

PIANO URBANISTICO ATTUATIVO denominato "Montenigo" Scheda Norma 443

STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA

TAVOLA:

6.2

STUDIO DI
COMPATIBILITÀ
IDRAULICA

IL GEOLOGO:

I PROPONENTI:

MONTENIGO SRL

SCALA:

DATA:

10.04.2015

REV.:

--.--.----

Sig. GOTTARDI GIANCARLO

FILE:

S:\COMUNI\VERONA\GOTTARDI\
PUA RESIDENZIALE\TAVOLE 2014

INDICE

1. DESCRIZIONE DELLA VARIANTE OGGETTO DI STUDIO.....	3
2. INQUADRAMENTO IDROGRAFICO ED IDROLOGICO DEL SITO.....	3
3. CARATTERISTICHEDELLE RETI FOGNARIE.....	3
4. CARATTERISTICHE DELLA RETE IDRAULICA RICETRICE.....	4
5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO, GEOTECNICO E PERMEABILITA'DEI DEPOSITI.....	4
5.1 Geologia e Tettonica.....	4
5.2 Indagine geognostica.....	5
5.3 Prove geotecniche.....	5
5.4 Permeabilità del terreno.....	6
5.5 Geomorfologia.....	7
6 VALUTAZIONE DELLE CARATTERISTICHE DELL'AREA IN RELAZIONE AI CONTENUTI DELLA VARIANTE.....	7
6.1 analisi delle trasformazioni delle superficie delle aree interessate in termini di impermeabilizzazione.....	7
6.2 valutazione delrischio e della pericolosità idraulica	8
6.2.1 elaborazione delle precipitazioni.....	9
6.2.2 Metodo razionale.....	11
7 PROPOSTA DI MISURE COMPENSATIVE PER LA MITIGAZIONE DEL RISCHIO	13
7.1 Indicazioni di piano per la mitigazione del rischio idraulico.....	13
7.2 Valutazione ed indicazione degli interventi compensativi.....	14
8 CONCLUSIONI	15

1. DESCRIZIONE DELLA VARIANTE OGGETTO DI STUDIO

La variante oggetto di studio è ubicata nel territorio comunale di Verona, a nordest dell'abitato di Montorio, sulla strada che dalla medesima località porta a Moruri, denominata Strada delle Rive. L'intervento in progetto prevede la realizzazione di quattro fabbricati, adiacenti all'annesso rurale, con le relative opere di urbanizzazione primaria. Nel settore a sud della strada delle Rive, all'altezza dell'annesso rurale, verrà realizzato un parcheggio con area attrezzata per la sosta. Attraverso questo elaborato sarà importante valutare la fattibilità dell'opera in progetto in relazione al grado d'impermeabilizzazione indotto dalle modifiche apportate in termini di deflusso delle acque meteoriche. In funzione dell'entità di superficie impermeabilizzata, sarà necessario valutare quali dispositivi di mitigazione mettere in atto al fine di ridurre il rischio idraulico.

2. INQUADRAMENTO IDROGRAFICO ED IDROLOGICO DEL SITO

Dal punto di vista idrografico il sito è caratterizzato da una rete di deflusso superficiale ben strutturata per la presenza di alcune incisioni nelle immediate adiacenze dell'area d'intervento. Il ruscellamento superficiale avviene attraverso le linee di massima pendenza del versante, fino a raggiungere i principali assi di drenaggio, rappresentati dal Vaio di Montenigo e dal Vaio Casale. Come menzionato più avanti la stratigrafia tipo della zona interessata dall'intervento è caratterizzata in sintesi da uno spessore variabile tra i 3 e 5 metri di deposito colluviale in cui è possibile riscontrare terreno vegetale, limi argillosi e limi sabbiosi. Tali terreni fanno da copertura al substrato roccioso costituito dalla Formazione del Biancone, il quale risulta alterato nelle prime decine di centimetri e successivamente fratturato in blocchi. In base alle ricerche bibliografiche eseguite e sulla scorta delle indagini compiute dal Dr. Geol. Arzone nel novembre 2010 e dal Dr. Geol. Sterchele nell'agosto 2014, la permeabilità del substrato va da media a medio – alta. La conducibilità idraulica del substrato roccioso si esplica attraverso la rete di fratture che contraddistingue la Formazione nel contesto in esame. Tali caratteristiche sono confermate da una scarsa idrografia superficiale e dalla presenza di varie sorgenti carsiche a valle, come nel principale abitato di Montorio Veronese dove sono presenti le sorgenti Squarà, Tondello, Fontanon e Madonnina. Le variazioni di portata sono strettamente collegate all'intensità degli eventi meteorici (De Rossi - Memorie del Museo Civico di Storia Naturale di Verona, 1993).

3. CARATTERISTICHE DELLE RETI FOGNARIE

L'area oggetto di studio non è servita dalla rete fognaria comunale. In funzione della permeabilità dei terreni incontrati in occasione della campagna d'indagini in sito sarà importante valutare la modalità di smaltimento delle acque reflue o con vasca di raccolta opportunamente dimensionata, o tramite subirrigazione.

4. CARATTERISTICHE DELLA RETE IDRAULICA RICETRICE

Secondo l'estratto della Carta Tecnica Regionale alla scala 1:5000 fornito in copia dal Consorzio Alta Pianura Veneta, nei dintorni del sito in esame è riscontrabile a nord il Vaio di Montenigo, il quale raccoglie le acque provenienti dalle località Pianeto, Villa Montenigo e dal Monte Pedona per convogliarle a valle fino alla confluenza con il Prognolo, a sud della località Dandan ad una quota di circa 120,0 m.s.l.m. Il torrente Prognolo porta le sue acque a valle fino ad allargare il suo alveo a nordovest della località Colombara ed a confluire nel Torrente Squaranto, ad est del principale abitato di Mizzole.

A sud dell'area in questione è evidente il Vaio delle Rive, il quale scorre per un certo tratto verso ovest, per poi deviare verso sud nella parte settentrionale dell'abitato di Montorio e confluire nel Vaio di Squaranto nei pressi del centro della località medesima.

Dall'osservazione in pianta della morfologia del rilievo risultano pertanto evidenti due possibilità di convogliare le acque in eccesso uscenti dall'area in studio:

1. La prima attraverso un impluvio che dall'angolo settentrionale dell'area, ad una quota di 170,9 m.s.l.m. degrada verso nord fino ad incontrare il Vaio di Montenigo a quota 128,9 m.s.l.m.; in questo caso si andrebbe a riattivare un impluvio naturale senza creare rischio d'instaurarsi di fenomeni erosivi.
2. La seconda percorrendo un impluvio, meno marcato del precedente, che dal settore meridionale dell'area, ad una quota di 176,1 m.s.l.m. scende verso il Vaio delle Rive, fino a circa 120,0 m.s.l.m. Tale possibilità diventerebbe più rischiosa per la presenza di un fabbricato posto a quote minori, quindi nel caso si volesse sfruttare questa via di deflusso naturale sarebbe ipotizzabile la realizzazione di un bacino di laminazione.

5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO, GEOTECNICO E PERMEABILITA' DEI DEPOSITI

5.1 Geologia e tettonica

Al fine di delineare un quadro geologico stratigrafico dell'area in questione si è fatto riferimento inizialmente agli studi di De Zanche e Sorbini eseguiti nel 1977 per il Museo Civico di Storia Naturale di Verona. Il lavoro eseguito ha messo in evidenza una sequenza stratigrafica che di seguito viene elencata:

- Dal piano campagna ad un massimo di 5 metri si riscontra copertura vegetale, costituita da terreno argilloso – limoso, limoso – sabbioso, e talvolta marnoso con clasti calcarei;
- Al di sotto della copertura eventualmente presente e per uno spessore di circa 100 metri si riscontra la Formazione del BIANCONE, costituita da calcari, calcari argillosi bianchi e grigiastri con liste e talvolta lenti di selce nera, fittamente stratificati con intercalazioni di marne ed argilliti grigie o verdastre, collocabili in un intervallo di tempo geologico che va dal CRETACEO SUP. al CRETACEO INF.;

- Formazione del ROSSO AMMONITICO, con uno spessore di 30 metri, caratterizzato da calcari nodulari rossi, rosei o bianchi ad ammoniti, databile dal CRETACEO INF. al GIURASSICO MEDIO.
- Formazione dei CALCARI GRIGI o di NORIGLIO, per i quali s'ipotizza che raggiungano una potenza di 100 metri nell'area d'interesse, sono costituiti da calcari compatti a grana fine, di colore grigio o nocciola chiaro, riconducibili al GIURASSICO INFERIORE.

Dal punto di vista tettonico, negli immediati dintorni dell'area in esame sono riscontrabili tre faglie parallele, disposte in direzione circa nord – sud, con specchio di faglia verticale, tagliate da un altro sistema di faglie sempre a specchio verticale, subparallele e disposte in direzione circa est – ovest. Poco più a sud dell'area in esame la pendenza degli strati della Formazione del BIANCONE è stata riscontrata di 8° in direzione meridionale (160°N). Le informazioni qui esposte vengono illustrate in Allegato 2 al presente lavoro.

5.2 Indagine geognostica

L'indagine geognostica esplorativa è consistita nell'esecuzione di 7 (sette) scavi con pala meccanica, spinti ad una profondità massima di 3,0 metri dal piano cantiere attuale.

Nell'Allegato 3 è possibile riscontrare la posizione delle verticali d'indagine e la stratigrafia riscontrata. I sondaggi eseguiti hanno permesso di delineare la seguente stratigrafia tipo:

- 1) Dal piano campagna a 0,50 metri terreno vegetale limoso - sabbioso - argilloso di colore rosso. Nella matrice sono dispersi clasti calcarei del diametro medio di 1 cm. Frequente la presenza di radici vegetali;
- 2) Da 0,50 a 2,00 metri limo argilloso di colore bruno rosso con rari clasti calcarei del diametro medio di 1 cm.
- 3) Da 2,00 a 2,70 metri sabbia limosa calcarea con clasti. La frazione sabbioso – limosa appare rossa rispetto ai sedimenti più grossolani.

5.3 Prove geotecniche

All'interno dell'area oggetto d'indagini sono state eseguite due prove penetrometriche statiche con punta meccanica e due prove statiche con piezocono allo scopo di delineare un quadro litologico – geotecnico e di permeabilità dei terreni incontrati. La posizione di ciascuna prova è visibile all'allegato 3 dell'appendice documentale.

L'elaborazione dei dati di campagna ottenuti per le differenti tipologie di sedimenti costituenti il substrato, permette di ottenere un riconoscimento di massima dei terreni attraversati sulla base dei valori della resistenza di punta (Q_c) e dell'attrito laterale (F_s) riscontrati durante l'avanzamento della punta penetrometrica conica collegata al penetrometro statico, in un intervallo di profondità di 20 cm.

I valori ottenuti sono stati elaborati mediante il programma di calcolo automatico Static Probing (2006) della GeoStru Software ©. Tale software calcola il rapporto delle energie trasmesse (coefficiente di correlazione con SPT) tramite le elaborazioni proposte da Pasqualini (1983), Meyerhof (1956), Desai (1968) e Borowczyk - Frankowsky (1981).

Nel presente lavoro l'interpretazione stratigrafica della sezione di sottosuolo investigata è stata condotta utilizzando il Metodo di Searle (1979), inserito nel programma di calcolo automatico Static Probing (2005) della GeoStru Software ©. Sulla base dei dati restituiti dalle indagini di cui sopra, è stato possibile ricostruire la stratigrafia di dettaglio del sottosuolo dell'area, per la quale si può fare riferimento al seguente schema:

A – terreno vegetale – argille sabbiose – argille limose: questo strato si estende dal piano campagna ad una profondità massima di 3,40 metri; dal punto di vista litologico è costituito essenzialmente da terreni a tessitura medio – fine con inclusi clasti calcarei di dimensioni centimetriche. Il comportamento varia da coesivo a coesivo – incoerente e risultano molto consistenti.

B – limi sabbiosi – sabbie calcaree: questo strato è stato riscontrato sino alla profondità di 3,60 metri dal piano campagna attuale; dal punto di vista litologico tale unità è costituita prevalentemente da sedimenti a tessitura da media a medio - grossolana, a comportamento incoerente. Dal punto di vista meccanico, i litotipi risultano da moderatamente a molto addensati.

C – limi argillosi – argille limose – sabbie limose: questo strato si sviluppa sino alla profondità di 5,0 metri dal piano campagna attuale; dal punto di vista litologico tale unità è costituita prevalentemente da sedimenti a tessitura fine, coesivi. Dal punto di vista meccanico, i litotipi risultano da moderatamente a molto consistenti. Le intercalazioni di sedimenti di natura granulare risultano mediamente addensate.

D – limi sabbiosi – sabbie limose: questo strato si sviluppa sino alla profondità di 6,20 metri dal piano campagna attuale; dal punto di vista litologico tale unità è costituita prevalentemente da sedimenti a tessitura da fine a medio-grossolana, incoerenti. Dal punto di vista meccanico, i litotipi risultano da moderatamente a molto addensati.

Inoltre in riferimento ai dati acquisiti, si sono adottate le correlazioni geotecniche per la valutazione dei parametri meccanici.

La successione litologica ed i parametri meccanici relativi alle prove eseguite, risultanti dalle interpretazioni effettuate, vengono riportati nell'appendice documentale, all'Allegato 3.

5.4 Permeabilità del terreno

Durante la prova CPTU2 con piezocono è stata valutata la permeabilità attraverso due prove di dissipazione rispettivamente a 2,04 e a 3,27 metri da piano campagna. I risultati della prova vengono illustrati nella tabella sottostante.

La prova consiste nell'arrestare la penetrazione del piezocono nel terreno ed attendere finché la pressione dei pori in eccesso dovuta alla penetrazione non diminuisce del 60 – 80%. La velocità di dissipazione dipende dal processo di

consolidazione orizzontale, quindi è possibile determinare il coefficiente di consolidazione orizzontale C_h e quello di permeabilità orizzontale K_h . La tabella sottostante riporta i dati elaborati in seguito alle prove effettuate.

Profondità prova da p.c. (m)	Litologia (Robertson, 1990)	Coefficiente di permeabilità (cm/sec)
2,04	Limo argilloso – argilla limosa	$2,9 \times 10^{-8}$
3,27	Sabbia limosa	$2,5 \times 10^{-7}$

Tabella 1. Valori di permeabilità elaborati dalle prove di dissipazione.

5.5 Geomorfologia

Lo stesso lavoro succitato per gli aspetti geologici, comprende una sezione curata dal Dr. Geol. Valerio Spagna (1977), da cui sono tratte le seguenti considerazioni. Essa ha preso in considerazione la geomorfologia del territorio di Verona. In linea generale, secondo la cartografia prodotta, il settore in studio rientra nelle zone di denudazione di rocce calcaree affioranti o subaffioranti, in cui talvolta si riscontrano limitate aree a copertura detritica eluviale e colluviale in corrispondenza dei versanti, in cui il suolo assume spessori più importanti, come nell'area di cantiere, di cui si parlerà più approfonditamente nelle sezioni seguenti. Nello specifico per le adiacenze dell'area in esame l'evoluzione della morfologia del territorio è il risultato dell'azione del carsismo e delle fasi anaglaciale e cataglaciale che si sono successe in occasione delle glaciazioni quaternarie. Il primo ha determinato superficie rotondeggianti, modellate da prevalenti processi di dissoluzione, a pendenza piuttosto debole, e rare vallecicole in cui si riscontrano torrenti intermittenti che aumentano la loro portata in occasione degli eventi meteorici. Nella terminologia locale vengono chiamati *Vaio e Progno*. Nel caso in studio è importante citare il Vaio di Montenigo, il Vaio delle Rive ed il Prognolo.

L'azione alternata di avanzamento e ritiro dei ghiacci ha determinato la messa in posto di depositi colluviali, a tessitura prevalente limoso – argilloso, e clasti calcarei immersi in matrice limoso – argilloso - sabbioso, ad elevato contenuto calcareo. Tali sedimenti fanno da copertura al basamento roccioso, il quale risulta alterato nei primi metri e successivamente caratterizzato da una fitta rete di fratture comunicanti che ne determinano la permeabilità.

6 VALUTAZIONE DELLE CARATTERISTICHE DELL'AREA IN RELAZIONE AI CONTENUTI DELLA VARIANTE

6.1 Analisi delle trasformazioni delle superficie delle aree interessate in termini di impermeabilizzazione

Il progetto di trasformazione prevede la realizzazione di quattro fabbricati ad uso residenziale nell'area a nord della Strada delle Rive, a destra dell'annesso rurale, con le relative opere di urbanizzazione. La pavimentazione delle vie d'accesso ai fabbricati verrà realizzata con materiale drenante e gli spazi adiacenti ai fabbricati verranno

coltivati a prato. Data la debole inclinazione del terreno, la quale varia da un minimo di 3° ad un massimo di 8°, non verrà modificata la morfologia originaria della porzione di territorio interessata.

A sud della Strada delle Rive, di fronte all'annesso rurale, verrà realizzato un parcheggio pubblico con area attrezzata per la sosta di ciclisti ed annesso belvedere. La pavimentazione del parcheggio, secondo i tabulati progettuali, verrà realizzata con fondo in materiale stabilizzato e ricoperto con calcestruzzo drenante. La morfologia finale dell'opera è assimilabile ad un terrazzo, la cui morfologia richiama quelli adiacenti coltivati ad ulivo, quindi l'impatto visivo risulta molto limitato.

In accordo con il progettista si è stimato che la superficie totale interessata dall'intervento ha un'area di 6470 mq (0,6 ettari). L'area effettivamente impermeabilizzata è stata calcolata in circa 1000 mq (0,1 ettari).

Riferimento	Classificazione intervento	Soglie dimensionali	Criteri da adottare
Ordinanze	Trascurabile impermeabilizzazione potenziale	$S^* < 200 \text{ mq}$	0
	Modesta impermeabilizzazione	$200 \text{ mq} < S^* < 1.000 \text{ mq}$	1
D.G.R. 1322/06	Modesta impermeabilizzazione potenziale	$1.000 \text{ mq} < S < 10.000 \text{ mq}$	1
	Significativa impermeabilizzazione potenziale	$10.000 \text{ mq} < S < 100.000 \text{ mq}$	2
	Marcata impermeabilizzazione potenziale	$S > 100.000 \text{ mq}$ e $\Phi < 0,3$	2
		$S > 100.000 \text{ mq}$ e $\Phi > 0,3$	3

Tabella 2. Classificazione delle impermeabilizzazioni e criteri da adottare secondo la D.G.R. n° 2948/09.

Dalla tabella sopra esposta secondo la D.G.R.V. n°2948 del 2009 essa può essere classificata come “modesta impermeabilizzazione potenziale”, i cui metodi da adottare ricadono nella Classe 1, ossia “è sufficiente adottare buoni criteri costruttivi per ridurre le superficie impermeabili, quali parcheggi, tetti verdi, ecc.

6.2 Valutazione del rischio e della pericolosità idraulica

L'area in esame risulta elevata topograficamente rispetto alle principali linee di drenaggio superficiali, rappresentate dal Vaio delle Rive e dal Vaio di Montenigo, per cui si può ritenere nullo il rischio che l'esondazione di tali torrenti riversi le loro acque all'interno di tale area.

Il sito oggetto di variante si colloca in posizione di culmine di una dorsale molto dolce, con un'inclinazione del versante molto bassa, come più volte menzionato sopra. Quindi risulta improbabile la formazione di linee preferenziali d'impluvio e bassa la probabilità dell'instaurarsi di un flusso laminare diffuso. Quest'ultima possibilità risulta ancora più minimizzata con la realizzazione delle opere in progetto.

Nonostante ciò, al fine di stimare l'effettiva quantità d'acqua ricadente all'interno dell'area per valutare la possibilità di realizzare delle vasche di laminazione, e dimensionare le vasche di raccolta dell'acqua piovana posate per ciascun fabbricato risulta utile effettuare uno studio delle precipitazioni.

6.2.1 Elaborazione delle precipitazioni

Lo studio delle piogge si è reso necessario in quanto rappresenta l'unico modo di ottenere dei valori di portata, adottando modelli di trasformazione afflussi – deflussi, nell'ipotesi che un evento di piena con tempo di ritorno Tr sia generato da una precipitazione con uguale tempo di ritorno. Lo studio idrologico di seguito riportato è stato condotto con riferimento ad un tempo di ritorno di 50 anni come disposto dall'allegato A della D.G.R 2948 del 2009, e prendendo spunto dallo studio idrologico eseguito per il Torrente Squaranto dal Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta. Quest'ultimo ha preso in considerazione in particolare i valori massimi annuali delle altezze di precipitazione la cui durata Tp risultava pari rispettivamente a 1, 3, 6, 12 e 24 ore. Il sito in esame ricade completamente nell'area d'influenza della stazione pluviografica di Grezzana.

Stazione pluviografica	Bacino	m ²
Grezzana	Medio e basso Adige (Squaranto)	6500

La stazione ha fornito una serie di dati su cui è stata effettuata l'analisi statistica con la distribuzione di Gumbel (distribuzione asintotica del massimo valore), la cui equazione (funzione cumulata) è la seguente:

$$P(h)=e^{-e^{-a(h-u)}}$$

$$a=1,283\sigma$$

$$u=\mu-0,450\sigma$$

con μ e σ rispettivamente la media e lo scarto delle serie.

Operando alla sostituzione $y=-a(h-u)$ la formula diventa:

$$P(h)=e^{-e^{-\exp(-y)}}$$

Poiché nel caso in esame la numerosità del campione non tende ad infinito, i parametri classici vengono sostituiti con dei parametri corretti a ed u stimati con il metodo dei minimi quadrati.

In pratica se N è la numerosità del campione, si calcola per ogni durata tp un numero N di valori della variabile ridotta

$$Y_m = -\ln[-\ln(1-F_m)]$$

Dove F_m rappresenta la frequenza empirica del termine m -mo degli N valori disponibili, ordinati in serie decrescente. In pratica

$$F_m = \frac{m}{N+1} \quad (\text{Formula di Weibull})$$

Sostituendo si ottiene:

$$Y_m = -\ln[-\ln(N+1-m)/(N+1)]$$

Che come si vede dipende solo dalla numerosità N del campione e dal posto m che occupa nella sequenza.

$$\sigma_{y_m} = \frac{\sigma_{y_m}}{\sigma}$$

$$u = \mu - \mu_{y_m}/u$$

μ_{y_m} e σ_{y_m} sono rispettivamente la media e lo scarto della funzione y_m .

Si consideri ora la relazione logica tra $P(h)$ ed il tempo di ritorno T_r .

$P(h)$ è la probabilità che la variabile casuale h (altezza massima annuale) non superi mai l'assegnata soglia h , quindi:

$$P(h) \text{ coincide } P(h < h)$$

La probabilità complementare che la soglia venga superata almeno una volta è pari a

$$1 - P(h) = 1/T$$

Ovvero

$$P(h) = 1 - (1/T)$$

Sostituendo a $P(h)$ l'espressione di Gumbel, si ottiene

$$1 - (1/T) = e^{-e^{-a(h-u)}}$$

$$h(t, T) = u(t) - (1/a(t)) * \ln \ln(T/(T-1))$$

Quest'ultima equazione lega l'altezza massima annuale di pioggia, la durata t ed il tempo di ritorno T .

Diagrammando le coppie di punti (t, h) in scala bilogaritmica si ottengono le curve di possibilità pluviometrica aventi un'equazione del tipo

$$h = a t^n$$

dove a ed n dipendono da Tr.

Per ottenere la curva di possibilità pluviometrica relativa all'intero bacino si è proceduto al calcolo delle altezze di pioggia ragguagliate, ottenute come media ponderata dei valori delle singole stazioni, e su questi dati si è proceduto infine all'interpolazione.

Essendo l'area della superficie in questione pari a 6470 m², cioè di 0,65 ettari, quindi nettamente inferiore a 1300 ettari, si è ritenuto opportuno correggere i coefficienti della curva secondo il metodo di U. Puppini:

$$\bar{a} = a \left[1 - 0,052 \cdot \frac{S}{100} + 0,002 \cdot \left(\frac{S}{100} \right)^2 \right]; \quad \bar{n} = n + 0,0175 \cdot \frac{S}{100}$$

Dove S è la superficie del bacino in questione.

Quindi i valori ottenuti dalle operazioni sopra dette si possono riassumere nella tabella sottostante.

Tr (anni)	a (mm*h ⁿ)	n	n ₀ = n*4/3	n(Puppini)	a(Puppini)
50	71,18	0,15	0.2	0,15	71,17

Essendo la trasformazione quantificata con il criterio dell'invaso, il coefficiente udometrico si può calcolare come:

$$u = \frac{p_0 \cdot n \cdot (\phi \cdot a)^{1/n}}{w^{\frac{1}{1-n}}}$$

Dove:

p₀ è un parametro dipendente dalle unità di misura richieste e dal tipo di bacino, (p₀ = 2530 per piccoli bacini);

a e n sono i parametri della curva di possibilità pluviometrica;

φ il coefficiente di deflusso;

w il volume di invaso specifico.

Se voglio mantenere costante il coefficiente udometrico al variare del coefficiente di deflusso φ, devo valutare i volumi d'invaso in modo da modulare il picco di piena:

$$w = w_0 \left(\frac{\phi}{\phi_0} \right)^{\frac{1}{1-n}}$$

dove φ₀ e w₀ rappresentano il coefficiente di deflusso e il volume specifico di invaso prima della trasformazione dell'uso del suolo.

Dalle consultazioni di varie fonti in letteratura è stato possibile ritenere in via orientativa un valore di W₀ = 75 m³/ha in quanto l'area di prevista trasformazione, a prevalente uso

agricolo, è inquadrabile in un contesto morfologico pedecollinare. L'esponente n della curva di possibilità climatica corrispondente alla precipitazione di durata superiore all'ora in funzione dell'estensione dell'area interessata dalle opere in progetto.

L'esame dei tabulati di progetto ha permesso di associare a ciascuna superficie un valore del coefficiente di deflusso. Dalla media ponderata delle percentuali di superficie con relativo coefficiente di deflusso è stato calcolato il coefficiente di deflusso *post operam*. I dati così elaborati sono stati riassunti nella sottostante tabella.

Tipologia di superficie	Coefficiente di deflusso(*)	Estensione (m ²)	% sull'area totale	Coefficiente di deflusso parziale
Aree agricole	0,1	0	0	0
Superficie permeabili (aree verdi)	0,2	4540	70,0	0,14
Superficie semipermeabili	0,6	1320	20,0	0,12
Superficie impermeabili	0,9	610	10,0	0,09
TOTALE	-	6470	100,0	0,35
Coefficiente udometrico (fonte: Consorzio Alta e Media Pianura Veneta, 2015) (l/sec*ha)			5	
Coefficiente di deflusso <i>ante operam</i>			0,2	
Coefficiente n con Tr di 50 anni (rif. Pluviometro Grezzana, dati ARPAV 2015)			0,15	
Altezza di precipitazione con Tr di 50 anni e durata T_p di 24 ore (m) (rif. Pluviometro Grezzana, dati ARPAV 2015)			0,117	
Volume d'invaso specifico (m ³ /ha)			144,35	
Volume d'invaso relativo all'area (m ³)			93,6	

(*)valore convenzionale desunto dall'Allegato A alla DRGV n°2948/09

Tabella 3. Elaborazione dei dati per ottenere il volume d'invaso specifico.

6.2.2 Metodo razionale

Il calcolo del volume d'invaso necessario a mantenere costante il coefficiente udometrico u può essere condotto considerando la differenza tra i volumi d'ingresso ed uscita nel bacino considerato. Posta in uscita una portata costante $Q_u = u \cdot S$, dove S è la superficie del bacino scolante, per effetto di una pioggia di durata T si possono scrivere:

$$V_i = S \cdot \phi \cdot h(T)$$

$$V_u = Q_u \cdot T$$

Rispettivamente per i volumi in ingresso al sistema V_i e quelli in uscita alla rete esterna V_u , dove ϕ è il coefficiente di deflusso, $h(T)$ l'altezza di pioggia caduta nel tempo T (leggasi tau). Il valore massimo della differenza:

$$\Delta V = V_i - V_u = S \cdot \phi \cdot a \cdot T^n - Q_u \cdot T$$

è il volume cercato per modulare gli effetti di una precipitazione di durata $T_{V_{\max}}$. Il problema si riconduce al calcolo del massimo di una funzione ovvero, uguagliando a zero la derivata prima di ΔV e risolvendo rispetto a T

$$\tau_{V_{\max}} = \left(\frac{Q_u}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

La formula del volume massimo $V_{\max}$ si può riscrivere:

$$V_{\max} = S \cdot \varphi \cdot a \cdot \left(\frac{Q_u}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{n}{n-1}} - Q_u \cdot \left(\frac{Q_u}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

Coefficiente udometrico u (Fonte: Consorzio Alta Pianura Veneta)	(l/sec*ha)	5
Portata in uscita richiesta Q_u	(l/sec)	3,25
Altezza di precipitazione con Tr di 50 anni e durata Tp di 24 ore (rif. Pluviometro Grezzana, dati ARPAV 2015)	(m)	0,117
Volume specifico d'invaso post operam	(m ³ /ha)	649,66
Volume da invasare per garantire l'invarianza idraulica	(m ³)	145,8

Tabella 4. Elaborazione dei dati secondo il metodo razionale.

7 PROPOSTA DI MISURE COMPENSATIVE PER LA MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO

7.1 Indicazioni di piano per la mitigazione del rischio idraulico

L'area in esame appartiene all'ATO 7, ossia allo "ambito della collina e dei centri storici minori, comprendente la porzione settentrionale del territorio comunale che corrisponde alla fascia collinare, prossima alla Pianura Veronese dei Monti Lessini centrali, avente una forte vocazione paesaggistico – ambientale. Dal punto di vista morfologico l'area s'inserisce nel settore nordorientale, comprendente la porzione collinare caratterizzata dalle dorsali collinari, tra cui quella in oggetto, e dalle valli intercollinari dello Squaranto e Marcellise. Al reticolo idrografico che trae origine dal sistema delle risorgive carsiche di Montorio è associato un rischio idraulico di grado variabile (fonte: PAT del Comune di Verona, approvato con D.G.R.V. 4148 del 18/12/2007). Secondo il Piano degli Interventi del Comune di Verona approvato con DCC n°91 del 23/12/2011, alla scheda norma n°443 vengono espresse le seguenti direttive:

1. Dovrà essere prestata particolare attenzione alla sistemazione degli spazi aperti, dei parcheggi e della viabilità;
2. Dovrà essere prestata particolare cura alla rete idrica superficiale al fine di evitare ruscellamenti.

Inoltre si prescrive che:

1. I volumi generati dall'intervento di recupero ambientale dovranno essere ricollocati all'interno dell'ambito evidenziato nello schema progettuale;

2. Dovranno essere conservate le aree boschive residuali e la diversità colturale.

Dai dati elaborati esposti nelle tabelle 3 e 4 ed in base alle direttive della D.G.R.V. n°2948/2009, il volume d'acqua da invasare per mantenere inalterato il coefficiente udometrico all'interno dell'area è stimabile in **145,8 m³**. Sempre in base al medesimo Decreto dovrà essere previsto un "volume di laminazione" pari ad almeno il 50% delle necessità.

7.2 Valutazione ed indicazione degli interventi compensativi

Al fine di rispettare le direttive e le disposizioni del PAT si rende necessario mettere in atto dispositivi e sistemi atti a laminare le piene in caso di eventi meteorici eccezionali. Con riferimento alla morfologia del territorio e dell'area in esame, alla disposizione dei fabbricati e delle opere di urbanizzazione previsti dal progetto, ed alle possibilità di scelta dei dispositivi è consigliabile:

- l'installazione, adiacente ciascun fabbricato, di serbatoi per la raccolta delle acque di prima pioggia. Se verranno infatti collocati volumi da 20 m³ sui fabbricati C e D, e volumi da 15 m³ sui fabbricati A e B si avrà un invaso complessivo di 70 m³ con riferimento ad un'altezza di precipitazione di 117 mm con un tempo di ritorno di 50 anni.
- allo scopo di prevenire fenomeni di ruscellamento diffuso, oltre ad un'azione d'inibizione del fenomeno per la collocazione dei fabbricati in corrispondenza delle potenziali linee di flusso, sarebbe importante realizzare delle piccole trincee a ridosso dei muretti perimetrali in cui posare dei tubi fessurati avvolti in tessuto non tessuto, immersi in ghiaia pulita che raccolgano le acque che non infiltrano nel terreno. La naturale pendenza dello stesso convoglierà le acque raccolte in un serbatoio posto nel punto più basso e da qui per troppo-pieno gli eccessi defluiranno nel bacino di laminazione adiacente il parcheggio, a sud della Strada della Rive, il cui volume d'invaso si prevede essere di **40 m³**.
- Le aree adibite a parcheggio lungo la strada che costeggia l'area sul lato est ed il vialetto d'accesso ai fabbricati C e B andranno realizzate in calcestruzzo drenante poggiate su massetto in materiale inerte avente un indice dei vuoti non inferiore al 20%. Tale parametro andrà certificato da apposite analisi.
- Il parcheggio e la rampa d'accesso a sud della Strada delle Rive andranno realizzati con calcestruzzo drenante poggiate su massetto in materiale inerte avente un indice dei vuoti non inferiore al 20%. Tale parametro andrà certificato da apposite analisi.

8 CONCLUSIONI

L'area oggetto di variante si colloca in posizione di culmine di una dorsale a debole inclinazione. Le indagini geognostiche e geotecniche dei terreni presenti nell'area hanno permesso di delineare una stratigrafia che evidenzia l'alternanza di limi argillosi, argille limose e sabbie limose calcaree, queste ultime significative di alterazione del substrato roccioso, determinato dalla Formazione del Biancone. Dalle prove di dissipazione effettuate la permeabilità è risultata molto bassa, ad ulteriore conferma della litologia riscontrata. Il progetto prevede la realizzazione di quattro fabbricati nella porzione d'area a nord della Strada delle Rive, ed un parcheggio attrezzato per la sosta con annesso belvedere nella porzione a sud della stessa strada, che dall'abitato di Montorio porta alla località Moruri. Secondo la D.R.G.V. n°2948 del 6 ottobre 2009 la trasformazione dell'area è classificabile come "modesta impermeabilizzazione potenziale", per cui è risultato necessario effettuare uno studio delle precipitazioni al fine di dimensionare i sistemi di raccolta dell'acqua di prima pioggia a servizio di ciascun fabbricato, il bacino di laminazione ed un sistema atto a minimizzare l'eventuale ruscellamento superficiale nel rispetto della direttiva n°2 del PAT, di cui si fa riferimento nella scheda norma n°443 del PI.

Al fine di rispettare l'invarianza idraulica e minimizzare il ruscellamento superficiale sono state proposte varie misure compensative che vengono elencate al capitolo 7.2.

In relazione alla bassa permeabilità del terreno ed all'assenza di rete fognaria è consigliabile realizzare una vasca di raccolta delle acque reflue opportunamente dimensionata in funzione degli abitanti equivalenti insistenti sui fabbricati.

Dr. Geol. Alberto Tonini

Allegato 1: Inquadramento idrografico del sito

(Consorzio Alta Pianura Veneta; Piano Generale di Bonifica e tutela del territorio, luglio 2011)



Legenda

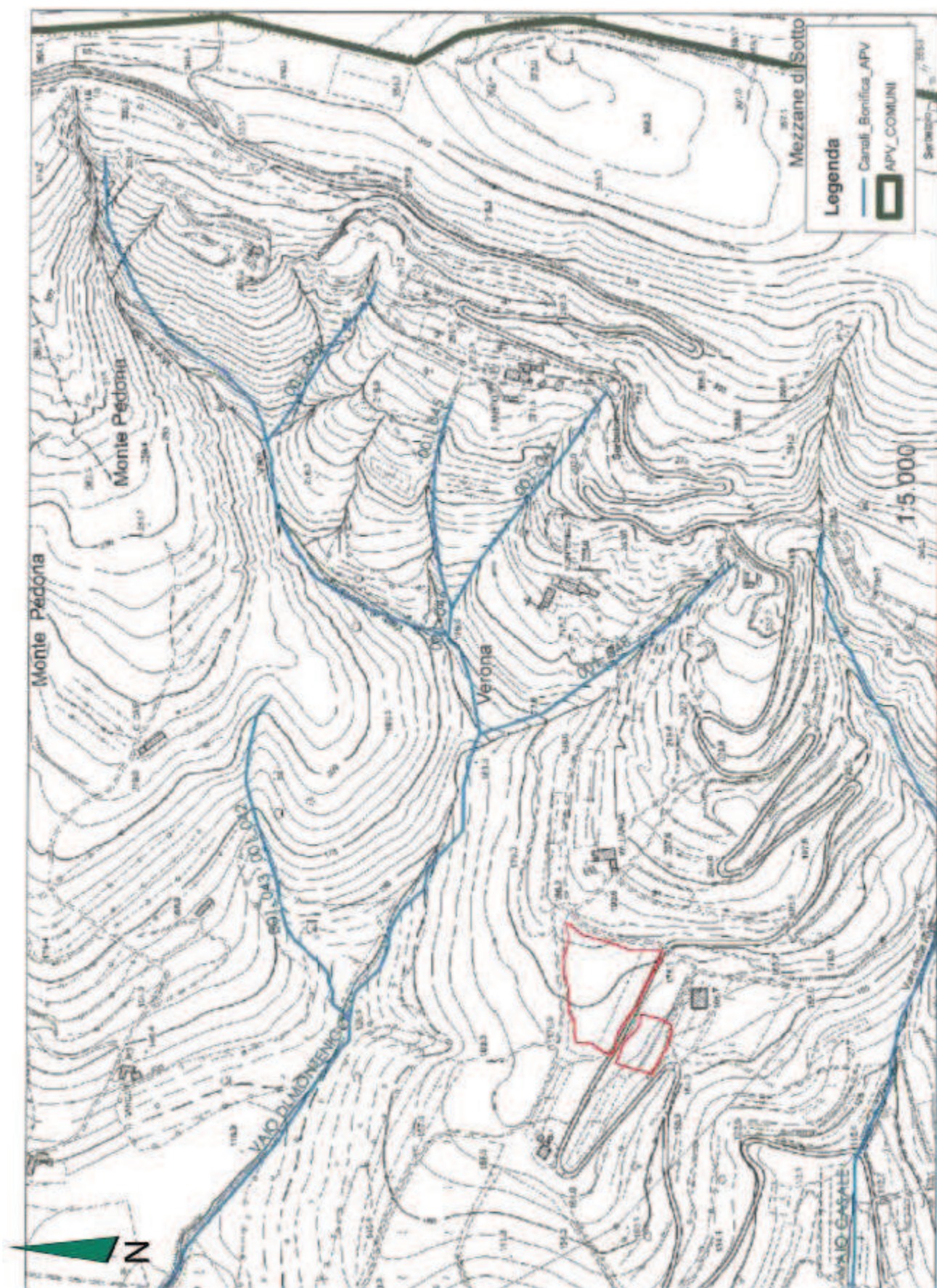
- Limite Consorzio
- Corsi d'acqua principali
- Comuni
- Urbanizzato
- Ubicazione dell'area d'indagine

BACINI IDROGRAFICI

- Adige (in condizioni di magra e di piena)
- Gorzone (in condizioni di magra e di piena)
- Gorzone (in condizioni di magra)
- Area drenante in bacini distinti (in condizioni di piena)
- Bacchiglione (in condizioni di magra)
- Area drenante in bacini distinti (in condizioni di piena)
- Area drenante in bacini distinti (in condizioni di magra e di piena)

Idrografia superficiale locale

(Consorzio Alta Pianura Veneta: Piano Generale di Bonifica e tutela del territorio, luglio 2011)



Limiti dell'area d'indagine



Allegato 2: Inquadramento geologico

(De Zanche, Sorbini, Spagna - "Geologia del territorio del Comune di Verona, 1977)



4 Alluvioni prevalentemente sabbioso-limose, attuali e recenti, dell'Adige modellate nell'alveo würmiano.

3 Materiali prevalentemente argillosi di riempimento delle depressioni carsiche.

4 Alluvioni di fondovalle prevalentemente: limose (l), ghiaiose e ciottolose (l).

5 Depositi colluviali prevalentemente siliceo-argillosi delle vallate laterali che si raccordano con le alluvioni di fondovalle. Depositi colluviali fini delle vallate sospese. Depositi colluviali prevalentemente fini delle (fosse pedecollinari), talora con scheletro detritico grossolano, prevalentemente in funzione della natura litologica del versante.

Accumuli di frane, antiche e recenti, a grossi blocchi (il colore di fondo indica l'unità rocciosa interessata).

Accumuli di antiche frane in massa (il colore di fondo indica l'unità rocciosa interessata). Prevalentemente **PLEISTOCENE**.

Cotri di blocchi eometrici con disposizione caotica, di origine gravitativa, che ammantano i versanti; talora nelle porzioni superficiali i materiali sono più o meno cementati (il colore di fondo indica l'unità rocciosa interessata). Prevalentemente **PLEISTOCENE**.

13 **BIANCONE**. Calcarei e calcari argillosi bianchi e grigiastri, con lenti e lenti di selce per lo più nera, frammenti stratificati, con intercalazioni di marne e di argilli grigie o verdastre. **CRETACEO SUPERIORE p.p. - CRETACEO INFERIORE p.p.** (Cenomaniano - Velentiniano).

14 **ROSSO AMMONITICO**. Calcarei nodulari rossi, rosei o bianchi ad ammoniti. **CRETACEO INFERIORE p.p. - GIURASSICO MEDIO p.p.** (Velentiniano p.p. - Bolognese superiore).

15 **CALCARI GRIGI o di NORIGLIO**. Calcarei compatti e grossi (linee di colore grigio o nocciola chiara); calcari e **Lapilli probatamente GUMB.** **GIURASSICO INFERIORE** (Lias medio p.p. - Lias inferiore).

ubicazione area d'indagine



LEGENDA DEI PROFILI DI COLLINA

DEPOSITI CONTINENTALI QUATERNARI
CALCARENTI BIOCLASTICHE E ARENARIE
MARNE DI PRABONA

CALCARENTI, CALCARI NUMULITICI E MARNE
SCAGLIA ROSSA
BIANCONE

ROSSO AMMONITICO
CALCARI DI NORIGLIO
AREE DI INTENSA DOLOMITIZZAZIONE E RICRISTALLIZZAZIONE

BASALTI
AREE BASALTICHE D'ESPLOSIONE
ROCCHE VULCANOCLASTICHE STRATIFICATE A GRANA FINA

Scala 1:20.000

0 1 Km

RASITE

Allegato 3. posizione delle indagini geognostiche e prove geotecniche

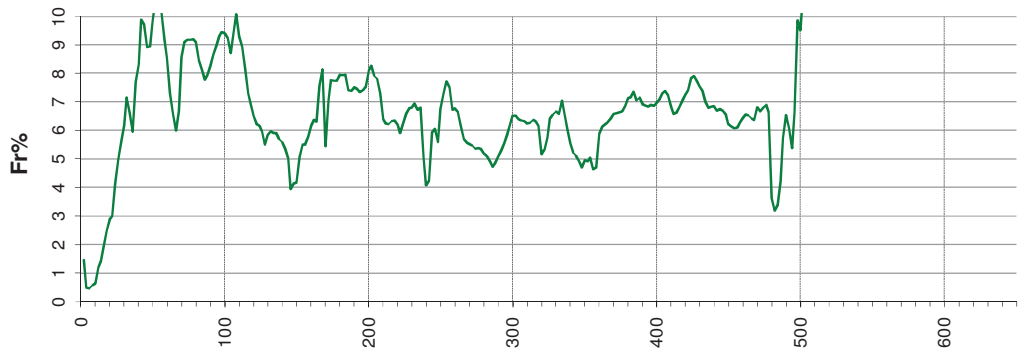
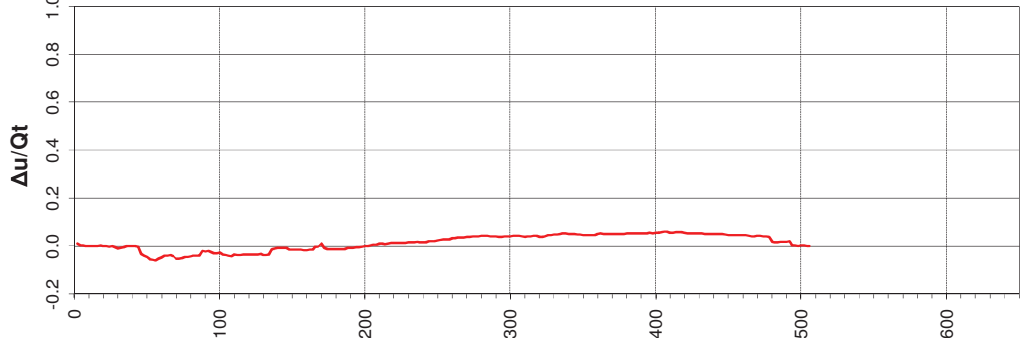
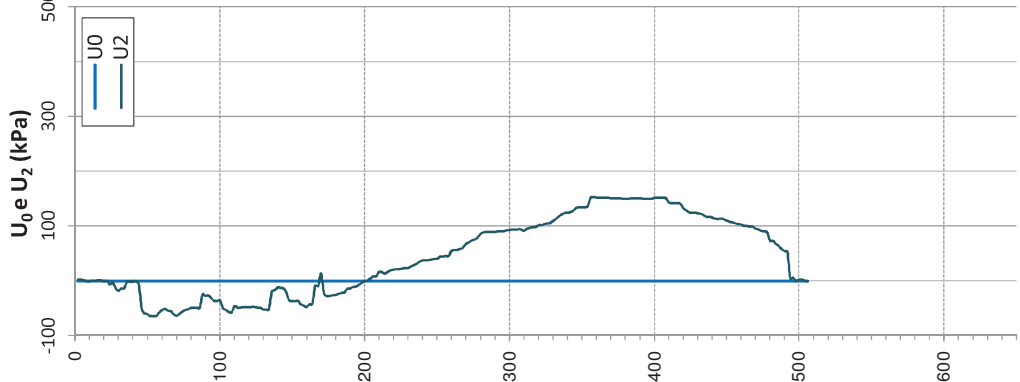
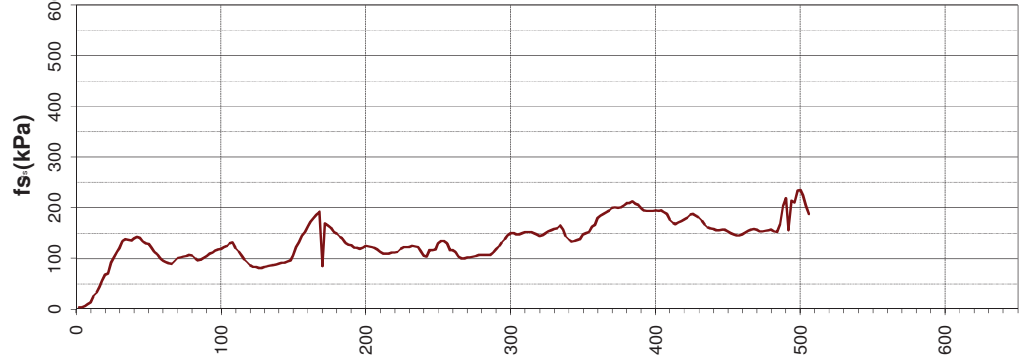
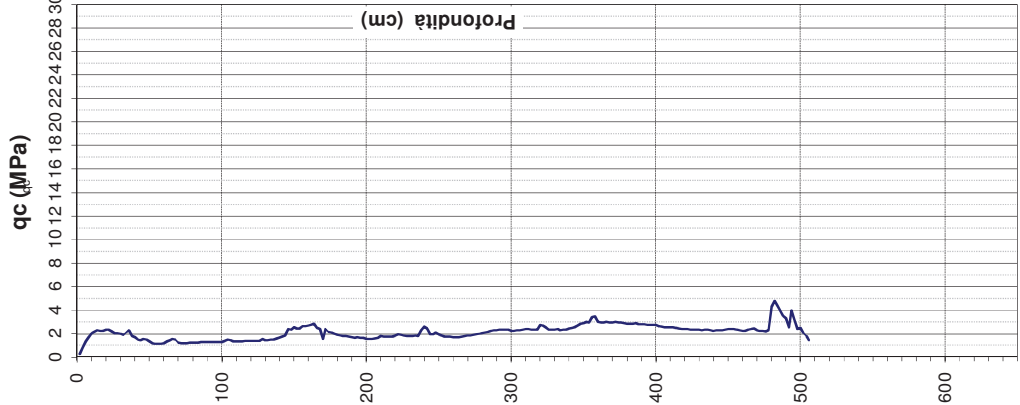


SUCCESSIONE LITOLOGICA E PARAMETRI GEOTECNICI

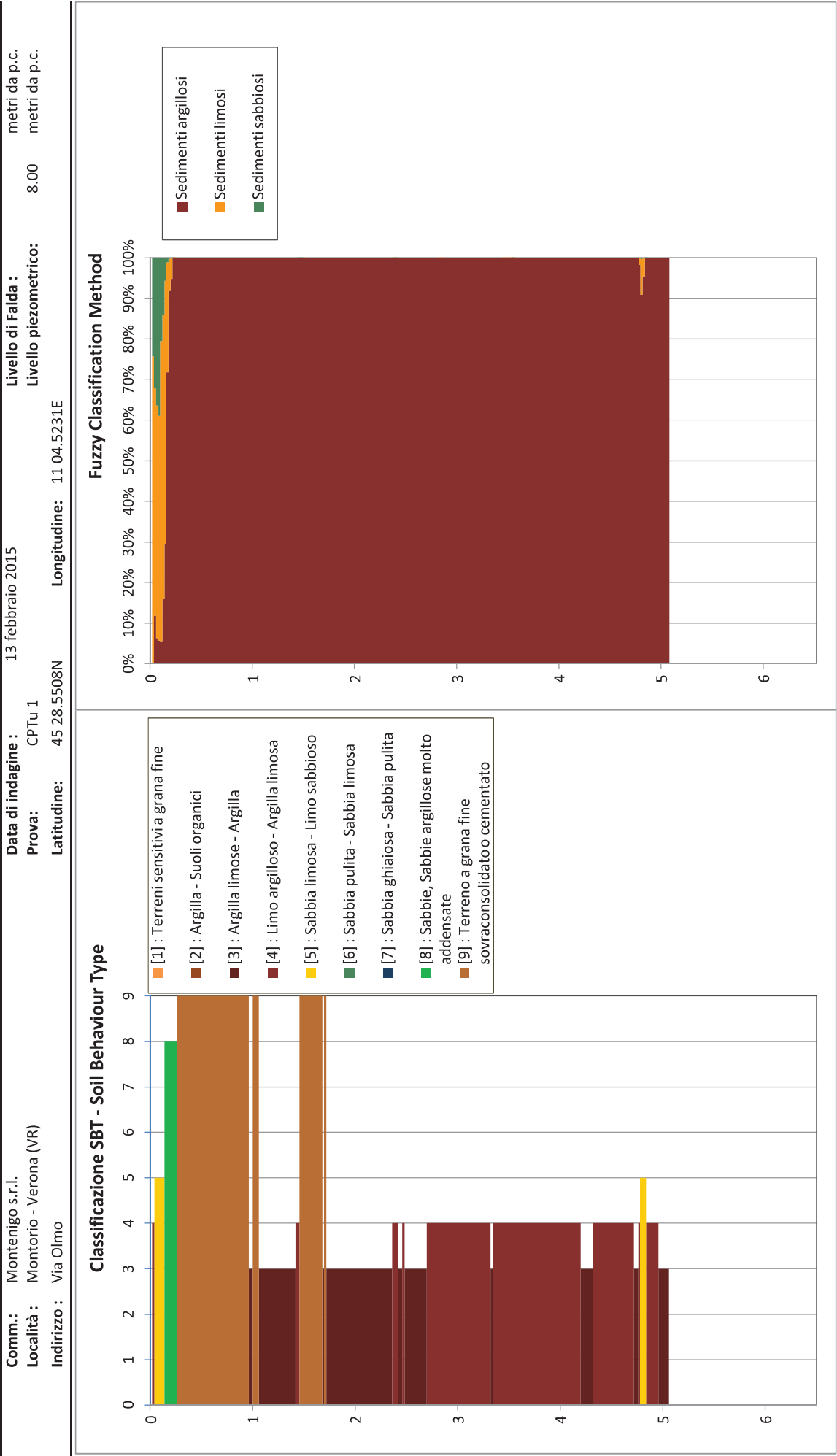
Commissa: Montenigo s.r.l.		Legenda											
Località:	Montorio - Verona (VR)	FC	Contenuto di fine in percentuale		OCR	Grado di sovraconsolidazione							
Prova:	CPTu 1	γt	Peso dell'unità di volume totale		Mo	Modulo edometrico							
Data di indagine:	13 febbraio 2015	su	Coesione non drenata		Ey	Modulo di Young							
Falda:	- m da p.c.	Dr	Densità relativa		c'	Coesione drenata							
Liv. Piezometrico:	- m da p.c.	φ'	Resistenza drenata o di attrito		μ	Coefficiente di Poisson							
Latitudine:	45 28.5508N												
Longitudine:	11 04.5231E												
Robertson (1990)	Quota base strato da p.c.	Resistenza alla punta	Resistenza di attrito laterale	Yi F. (2010)	Robertson & Cabal (2009)	Terzaghi (1943)	Khulawy & Mayne (1990)	Jamiolkowski et al (2001)	Mayne (2009)	Togliani & Robertson (2012)	Lambe & Withman (1983) - Gmax	c'	μ
Litologia	Z (cm)	qc (MPa)	fs (kPa)	FC%	γt (kN/m3)	su (kPa)	φ' (°)	Dr (%)	OCR	Mo (MPa)	Ey (MPa)	(kPa)	
Limo argilloso - Argilla limosa	28	1,97	48,61	65	17,4	62	33	-	55,2	24,8	45,5	14	0,50
Argilla limosa	142	1,39	107,59	96	18,5	68	27	-	17,2	19,3	102,4	32	0,45
Limo argilloso - Argilla limosa	172	2,42	138,95	80	19,0	119	28	-	6,9	33,7	130,8	30	0,48
Argilla limosa	270	1,81	121,69	88	18,7	89	26	-	6,5	25,4	159,1	39	0,44
Limo argilloso - Argilla limosa	506	2,57	164,45	80	19,2	121	27	-	2,7	35,4	184,5	28	0,45

DIAGRAMMI DI RESISTENZA e LITOLOGIA

Comm.:	Montenigo s.r.l.	Data di indagine :	13 febbraio 2015	Livello di Falda :	metri da p.c.
Località :	Montorio - Verona (VR)	Prova:	CPTu 1	Livello piezometrico:	8.00 metri da p.c.
Indirizzo :	Via Olmo	Latitudine:	45 28.5508N	Longitudine:	11 04.5231E



DIAGRAMMI DI CLASSIFICAZIONE LITOLOGICA

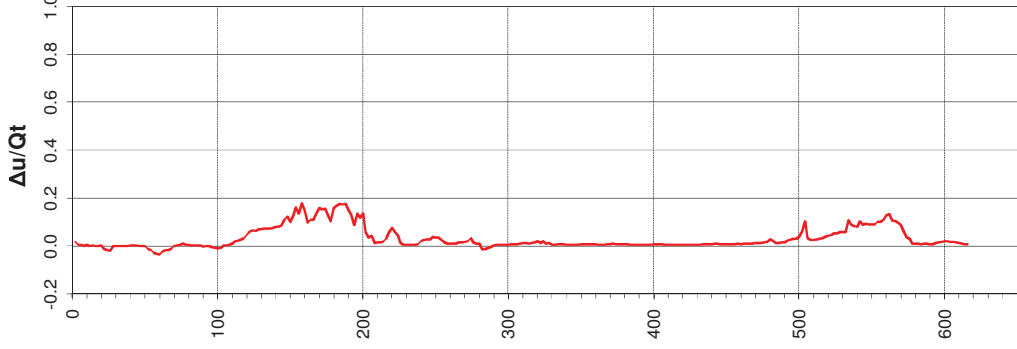
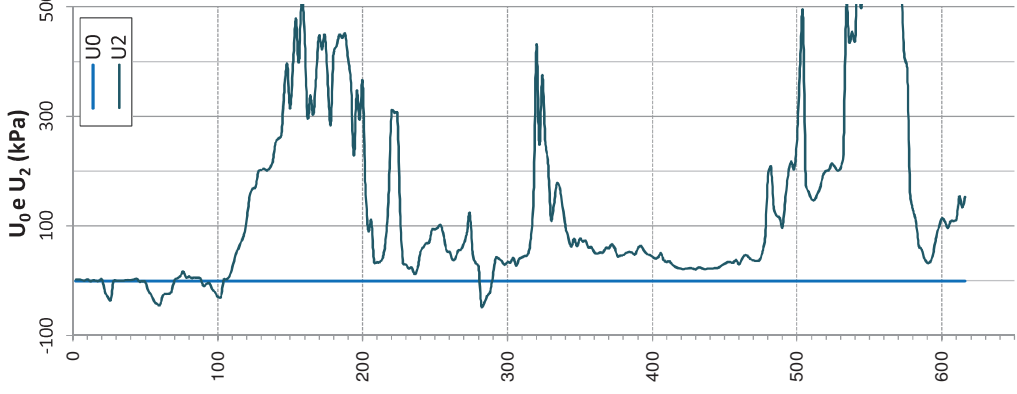
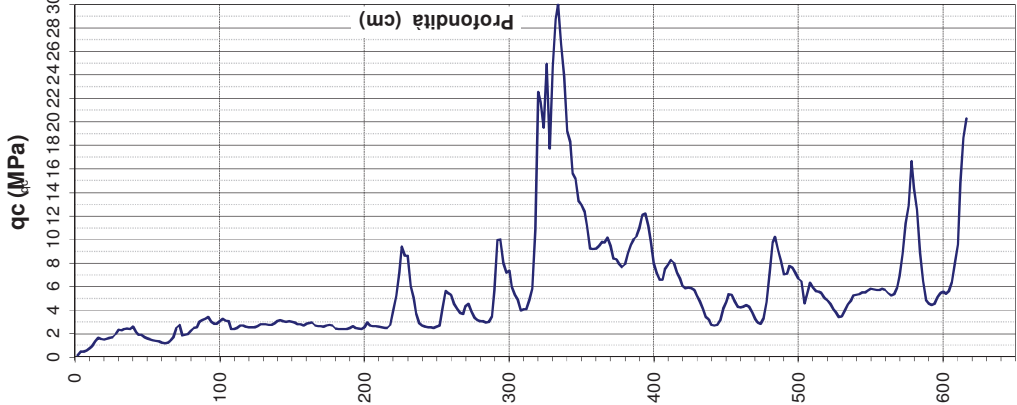


SUCCESSIONE LITOLOGICA E PARAMETRI GEOTECNICI

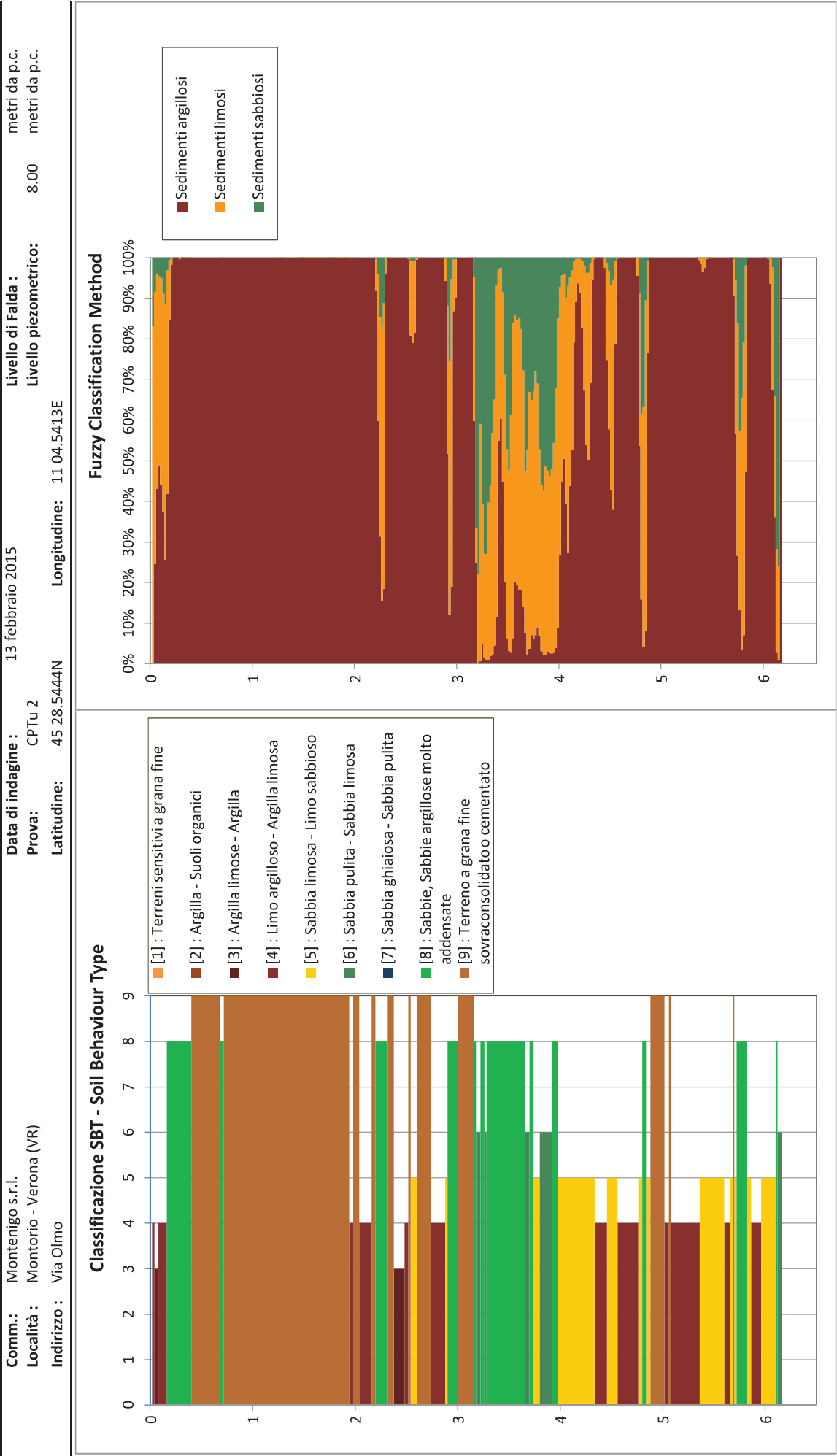
Commissa: Montenigo s.r.l.					Legenda																			
Località: Montorio - Verona (VR)					FC					Contenuto di fine in percentuale					OCR					Grado di sovraconsolidazione				
Prova: CPTu 2					yt					su					Mo					Modulo edometrico				
Data di indagine: 13 febbraio 2015					Dr					Coesione non drenata					Ey					Modulo di Young				
Falda: - m da p.c.					φ'					Densità relativa					c'					Coesione drenata				
Liv. Piezometric					Resistenza drenata o di attrito					μ					Coefficiente di Poisson									
Latitudine: 45 28.5444N																								
Longitudine: 11 04.5413E																								
Robertson (1990)	Quota base strato da p.c.	Resistenza alla punta	Resistenza di attrito laterale	Yi F. (2010)	Robertson & Cabal (2009)	Terzaghi (1943)	Khulawy & Mayne (1990)	Jamiolkowski et al (2001)	Mayne (2009)	Togliani & Robertson (2012)	Lambe & Withman (1983) - Gmax	c'	μ											
Litologia	Z (cm)	qc (MPa)	fs (kPa)	FC%	yt (kN/m3)	su (kPa)	φ' (°)	Dr (%)	OCR	Mo (MPa)	Ey (MPa)	(kPa)												
Limo argilloso - Argilla limosa	42	1,62	56,82	77	17,5	81	30	-	39,4	26,0	50,2	19	0,49											
Argilla limosa	80	1,70	134,77	92	18,8	84	28	-	22,6	23,8	96,9	36	0,47											
Argilla limosa	220	2,75	154,81	75	19,2	141	29	-	7,6	39,8	129,9	29	0,49											
Sabbia limosa	234	7,17	202,01	44	19,8	-	36	58	6,0	28,9	199,3	5	0,45											
Argilla limosa	248	2,78	238,06	85	19,7	138	28	-	8,1	39,2	192,1	55	0,47											
Argilla limosa	288	3,83	205,99	70	19,6	128	30	-	4,2	41,4	178,0	26	0,46											
Limo sabbioso	316	6,22	262,24	56	20,1	-	33	49	4,7	44,4	214,9	21	0,46											
Sabbia limosa	430	12,09	246,75	29	20,1	-	36	62	4,2	55,5	273,4	6	0,45											
Argilla limosa	476	3,86	162,09	64	19,3	118	29	-	2,4	39,8	213,8	24	0,42											
Sabbia limosa	502	7,61	295,85	48	20,2	-	35	49	2,7	31,5	275,4	5	0,38											
Argilla limosa	536	4,78	338,96	70	20,3	220	29	-	2,8	64,5	258,6	40	0,48											
Limo sabbioso	570	5,65	291,41	59	20,2	-	33	40	2,2	33,5	281,6	12	0,35											
Sabbia limosa	584	12,21	297,10	31	20,5	-	36	59	2,9	53,7	350,3	7	0,45											
Limo argilloso - Argilla limosa	606	5,31	318,38	65	20,2	-	31	-	2,1	42,8	282,2	22	0,39											
Sabbia limosa	616	14,28	267,64	25	20,4	-	36	61	2,6	68,1	367,8	6	0,45											

DIAGRAMMI DI RESISTENZA e LITOLOGIA

Comm.:	Montenigo s.r.l.	Data di indagine :	13 febbraio 2015	Livello di Falda :	metri da p.c.
Località :	Montorio - Verona (VR)	Prova:	CPTu 2	Livello piezometrico:	8.00 metri da p.c.
Indirizzo :	Via Olmo	Latitudine:	45 28.5444N	Longitudine:	11 04.5413E



DIAGRAMMI DI CLASSIFICAZIONE LITOLOGICA



ALLEGATO 4

VERIFICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

PERMEABILITA' DEI TERRENI

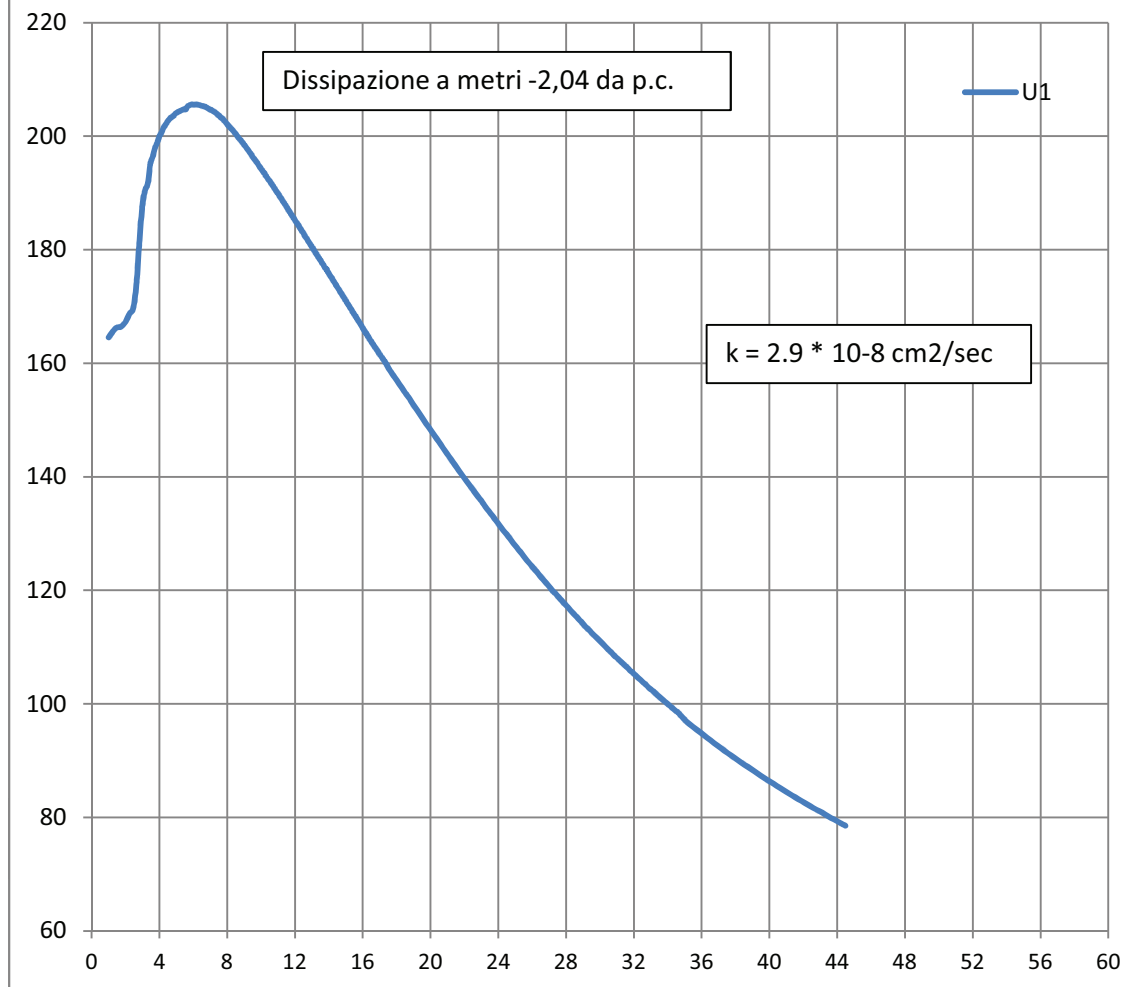
ELABORAZIONE GRAFICA DELLE

PROVE DI DISSIPAZIONE ESEGUITE NEL SONDAGGIO CPTU2

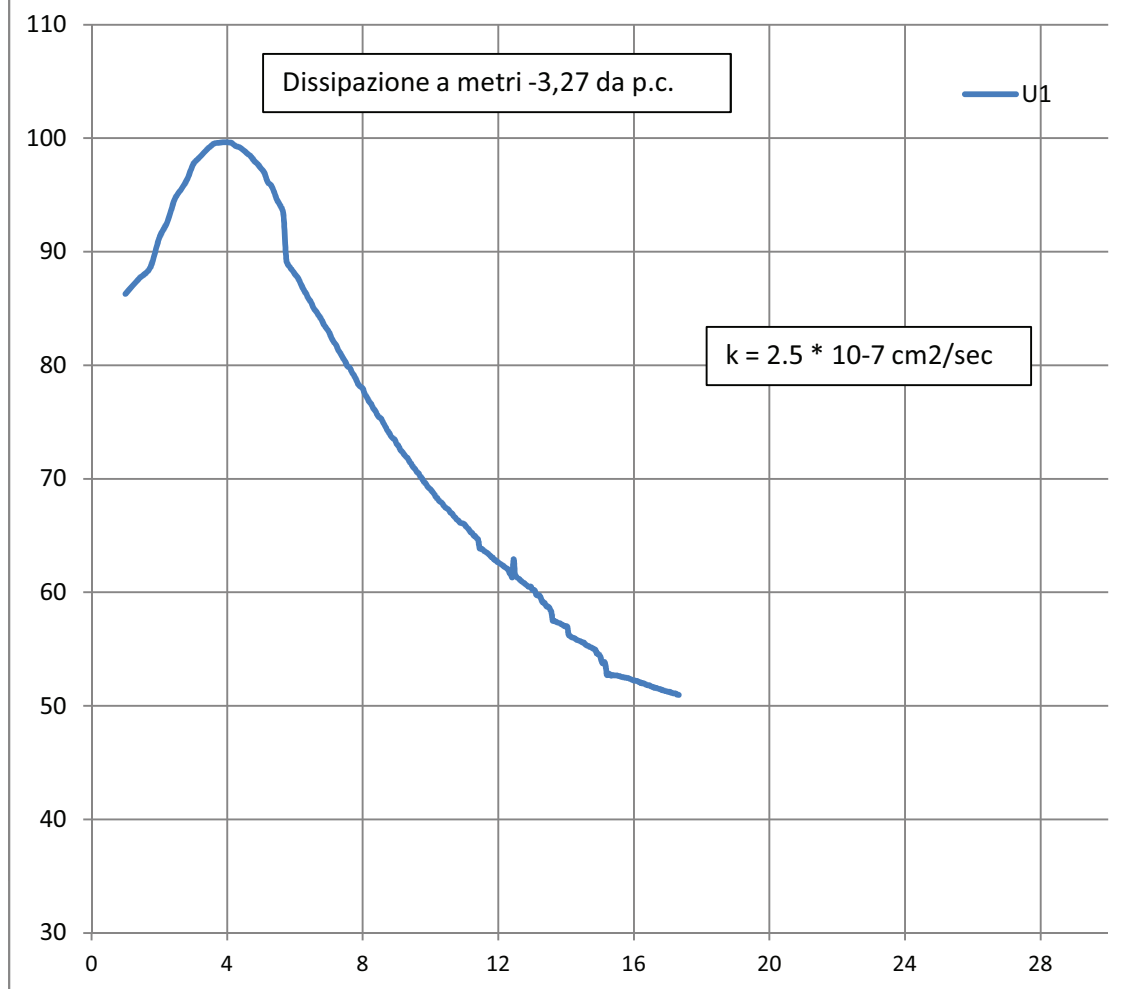
-

RESTITUZIONE DEL VALORE DI PERMEABILITA' ALLE DIVERSE PROFONDITA'

Prova CPTU2

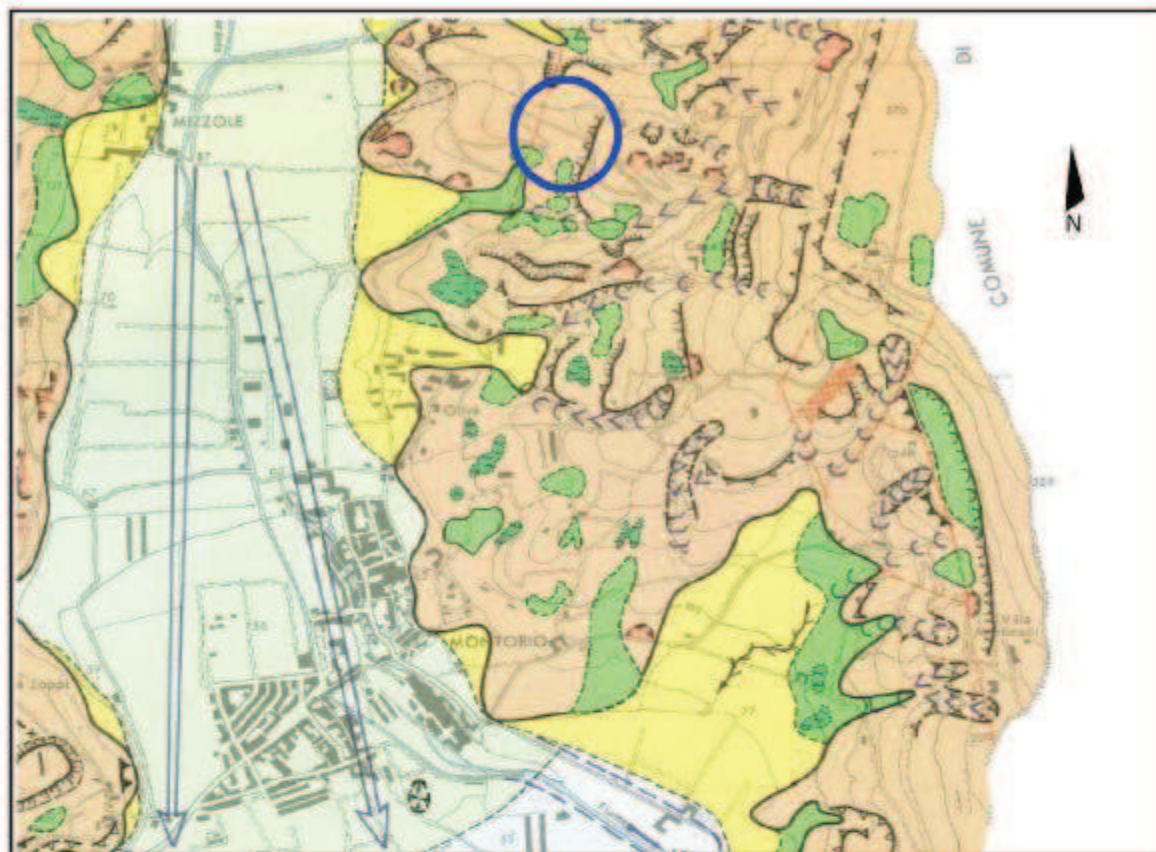


Prova CPTU2



Allegato 5: inquadramento geomorfologico

(De Zanche - Sorbini "geologia del territorio del Comune di Verona")



I	ZONE DI DENUDAZIONE IN ROCCE CALCIREE AFFIORANTI O SUBAFFIORANTI (SPESSORE DELLA COPERTURA DETRITICA O DEL SUOLO < 0,50-1,00 M).	IV	ZONE A COPERTURA DETRITICA SEMPRE DI FORTE SPESSORE FORMANTI LE ALLUVIONI DEI FONDOVALLI TRIBUTARI DIRETTI DEL F. ADIGE E TERRAZZI FLUVIO-GLACIALI.
II	ZONE A COPERTURA DETRITICA ELUVIALE (TERRENI RESIDUALI) O DI ACCUMULO COLLUVIALE (DEPOSITI DI PENDIO); IDELIMITAZIONE A LINEA TRATTEGGIATA PER SPESSORE DELLA COPERTURA FRA 0,50-1,00 M E 3,00-4,00 M; LINEA CONTINUA PER SPESSORI > 3,00-4,00 M.	V	ALLUVIONI TERRAZZATE FLUVIO-GLACIALI E FLUVIALI ANTICHE DEL F. ADIGE (H ₂ , H ₃).
III	ZONE A COPERTURA DI MATERIALI SCIOLTI FORMANTI CONOLI DI DI DEILZIONE, DETRITO DI FALDA E ACCUMULI COLLUVIALI RACCORDATI CON IL FONDOVALLI (SPESSORE > 3,00-4,00 M).	VI	ALLUVIONI RECENTI E ATTUALI DEL F. ADIGE (H ₁ , H ₄).

SIMBOLI GEOMORFOLOGICI

	nicchia di erosione		erosione attica per ruscellamento concentrato
	brusco cambiamento di pendenza dovuto all'erosione		erosione incanalata
	scarpate netto		dolina
	effioramento di strato a forte rilievo morfologico		depressione in materiali granulari (pseudodoline)
	bordo dei terrazzi fluviali		tracce di divergenza fluviale abbandonate
	frana erosione		direzioni di deflusso sotterraneo più o meno certe
	frana erosiva		ai conoidi di dilazione inaltivo bi id., allo sbocco delle valli maggiori
	frana per sconsolidamento in blocco		forme delle sezioni vallive in "V", arrotondate o a fondo piatto
	frana di crollo		

SIMBOLI STRUTTURALI

	direzione e immersione degli strati
	piano di strato coincidente con la superficie topografica
	fratture e pieghe
	zone di intensa fratturazione nelle [sic] di disturbo tettonico
	limite litologico probabile

SIMBOLI MORFOMETRICI

	distinta concavità
	distinta convessità
	concavità e convessità in pianta
	linee di sparsificazione
	posizione area d'indagine

ALLEGATO 6

VALUTAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

STUDIO DELLE PRECIPITAZIONI

ALTEZZE DI PRECIPITAZIONE REGISTRATE DAL PLUVIOGRAFO ARPAV DI GREZZANA

(ELABORAZIONE DATI MARZO 2015)

-

CURVA DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA

Dipartimento Regionale per la
Sicurezza del Territorio
Servizio Centro Meteorologico di Teolo

Tabella dei valori di pioggia estremi

Stazione **Grezzana**
Provincia **VERONA**
Altitudine metri **156**
Coord X **1657307**
Coord Y **5041581**
Inizio attività sensore di pioggia **01/02/1992**
Fine attività sensore di pioggia **ancora attivo**

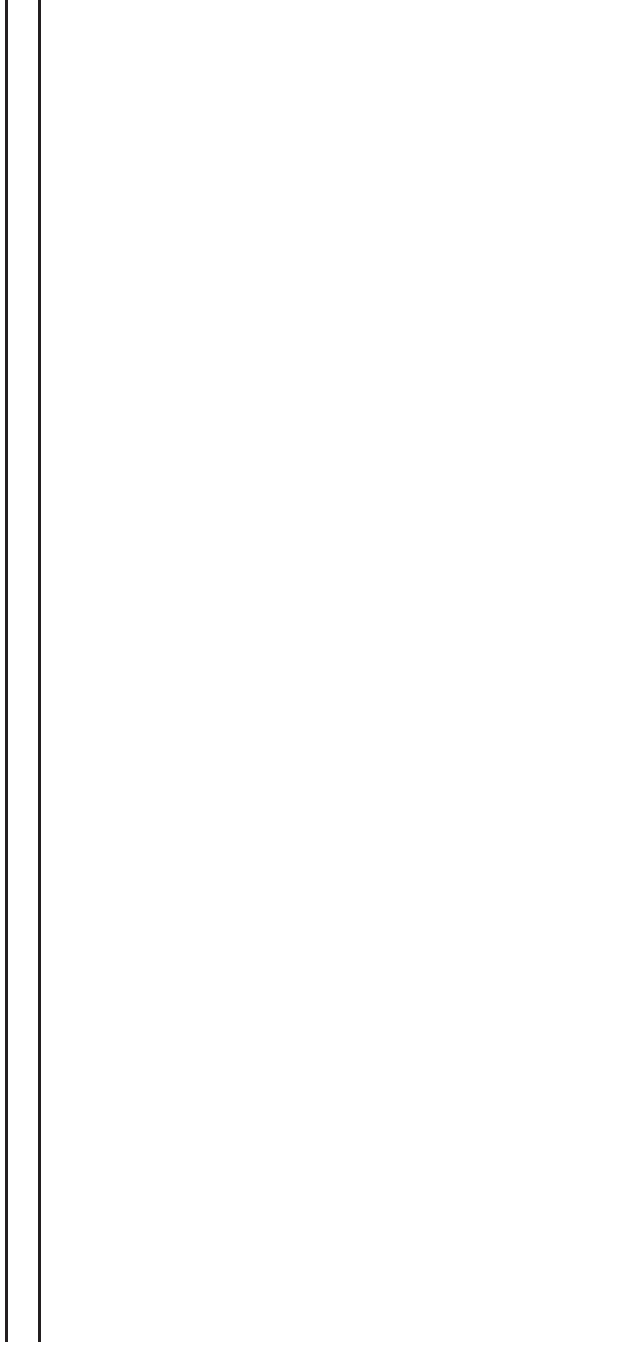
Anno	Pioggia in mm				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
1992	24,4	32,2	39	48,8	48,8
1993	35,4	36,6	36,8	44,6	58,8
1994	23,8	31,6	42,8	55	73,2
1995	36,2	37,2	44,8	51,6	77
1996	35,6	46,4	47,2	57	77,6
1997	30,2	32,4	38,6	38,6	51
1998	25,4	31,4	43,8	43,8	47
1999	34,4	36	48,4	78,8	83,8
2000	44,6	56	56	56,2	57,6
2001	22,6	34,2	38	43,8	60,4
2002	32,8	47,8	53,6	53,6	57
2003	24,4	26,8	41,6	42	42,8
2004	24,4	28,4	29	38,6	51,8
2005	49,2	50	50	50	51,8
2006	31	39,8	51,4	66,2	71,2
2007	36,6	44	45,6	51,4	63,6
2008	50	51,4	51,4	51,4	51,4

2009	32	33	37,6	38,4	38,4
2010	74	80,4	88,4	98,4	112
2011	39,6	76	83,6	83,6	89,6
2012	22,8	31,6	44	64,2	78,4
2013	43,2	49	61,4	61,4	73,6
2014	42,8	47	47,6	70	74,4

Parametri Gumbel elaborati

Parametro	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
NUMERO	23	23	23	23	23
MEDIA	35,45	42,57	48,72	55,97	64,83
DEVSTANDARD	11,87	13,93	13,77	15,33	17,34
ALFA	0,0931	0,0793	0,0803	0,0721	0,0638
MU	29,78	35,92	42,14	48,65	56,55

Tabelle realizzate il 10/03/2015 13:42:30





Servizio Centro Meteorologico di Teolo

Tempi di ritorno con metodo di Gumbel aggregazione 1 ora

Stazione **Grezzana**

Provincia **VERONA**

Altitudine metri **156**

Coord X **1657307**

Coord Y **5041581**

Inizio attività sensore di pioggia **01/02/1992**

Fine attività sensore di pioggia **ancora attivo**

Parametri Gumbel elaborati con aggregazione 1 ora		Percipitazione in base ai tempi di ritorno con aggregazione 1 ora	
		Tempo di ritorno	mm
Numerosità (anni)	23		
Media	35,45	2 anni	33,7
Deviazione standard	11,87	5 anni	45,9
Alfa	0,0931	10 anni	54
Mu	29,78	20 anni	61,7
		25 anni	64,1
		50 anni	71,7

Tabelle realizzate il 10/03/2015 13:49 (solare)

Dipartimento Regionale per la Sicurezza del Territorio Servizio Centro Meteorologico di Teolo

Tempi di ritorno con metodo di Gumbel aggregazione 3 ore

Stazione **Grezzana**

Provincia **VERONA**

Altitudine metri **156**

Coord X **1657307**

Coord Y **5041581**

Inizio attività sensore di pioggia **01/02/1992**

Fine attività sensore di pioggia **ancora attivo**

Parametri Gumbel elaborati con aggregazione 3 ore	Percipitazione in base ai tempi di ritorno con aggregazione 3 ore
--	---

		Tempo di ritorno	mm
Numerosità (anni)	23		
Media	42,57	2 anni	40,5
Deviazione standard	13,93	5 anni	54,8
Alfa	0,0793	10 anni	64,3
Mu	35,92	20 anni	73,4
		25 anni	76,3
		50 anni	85,1

Tabelle realizzate il 10/03/2015 13:49 (solare)

**Dipartimento Regionale per la
Sicurezza del Territorio
Servizio Centro Meteorologico di Teolo**

**Tempi di ritorno con metodo di Gumbel
aggregazione 6 ore**

Stazione **Grezzana**

Provincia **VERONA**

Altitudine metri **156**

Coord X **1657307**

Coord Y **5041581**

Inizio attività sensore di pioggia **01/02/1992**

Fine attività sensore di pioggia **ancora attivo**

Parametri Gumbel elaborati		Percipitazione in base ai tempi di ritorno con aggregazione 6 ore	
con aggregazione 6 ore			
		Tempo di ritorno	mm
Numerosità (anni)	23		
Media	48,72	2 anni	46,7
Deviazione standard	13,77	5 anni	60,8
Alfa	0,0803	10 anni	70,2
Mu	42,14	20 anni	79,1
		25 anni	82
		50 anni	90,7

Tabelle realizzate il 10/03/2015 13:49 (solare)

**Dipartimento Regionale per la
Sicurezza del Territorio
Servizio Centro Meteorologico di Teolo**

**Tempi di ritorno con metodo di Gumbel
aggregazione 12 ore**

Stazione **Grezzana**

Provincia **VERONA**

Altitudine metri **156**
 Coord X **1657307**
 Coord Y **5041581**
 Inizio attività sensore di pioggia **01/02/1992**
 Fine attività sensore di pioggia **ancora attivo**

Parametri Gumbel elaborati con aggregazione 12 ore		Percipitazione in base ai tempi di ritorno con aggregazione 12 ore	
		Tempo di ritorno	mm
Numerosità (anni)	23		
Media	55,97	2 anni	53,7
Deviazione standard	15,33	5 anni	69,5
Alfa	0,0721	10 anni	79,9
Mu	48,65	20 anni	89,8
		25 anni	93
		50 anni	102,8

Tabelle realizzate il 10/03/2015 13:49 (solare)

**Dipartimento Regionale per la
Sicurezza del Territorio**
Servizio Centro Meteorologico di Teolo
**Tempi di ritorno con metodo di Gumbel
aggregazione 24 ore**

Stazione **Grezzana**
 Provincia **VERONA**
 Altitudine metri **156**
 Coord X **1657307**
 Coord Y **5041581**
 Inizio attività sensore di pioggia **01/02/1992**
 Fine attività sensore di pioggia **ancora attivo**

Parametri Gumbel elaborati con aggregazione 24 ore		Percipitazione in base ai tempi di ritorno con aggregazione 24 ore	
		Tempo di ritorno	mm
Numerosità (anni)	23		
Media	64,83	2 anni	62,3
Deviazione standard	17,34	5 anni	80,1
Alfa	0,0638	10 anni	91,8
Mu	56,55	20 anni	103,1
		25 anni	106,7
		50 anni	117,7

Tabelle realizzate il 10/03/2015 13:49 (solare)

**Dipartimento Regionale per la
Sicurezza del Territorio
Servizio Centro Meteorologico di Teolo**

**Curve di possibilità pluviometrica con
aggregazione 1-24h**

Stazione **Grezzana**

Provincia **VERONA**

Altitudine metri **156**

Coord X **1657307**

Coord Y **5041581**

Inizio attività sensore di pioggia **01/02/1992**

Fine attività sensore di pioggia **ancora attivo**

Parametri delle curve di possibilità pluviometriche con aggregazione 1-24h		
Tempo di ritorno	a	n
2 anni	33,257364	0,193924
5 anni	45,405236	0,1734761
10 anni	53,454763	0,1646642
20 anni	61,178987	0,1582416
50 anni	71,18009	0,1518735

Tabella realizzata il 10/03/2015 13:49 (solare)

Stazione pluviografica di Grezzana
Curva di possibilità pluviometrica (Tr=50 anni)

