce locali di cui costituiscono il residuo insolubile. Le sacche di argilla talora hanno estensione rilevante e profondità elevata, che può essere definita solo con

indagini dirette fino alla profondità necessaria. Nel sito di interesse sono stati eseguiti 4 scavi di saggio ma il mezzo d'opera messo a disposizione non consentiva di superare la profondità di 2,5 metri. La roccia è stata rilevata nel lotto posto ad est a partire da 50 centimetri di profondità, nel lotto ad ovest a partire da circa 2 metri di profondità mentre nel lotto centrale i due scavi effettuati hanno rilevato argilla residuale bruno-rossiccia per tutta la profondità esplorata.



Fig. 3: carta geologica (Sorbini ed altri, 1977)



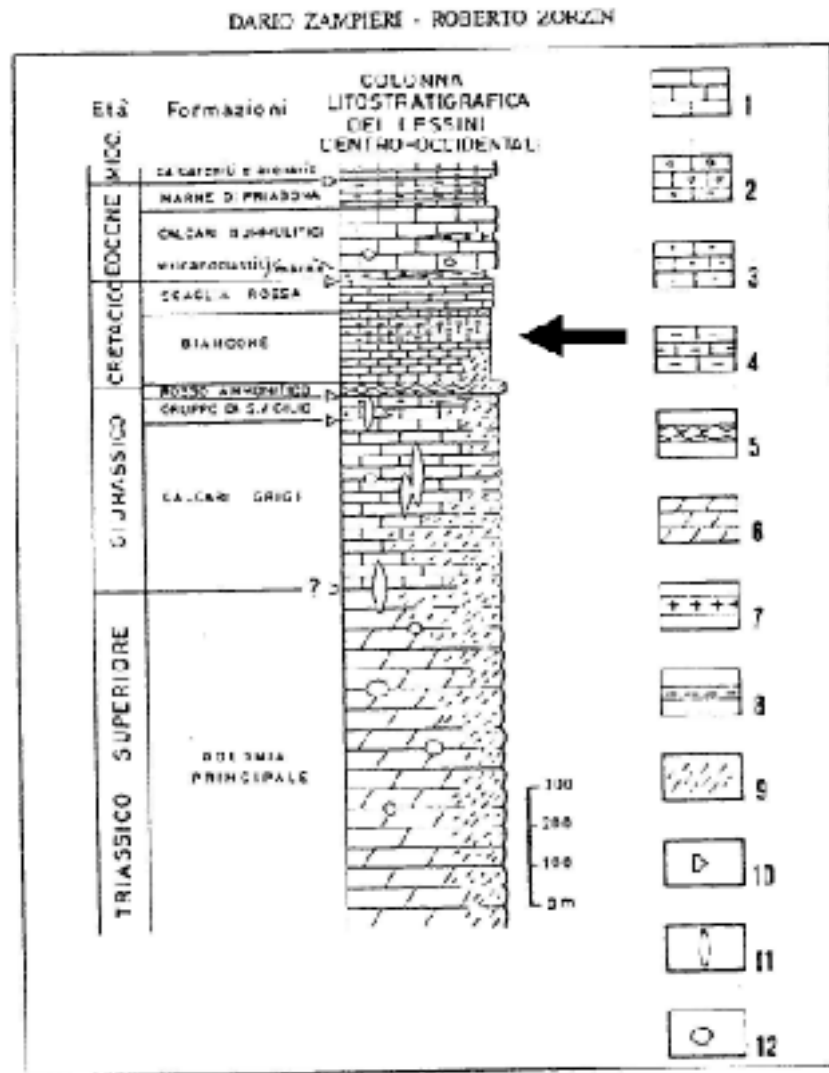


Fig. 9 - Columna litostatigrafica dei Monti Lessini centro-occidentali: 1) Calcarei, 2) Concreti cellulosi, 3) Argillacei, 4) Calcarei massivi, 5) Calcarei nodulari, 6) Dolomia, 7) Epistatiti basali, 8) Marna, 9) Dolomia cristallina, 10) Discordanza angolare, 11) Cavità carica a sviluppo verticale (porri), 12) Cavità carica a sviluppo suborizzontale (galterie).

Si riporta a seguire una descrizione della serie stratigrafica affiorante nella zona, precisando che l'unica formazione rilevante per la realizzazione delle opere è quella del Biancone e che le altre si trovano a notevole distanza verticale da questa tanto da non rivestire alcun interesse ai fini di questo studio.

SERIE STRATIGRAFICA

La Dolomia Principale non affiora nella zona di interesse. Solo il versante lessineo della val Lagarina e l'alta val di Illasi mostrano estesi affioramenti di questo litotipo. Al di sopra della Dolomia si incontrano, nella normale serie stratigrafica lessinea i calcari di piattaforma denominati **Calcarei Grigi di Noriglio**: si tratta di una potente formazione rocciosa formata prevalentemente da calcari. Sotto lo strato superficiale di alterazione che si presenta uniformemente grigio, il colore della roccia, sulla frattura fresca, varia dal bianco al nocciola al grigio. La parte superiore della formazione si è formata in un ambiente lagunare, secondo gli

studi di Bosellini & Broglio Loriga (1971) e di Clari (1975). In questa laguna e in special modo nelle sue aree di raccordo con le zone pelagiche del solco bellunese e lombardo si formavano barre oolitiche che proteggevano isole basse e occupate da vegetazione, che, in alcune aree della Lessinia (Grezzana, Roverè, Crespadoro ecc.) ha poi dato origine a depositi di lignite.

Questa formazione rocciosa risale al lias superiore del quale conserva testimonianze fossili della fauna a alghe e lamellibranchi marini. In questa zona tali rocce affiorano solo nella parte più profonda della valle di Mezzane. Al di sopra dei Calcari Grigi si incontra la formazione dei **Calcari Oolitici di San Vigilio** (lias). Si tratta di calcari formati da sferuletta da submillimetriche a millimetriche dette ooliti. La roccia presenta una colorazione giallastra chiara. Queste due formazioni calcaree affiorano sui versanti scoscesi delle vallate. In questa zona dei Lessini tali calcari sono essenzialmente costituiti da biocalcareni e ooliti di margine della piattaforma. La formazione, al pari dei sottostanti calcari grigi, ha una evidente stratificazione in grossi banchi. Si tratta di una formazione che si trova in Lessinia in modo discontinuo e che non esiste nella zona di studio.

Al di sopra dei calcari di piattaforma (Calcari Grigi di Noriglio e Calcari Oolitici di San Vigilio) si presenta la successione pelagica (dogger-malm) che inizia con il **Rosso Ammonitico Veronese**. Si tratta di una serie di calcari a grana finissima con peculiare caratteristica in una marcata nodularità, avente uno spessore di 20-25 metri circa.

Il tetto della formazione è formato da calcari rosati o biancastri che fanno da base alla sovrastante formazione del Biancone (cretaceo inferiore). Il Rosso Ammonitico determina il gradino morfologico tra le aree a Biancone ad andamento dolce e gli erti versanti o le pareti rocciose della parte più bassa della valle, modellati nei Calcari Grigi e nei Calcari Oolitici. Il Rosso Ammonitico forma quindi il ciglio superiore delle pareti rocciose, frequenti in tutta la Lessinia.

Al di sopra del Rosso Ammonitico si trova il **Biancone** (cretaceo inferiore); si tratta di una sequenza di calcari e marne di colore bianco o grigiastro, fittamente stratificati e intensamente fratturati che in Lessinia ha lo spessore di circa 180 metri. La caratteristica tipica di questa formazione è la presenza di lenti o arginoni di selce. La serie rocciosa appare costituita da orizzonti di calcari marnosi di colore bianco o grigiastro, con interstrati costituiti da livelli di marne e argilliti cineree o verdastre. La roccia presenta una fitta stratificazione, con spessori da 10 a 30 cm e una intensa fratturazione con cadenza dei giunti da 10 a 30 cm e si presenta suddivisa in prismi rocciosi di dimensioni conseguenti.

Il Biancone è di mare profondo anche se con profondità non abissali. L'unità litologica è molto povera di fossili macroscopici e relativamente ricca di microfossili.

Al di sopra del Biancone si trova la **Scaglia Rossa Veneta** (cretaceo superiore) che presenta un colore rosato per la presenza di minerali ossidati trasportati nel bacino di sedimentazione dalle terre emerse. Si tratta di un calcare debolmente marnoso stratificato fittamente e

debolmente fratturato. Il suo spessore, nell'area di studio non è completamente rilevabile perché la sua parte superiore è stata asportata dall'erosione. La Scaglia Rossa si è formata in condizioni simili a quelle del Biancone come testimonia la scarsità di fossili riferibili a organismi bentonici e la abbondanza di microfossili planctonici. I versanti modellati in questa formazione rocciosa presentano maggiore pendenza e asprezza rispetto a quelli in cui affiora il Biancone, per la minore erodibilità di questa roccia rispetto appunto al Biancone.

La formazione sovrastante è costituita da calcari giallastri generalmente costituiti da calcareniti o biocalcareni di età terziaria (eocene).

TETTONICA

I monti Lessini costituiscono un blocco dalla forma grossolanamente triangolare con il vertice a nord, lungo la val d'Adige, e la base in corrispondenza del limite con la pianura. Dal punto di vista strutturale quest'area si situa nelle Alpi Meridionali centrali, ed è limitata ad ovest dalla fascia di deformazione delle Giudicarie (NNE-SSW), mentre a nord e ad est è limitata dal sistema della faglia Schio-Vicenza (NW-SE). Verso sud il tavolato lessineo immerge sotto la coltre alluvionale padana verso l'avanfossa della catena appenninica.

Le analisi strutturali mostrano che questo settore delle Alpi Meridionali è stato deformato in vari momenti. Le rocce affioranti mostrano evidenze di deformazione del Lias-Cretacico, quando era attivo il vicino margine occidentale della piattaforma carbonatica veneta, controllato da tettonica sinsedimentaria distensiva (Castellarin, 1972). Le strutture di tale fase hanno generalmente una direzione tra N e NNE.

La successiva deformazione, del Paleogene, è ancora del tipo distensivo ed è connessa col magmatismo basico e ultrabasico del Veneto occidentale (Piccoli, 1966). Le strutture hanno prevalentemente una direzione NNW-SSE (Zampieri, 1995), ma in alcuni settori sono state riattivate anche le precedenti strutture (Zampieri, 2000).

La prima evidente deformazione di tipo compressivo è di età Serravalliano-Tortoniana (Fase Valsuganese). Le strutture di raccorciamento, faglie e pieghe, hanno una direzione tra E-W e ENEWSW (Castellarin e Cantelli, 2000).

Nel Messiniano la deformazione transpressiva della fascia delle Giudicarie ha interessato marginalmente anche il versante sinistro della val d'Adige (Faglia del Pastelletto) con sviluppo di strutture orientate NNE-SSW, che derivano dall'inversione di strutture distensive Liassico-Cretaciche ereditate (Castellarin e Cantelli, 2000).

Dal Pliocene i Lessini appaiono coinvolti in un basculamento verso sud che interessa tutta l'area tra il lago di Iseo e i Colli Euganei, interpretato come una progressiva incorporazione nell'avanfossa appenninica, in avanzamento verso NE (Doglioni, 1993). Secondo Picotti et al. (1977) quest'area mostra attualmente strutture distensive orientate NW-SE legate al ruolo di rialzo periferico della catena appenninica.

Nelle zone di interesse non si osservano lineazioni tettoniche e in particolare non si rilevano aree fratturate o milonitiche correlate a disturbi tettonici.

superficiale e idrogeologia - rete recettrice - rischio idraulico

Nella zona di interesse non esistono corsi d'acqua. Si osservano solo incisioni erosive poste però a distanza dal sito di intervento sul quale non esercitano alcuna influenza. La falda acquifera è molto profonda (almeno 300 metri). Si tratta dell'acquifero carsico di fondo che non esercita alcuna influenza sulle opere di urbanizzazione. Nella formazione del Biancone sono relativamente frequenti piccole circolazioni idriche a debole profondità, sostenute dagli acquitarde che si rilevano nelle aree maggiormente marnose. Si tratta di livelli di permeabilità ridotta che intercettano una parte delle acque pluviali di infiltrazione e che talora danno luogo a scaturigini sorgentizie, come si osserva all'inizio del paese ad ovest del sito. Nell'area di progetto e nelle sue immediate vicinanze non si rilevano fenomeni di questo genere. Il corpo recettore delle acque della zona è principalmente il suolo in quanto il corso d'acqua che solca la valle (prognò di Mezzane) è molto lontano dal sito e la carsificazione del territorio ostacola il ruscellamento superficiale e le acque pluviali cadenti su questa zona difficilmente e occasionalmente vi si possono immettere. Nella zona non sono segnalati dagli strumenti di pianificazione (P.A.I., P.A.T., Piano Degli Interventi) situazioni di rischio idraulico.

2.2 COEFFICIENTE DI PERMEABILITÀ

Dalle prove sperimentali eseguite in loco (si riportano i valori in allegato) si è rilevato che il coefficiente di permeabilità nell'intorno dello scavo, dove si realizzeranno le opere di infiltrazione facilitata nel sottosuolo, è pari a:

$$k = 4.5 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$$

2.3 CARATTERISTICHE METEOCLIMATICHE

La distribuzione spaziale delle medie dei massimi annuali delle precipitazioni di durata 1 ora è legata a fenomeni di tipo temporalesco molto spesso localizzati e distribuiti sul territorio in modo disomogeneo. Pertanto, deve essere messo in evidenza come l'interpolazione di dati sia fortemente collegata alla disponibilità di registrazione di tali fenomeni attraverso idonei strumenti di misura (pluviografi) opportunamente dislocati sul territorio.

La varietà degli eventi possibili, in quanto marcati da diversa frequenza, pone la questione di scegliere tra essi quello cui fare riferimento.

L'evento di riferimento da selezionare tra i possibili si deve caratterizzare per un ragionevole valore della sua frequenza probabile.

Questo periodo è chiamato **Tempo di ritorno.**

Il tempo di ritorno T_r è definito come l'inverso della frequenza media probabile del verificarsi di un evento maggiore, ossia il periodo di tempo nel quale un certo evento è mediamente uguagliato o superato.

$$T_r = 1 / [1 - P(h \leq H)]$$

Volendo determinare le portate si deve fare prima una premessa sulla durata dei diversi eventi.

Gli eventi meteorici sono convenzionalmente suddivisi in:

eventi di breve durata, i cosiddetti scrosci; essi hanno una durata mediamente inferiore all'ora e sono caratterizzate da forte intensità e perciò sviluppano elevate portate alla sezione di chiusura del bacino idrografico;

eventi di lunga durata; essi hanno una durata superiore all'ora hanno minore intensità ma sviluppano elevati volumi alla sezione di chiusura del bacino idrografico.

Per definire le altezze di precipitazione corrispondenti a tali eventi pluviometrici vengono utilizzate le curve di possibilità pluviometrica (CPP), elaborate a partire dalle registrazioni di altezza di pioggia effettuate nelle stazioni pluviometriche.

Lo scopo dell'elaborazione statistica dei dati è la determinazione dei coefficienti a (mm/oreⁿ) e n che compaiono nelle equazioni di possibilità pluviometrica:

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

dove:

h = altezza di pioggia in mm

t = tempo in ore

Nelle applicazioni dell'ingegneria idraulica la stima delle portate di piena viene effettuata con metodologie diverse in relazione alla quantità e qualità dell'informazione idrologica disponibile.

Essa può essere condotta:

- con metodi diretti: elaborando dati di portata disponibili per il corso d'acqua che si esamina;
- con metodi indiretti: ricorrendo, per supplire alla insufficienza di dati di portata, a dati della stessa grandezza osservati su altri corsi d'acqua della medesima regione idrologica.

Nel caso che si conoscano le precipitazioni sul bacino, si possono utilizzare modelli matematici di trasformazione afflussi-deflussi il più semplice dei quali è la cosiddetta formula razionale; con l'applicazione di formule empiriche ricavate da vari autori in base all'informazione idrologica nota nei bacini.

Per l'area oggetto del presente studio (attualmente ad uso agricolo), si possono considerare i dati forniti dall'ufficio di telerilevamento e climatologia ARPAV – Centro meteorologico di Teolo per la Stazione di GREZZANA.

Parametri delle curve di possibilità pluviometriche con aggregazione 1-24h		
Tempo di ritorno	a	n
2 anni	32,64117	0,182105
5 anni	44,81605	0,161331
10 anni	52,8683	0,152578
20 anni	60,58854	0,146272
50 anni	70,57806	0,140079

I dati che sono stati inviati dall'ARPAV sono già stati elaborati attraverso la regolarizzazione statistico-probabilistica, e fanno riferimento alla distribuzione di Gumbel. Tale legge si basa sull'introduzione di un'ipotesi relativa al tipo di distribuzione dei più grandi valori estraibili da più serie costituite da osservazioni tra loro indipendenti.

La distribuzione cumulata di probabilità è descritta dalla seguente funzione:

$$F(x) = \exp(-\exp(-\frac{x-u}{\alpha}))$$

dove χ e u rappresentano rispettivamente i parametri di concentrazione e della tendenza centrale stimati con il metodo dei momenti:

$$\mu_x = mx = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i$$

$$\sigma_x = sx = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - mx)^2}$$

$$\alpha = \frac{\sqrt{6} \cdot sx}{\pi}$$

misura della dispersione attorno al valore medio

$$u = mx - \lambda \cdot \alpha$$

moda

con $\lambda = 0,5772$ è la costante di Eulero.

Indicando con $F(x)$ la probabilità di non superamento del valore x , il tempo medio di ritorno è calcolato dalla relazione:

$$Tr = \frac{1}{(1 - F(x))}$$

dove T_r rappresenta quindi il numero medio di anni entro cui il valore x viene superato una sola volta.

Come esplicitamente previsto dal D.G.R.V. n° 2948 del 6 ottobre 2009, nei successivi calcoli si fa riferimento ad un **tempo di ritorno di 50 anni**.

Nella seguente tabella sono riportati, per intervalli temporali caratteristici, i valori di precipitazione massimi al suolo calcolati sulla base dei parametri sopra indicati:

Durata [h]	Precipitazione [mm]
1	70,57
2	77,76
3	82,31
6	90,70
12	99,95
24	110,14

Tabella 1: valori di precipitazione massimi per diverse durate di pioggia calcolati con T pari a **50 anni**.

3 CALCOLO DELLE PORTATE

3.1 FATTORE RIDUTTIVO

Il calcolo della portata in uscita da un'area edificata è legato alle precipitazioni meteoriche e deve tener conto di alcuni elementi intrinseci del luogo, denominati **“impermeabilità”**, **“ritardo”**, **“ritenuta”** e **“distribuzione della pioggia”**, che complessivamente contribuiscono a ridurre tale valore.

Secondo il D.G.R. n° 2948 del 6 Ottobre 2009 , il fattore riduttivo da utilizzare nei calcoli è dato dal prodotto dei soli primi due coefficienti:- coefficiente di **deflusso** ϕ_1 , 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,.....);

- coefficiente di **ritardo** ψ , funzione della pendenza media e dell'estensione del bacino di alimentazione, preso pari a 1,0.

Il fattore riduttivo ϕ risulta quindi pari a:

zone agricole	zone verdi
$\phi_1 \times \psi = 0,10 \times 1,0 = \mathbf{0,10}$	$\phi_1 \times \psi = 0,20 \times 1,0 = \mathbf{0,20}$
zone semipermeabili	zone impermeabili
$\phi_1 \times \psi = 0,60 \times 1,0 = \mathbf{0,60}$	$\phi_1 \times \psi = 0,90 \times 1,0 = \mathbf{0,90}$

3.2 PORTATA ORARIA DELLE ACQUE METEORICHE

La quantità d'acqua meteorica che si genera in una certa area, viene calcolata con la formula

seguinte:

$$Q = \varphi \cdot S \cdot j$$

Se S è in $[m^2]$ e j in $[m/ora]$ la portata Q in $[m^3/h]$ è data dalla:

$$Q = \varphi \cdot S \cdot j [m^3/h]$$

in cui, come in parte già visto, si ha:

φ	fattore riduttivo	<i>variabile</i>
j	intensità oraria	vd. Tabella 1
S	superficie	variabile (m^2)

Tale formula viene utilizzata come base di calcolo al variare dei tempi di pioggia mantenendo però “fissi” i fattori riduttivi di deflusso relativi alla particolare tipologia di superficie di progetto ed i relativi valori di superficie.

L'impermeabilizzazione delle superfici e la loro regolarizzazione contribuisce in modo determinante all'incremento del coefficiente di deflusso ed al conseguente aumento del coefficiente udometrico delle aree trasformate.

Il volume da laminare risulta dalla compensazione tra il volume (portata oraria) conseguente alla situazione di progetto più critica (in corrispondenza del picco di piena calcolato sulla curva di precipitazione con tempo di ritorno pari a 50 anni) e la portata smaltibile tramite infiltrazione nel terreno (con le opere previste da progetto quali pozzi perdenti, trincee drenanti etc) o direttamente nella rete idrografica esistente.

CALCOLO PORTATE

STATO ATTUALE

TIPOLOGIA DELL'AREA	ϕ	SUPERFICIE (m ²)	PORTATA
AREA	0,1	2975	21.00
TOTALE			21,00

Per la destinazione d'uso di progetto i dati utilizzati sono illustrati nella seguente tabella:

STATO DI PROGETTO

Si riportano a seguire delle tabelle riepilogative della situazione di progetto:

LOTTO PRIVATO:

LOTTI	SF Superficie Fondiaria	SUPERFICIE IMP.	SUPERFICIE PERM.
TOT.	2.287 m²	1.600 m²	687 m²

PARTI PUBBLICHE:

	SUPERFICIE IMPERMEABILE	SUPERFICIE PERMEABILE
Verde Pubblico		280 m ²
Parcheggio	80 m ²	
Strade	203 m ²	
Marciapiedi	125 m ²	
	408 m²	280 m²

Per la trasformazione urbanistica in progetto, utilizzando la formula prima riportata si ha la seguente situazione (per le aree verdi si è utilizzato un coefficiente di deflusso di 0,2):

LOTTO PRIVATO

TIPOLOGIA DELL'AREA	ϕ	SUPERFICIE (m ²)	PORTATA GENERATA (m ³)
SUPERFICI IMPERMEABILIZZATE	0,9	1600	101,00
SUPERFICI SEMIPERMEABILI	0,6		
SUPERFICI PERMEABILI	0,2	687	9,71
TOTALE		2.287	110,71

AREE DA CEDERE AL COMUNE

TIPOLOGIA DELL'AREA	ϕ	SUPERFICIE (m ²)	PORTATA GENERATA (m ³)
SUPERFICI IMPERMEABILIZZATE	0,9	408	25,91
SUPERFICI SEMIPERMEABILI	0,6	0	0
SUPERFICI PERMEABILI	0,2	280	3,95
TOTALE		688	29,86

La portata oraria delle acque meteoriche che dovrà essere gestita è quindi pari a:

per il lotto privato:

$$Q_{\text{da laminare}} = Q_{\text{progetto}} - Q_{\text{attuale}} = 110,71 \text{ m}^3 - 16,14 \text{ m}^3 = \mathbf{94.57 \text{ m}^3}$$

per le parti da cedere al comune:

$$Q_{\text{da laminare}} = Q_{\text{progetto}} - Q_{\text{attuale}} = 29,86 \text{ m}^3 - 4,85 \text{ m}^3 = \mathbf{25.01 \text{ m}^3}$$

Le tabelle riportate in precedenza consentono di ricavare il valore delle portate di acqua e del relativo volume per un tempo di ritorno di 50 anni e per la durata della precipitazione critica che generalmente viene assunto pari ad 1 ora. Tale volume d'acqua, ai sensi della D.G.R.V. 2948 del 06 dicembre 2009 può essere per il 50 % invasato e per il restante 50 % smaltito nel suolo mediante pozzi perdenti se il sottosuolo è caratterizzato da terreni con coefficiente di permeabilità maggiore di 10^{-3} m/s e con di frazione fine inferiore al 5%. Questa condizione, con riferimento alle profondità esplorate con la indagine geologica svolta, non è stata accertata nella zona in cui saranno posizionati i pozzi perdenti.

A scopo prudenziale, considerato che nell'immediato intorno dell'area in analisi non sono presenti eventuali corsi d'acqua o ricettori in grado di ricevere e smaltire velocemente la portata che si dovesse immettere, si decide di laminare interamente la portata e provvedere al suo

smaltimento mediante infiltrazione nel sottosuolo grazie alla realizzazione di n. 5 pozzi perdenti di diametro pari a 1,5 m e profondità di circa 4 metri. Il sistema di pozzi sarà realizzato al di sotto del piano viario della strada di accesso ai fondi.

Le opere di laminazione previste **PER LA PARTE DA CEDERE AL COMUNE** (che sarà la prima ad essere effettivamente realizzata secondo gli elaborati grafici presentati), consistono nella realizzazione di una linea principale avente diametro di 315 mm che va a confluire in un sistema in batteria di 5 pozzi perdenti.

Come detto precedentemente, si realizzeranno anche 5 pozzi perdenti, tra di loro interconnessi, aventi la duplice funzione di disperdere la portata nel sottosuolo e al contempo laminare parte della stessa che non viene smaltita nel breve periodo; tali pozzi contribuiscono per una aliquota pari a circa **35,34 m³**.

Tale valore di volume è in linea con quello solitamente richiesto dal Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta che fissa in un valore unitario pari a 400 m³/ha; nel caso in analisi, avendo una superficie di intervento pari a 688 m² si trova che il volume di laminazione per soddisfare le direttive del Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta è pari a: $400 \text{ m}^3/\text{ha} \cdot 688 \text{ m}^2/10.000 \text{ m}^2 = \mathbf{27.52 \text{ m}^3}$.

Occorre anche rispettare le prescrizioni in fase di redazione di P.A.T. e P.I. che prevedevano un volume di mitigazione di 487,5 m³/ha pertanto, il volume da invasare è pari a: $487,5 \text{ m}^3/\text{ha} \cdot 688 \text{ m}^2/10.000 \text{ m}^2 = \mathbf{33,54 \text{ m}^3}$.

Da un confronto numerico si ha che:

$$V_{\text{laminaz. progetto}} = 35,34 \text{ m}^3 > V_{\text{lam. P.A.T. - P.I.}} = 33,54 \text{ m}^3 > V_{\text{lam. consorzio}} = 27,52 \text{ m}^3.$$

Complessivamente pertanto si avrà a disposizione un volume COMPLESSIVO, al netto delle tubazioni e delle caditoie, pari a 35,34 m³, un valore superiore rispetto ai 33,54 m³ minimi previsti.

LA PORTATA METEORICA RACCOLTA DAL LOTTO PRIVATO DOVRÀ ESSERE SMALTITA ALL'INTERNO DELLO STESSO E COMPLESSIVAMENTE DOVRÀ AVERE UN VOLUME PARI A 111,50 M³. Allo stato attuale non è possibile prevedere ed imporre un sistema di smaltimento e laminazione in quanto non si hanno a disposizione i progetti esecutivi degli edifici ed appare assolutamente inopportuno vincolare la progettazione futura degli edifici ad opere progettate in questa fase, pertanto spetterà ai progettisti degli edifici uniformarsi e tenere conto delle prescrizioni relativamente ai volumi da realizzare all'interno del lotto.

I pozzi perdenti da analisi svolte in sito e allegate alla relazione, hanno una permeabilità leggermente inferiore al valore minimo di 10⁻³ m/s per poter prevedere la laminazione solo del 50% dell'incremento di portata conseguente alla realizzazione delle opere di progetto, ma presenta un valore tale da riuscire a smaltire in tempi ragionevoli l'intera portata raccolta: considerando cautelativamente solo la superficie di fondo dei pozzi si ottiene la completa

infiltrazione del volume di acqua meteorica in un tempo pari a circa 24 ore (valore più che accettabile).

4 CONCLUSIONI

Alla luce di quanto sopra esposto, poiché le caratteristiche del terreno non lo consentono (matrice ciottolosa/ghiaiosa con mancanza di frazione fine/limosa e con un valore di permeabilità $k < 10^{-3}$ m/s), le acque meteoriche raccolte dalle superfici impermeabili conseguenti alla realizzazione delle opere di progetto NON potranno essere smaltite con infiltrazione facilitata nel terreno e prevedere di laminare solo il 50% dell'aumento di portata conseguente alla realizzazione delle opere di progetto ma si prevede la laminazione completa di tutto l'incremento di portata e quindi smaltite per infiltrazione nel terreno mediante infiltrazione nel terreno con la realizzazione di n. 5 pozzi perdenti di diametro pari a 1,5 m e profondità pari a circa 4 metri, di volume complessivo pari a circa 35,34 m³.

Complessivamente si avrà a disposizione una volumetria complessiva, al netto delle tubazioni e delle caditoie, pari a 35,34 m³, un valore superiore rispetto ai 27,52 m³ minimi previsti dal Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta e superiore ai 33,54 m³ minimi previsti dalle norme e prescrizioni del P.A.T. e P.I.