



WWW.CONSULENZEMARCOMELLI.EU

REGIONE VENETO
PROVINCIA DI VERONA
COMUNE DI VERONA

OGGETTO: CONSULENZA GEOLOGICA RELATIVA ALLE INDAGINI
GEOGNOSTICHE E REALIZZAZIONE DELLE RELAZIONI
GEOLOGICA, GEOTECNICA E SISMICA.

PROGETTO: PIANO URBANISTICO ATTUATIVO
PIANO DEGLI INTERVENTI – SCHEDA A NORMA N. 98 (*).

UBICAZIONE: VIA MARIN FALIERO
C O M U N E D I V E R O N A
PER CONTO DEGLI EREDI SIG. GAETANO CAMPEDELLI



AI SENSI: D.P.R. 328/01; L. 64 DEL 2/2/74; D.M. 11/3/88; O.P.C.M. 3274/03; D.M. 14/01/08 E CIRC. 617 DEL 2/2/09

**INDAGINI GEOGNOSTICHE
RELAZIONE GEOLOGICA
RELAZIONE GEOTECNICA
RELAZIONE SISMICA**

GENT. MI EREDI SIG.

GAETANO CAMPEDELLI

VIA FALIERO MARIN, N.92

37138 VERONA (VR)

T . 0 4 5 5 6 0 1 7 4

E - M A I L

COD. FISC.



Marco Melli

RESPONSABILE:

MARCO MELLI DR.

ISCRITTO ALL'ORDINE

DEI GEOLOGI DELLA

LOMBARDIA COL N. 971

**RESPONSABILE: MELLI DR. MARCO
WWW.CONSULENZEMARCOMELLI.EU**

U F F I C I :

1] VILLAFRANCA DI VERONA (VR) VIA LUIGI FANTONI, N. 15

2] SUZZARA (MN) VIA GUIDO, N. 12

T.M. 3358427595 E-MAIL: MELLI.GEO@TIN.IT

FAX 02700426729 SKYPE: MARCO.MELLI.66

VILLAFRANCA DI VERONA MARZO DUEMILAQUINDICI

(*) NB: QUESTA RELAZIONE NON DOVRÀ RITENERSI VALIDA SE RIFERITA A UN PROGETTO DIVERSO DAL PRESENTE

[Rif. Int. 1505_1444G.odt (MM)] Suzzara - Villafranca di Verona, marzo 2015. Agg. 17/07/15

1 . R I F E R I M E N T I N O R M A T I V I

Il quadro normativo a cui si è fatto riferimento nelle presenti relazioni geologica e geotecnica è rappresentato in primis dalle seguenti norme:

T A B E L L A 1 : R I F E R I M E N T I N O R M A T I V I .

- Ministero delle infrastrutture e dei trasporti - Circolare 11 dicembre 2009: "Entrata in vigore delle norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14/01/08 e relativa Circolare 5 agosto 2009".
- 14 gennaio 2008. Circolare 5 agosto 2009 - Ulteriori considerazioni esplicative.
- Decreto Ministeriale 14.01.2008: Testo Unitario - Norme Tecniche per le Costruzioni.
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici: Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008. Circolare n. 617 del 2 febbraio 2009.
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici: Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale. Allegato al voto n. 36 del 27.07.2007
- Eurocodice 8 (1998): Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture. Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003)
- Eurocodice 7.1 (1997): Progettazione geotecnica – Parte I: Regole Generali . - UNI
- Eurocodice 7.2 (2002): Progettazione geotecnica – Parte II: Progettazione assistita da prove di laboratorio (2002).
- UNI Eurocodice 7.3 (2002) Progettazione geotecnica – Parte II: Progettazione assistita con prove in sito (2002).
- L. 02/02/74, n. 64.
- D.M.11/3/88 (vigente per la Zona sismica 4 con edifici in Classe I e Classe II).
- Presidenza del Consiglio dei Ministri - Ordinanza n. 3274 del 20 marzo 2003. Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica. Modifiche ed integrazioni all'ordinanza del presidente del consiglio dei ministri n. 3274 del 20- 03 - 2003.
- PAI (Del. del Com. Ist. Dell'Aut. Di Bac. fiume Po del 26/04/01 con DPCM 24/05/01).
- Terre e Rocce da scavo D.lgs n. 152/2006, D.lgs n. 4/2008.
- D. G. R. V. 2424 del 8 agosto 2008 e D. G. R. V. n. 794 del 31 marzo 2009.
- Vincolo Idrogeologico R. D. L. 30/12/1923 n. 3267.
- Decreto del Presidente della Repubblica n. 164 del 7 gennaio 1956: "Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro nelle costruzioni" Artt. 12 e 14.
- Art. 33 Costituzione italiana.

2 . R E L A Z I O N E G E O L O G I C A

3 . P R E M E S S A

A seguito dell'incarico del richiedente, sono state redatte le presenti **Relazione Geologica, Relazione Geotecnica, Relazione Sismica, Relazione Geomorfologica e Relazione Idrogeologica** per il progetto di **Piano Urbanistico Attuativo**. L'intervento è presso **Via Marin Faliero**, c.m. nel **Comune di Verona**, ed è censito al Catasto Terreni del Comune di Verona nei seguenti Fogli e Mappali:

TABELLA 2: RIFERIMENTI CATASTALI P.U.A.

N°	Ditte intestate	Foglio	Mappali	Superficie catastale mq.
1		188	15	55
2	Campedelli Gaetano ora Campedelli	188	120	104
3	Tiziana Campedelli Giorgio	188	227	1380
4		188	231	71
5		188	235	769
6		188	159	809
7		188	161	8769
	TOTALE AMBITO PROPRIETÀ PRIVATA			11957
8	Comune di Verona	188	72 parziale	373
9	Comune di Verona	188	96	2
10	Comune di Verona			816
	TOTALE AMBITO			mq 13145

Lo scopo della presente consulenza consiste nell'analisi della fattibilità geologica ai fini della progettazione architettonica, nell'individuazione delle caratteristiche geologiche e del sottosuolo e degli aspetti geomorfologici ed idrogeologici della zona, la verifica della stabilità dei terreni superficiali e profondi, valutazione del rischio sismico, nonché il rischio di esondazione della zona in riferimento al P.A.I., e la verifica della presenza del Vincolo Idrogeologico. In particolare la relazione geologica, seguendo i dettami della vigente normativa e dello stato dell'arte, è finalizzata alla definizione del modello geologico, che è imprescindibile per la redazione del successivo modello geotecnico, facente parte della relazione d'opera geotecnica. **Al momento della definizione dei progetti architettonici, per ciascun intervento edificatorio, come previsto dalla vigente normativa, si tratterà di effettuare uno specifico studio geologico-geotecnico.**

4. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

L'ambito, oggetto della presente richiesta di PUA, è sito nel comune di Verona, località Saval, in Via Marin Faliero. Il dettaglio del progetto di P.U.A. È illustrato negli elaborati grafici del progetto e nella Relazione Tecnica del progettista. In sintesi il progetto prevede la realizzazione di alcune nuove abitazioni residenziali, con strade di collegamento, parcheggi, nuove aree verdi e spazi per attività sportiva e ricreativa.

La definizione dei progetti e quindi delle tipologie costruttive sarà fatta all'atto di presentazione dei singoli progetti architettonici.



FIG. 1: LOCALIZZAZIONE P.U.A. DA P.I.I..



FIG. 2: LOCALIZZAZIONE P.U.A..

- LEGENDA**
- PERIETRO AMBITO mq 11957
 - CLASSE PERICOLATIVA n°1000 (1 e 2A) + 5 (LOTTO 2B)
 - SUL TOTALE ATTRIBUITA mq 358.00
 - SUL TOTALE ATTRIBUITA R. DOTTA DEL 15% mq 515.00
 - U1 = mq 358.00
 - U31 = mq 457.00 (concedo il 20% all'esercizio)
 - U1 = mq 358.00 + (mq 457.00) = mq 450
 - U31 = mq 457.00 - (mq 457.00) = mq 357
 - V8 = 50% BT = 11957 x 50% = mq 5978
 - P1 di U1 = 4mq/10mq SUL = mq 450/10 x 4 = mq 180 (intergr.)
 - P1 di U31 = 3mq/10mq SUL = mq 357/10 x 3 = mq 109
 - P2 di U1 = 1mq/10mq SUL = mq 450/10 = mq 45
 - P2 di U31 = 3mq/10mq SUL = mq 357/10 x 3 = mq 109
 - TOTALE SUPERFICIE DA CEDERE PER P2
 - mq 45 + mq 109 = mq 154
 - SUPERFICIE DI PARCHEGGIO P2 RICAVATA SU STRADA PUBBLICA mq 162.50 - mq 154.62
 - CESSIONE SUPERFICIE VERDE
 - lotto 1 + lotto 2A + mq 215.00
 - mq 2350 + 4290 + 215 = mq 6855 + mq 5978
 - CESSIONE SUPERFICIE STRADE mq 57.00
 - CESSIONE SUPERFICIE MARCIAPIED mq 40.00



FIG. 3: LOCALIZZAZIONE P.U.A. POST OPERA



FIG. 4: ORTOFOTO CON LOCALIZZAZIONE P.U.A.

5. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Dal punto di vista urbanistico l'ambito, oggetto della presente richiesta di PUA, è sito nel comune di Verona, località Saval, in Via Marin Faliero. Il terreno s'inserisce a ridosso di una zona residenziale centrale, dotata di tutte le strutture e infrastrutture primarie e secondarie ed ampiamente servito dai servizi pubblici.

L'area è sottoposta alla Fascia di rispetto per gli impianti di Comunicazione Elettronica (art. 29 PAT), come si può vedere nelle figure seguenti, da riferire ai seguenti articoli delle NTO del Piano degli Interventi:

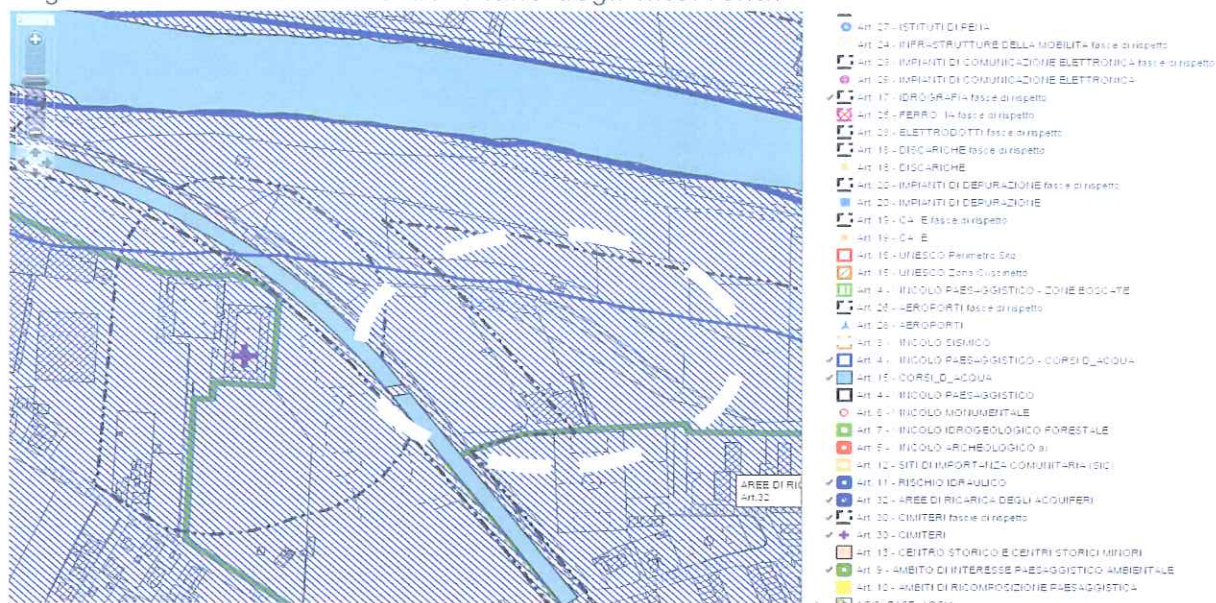


FIG. 5: ESTRATTO PAT_1 "CARTA DEI VINCOLI"- LEGENDA¹
LEGENDA

AREE DI RICARICA DEGLI ACQUIFERI - art. 32



NORME TECNICHE DI ATTUAZIONE

Art. 32 Invarianti di natura idrogeologica ed idraulica, aree a bassa trasformabilità: Fascia di ricarica degli acquiferi, fiume Adige ed altri corsi d'acqua pubblici, risorgive, laghetti, acque pubbliche in genere e vegetazione ripariale;

32.04 Nell'ambito dell'area di ricarica degli acquiferi sono vietate le attività industriali, dell'artigianato e della zootecnia che producono acque reflue non collegate alla rete fognaria pubblica o delle quali non siano previsti nel progetto approvato di rete fognaria, idoneo trattamento e/o comunque uno smaltimento compatibile con le caratteristiche ambientali dell'area. Si applicano in ogni caso le previsioni del Piano Regionale di Tutela delle Acque.

32.05 Nell'ambito dell'area demaniale di sedime del fiume Adige e degli altri corsi d'acqua pubblici, di risorgive, laghetti ed acque pubbliche in genere, sono ammesse esclusivamente opere idrauliche, ed in ogni caso a salvaguardia e valorizzazione della risorsa idrica e dell'ecosistema.

32.06 Qualora approvati dall'autorità competente, sulla risorsa idrica sono ammesse opere destinate al disinquinamento, alla valorizzazione e fruizione naturalistico ambientale ed impianti per la produzione di energie rinnovabili.

32.07 Gli interventi e le opere ammesse nella aree di cui ai precedenti commi 32.04 e 32.05 dovranno, di norma, essere

¹ <http://mapserver4.comune.verona.it/siti/MG/igis.aspx> (Vincoli)

progettati e realizzati con tecniche di ingegneria naturalistica.

32.08 E' prescritta la conservazione e valorizzazione della vegetazione ripariale, salve le sistemazioni connesse ad esigenze di polizia idraulica e stradale.

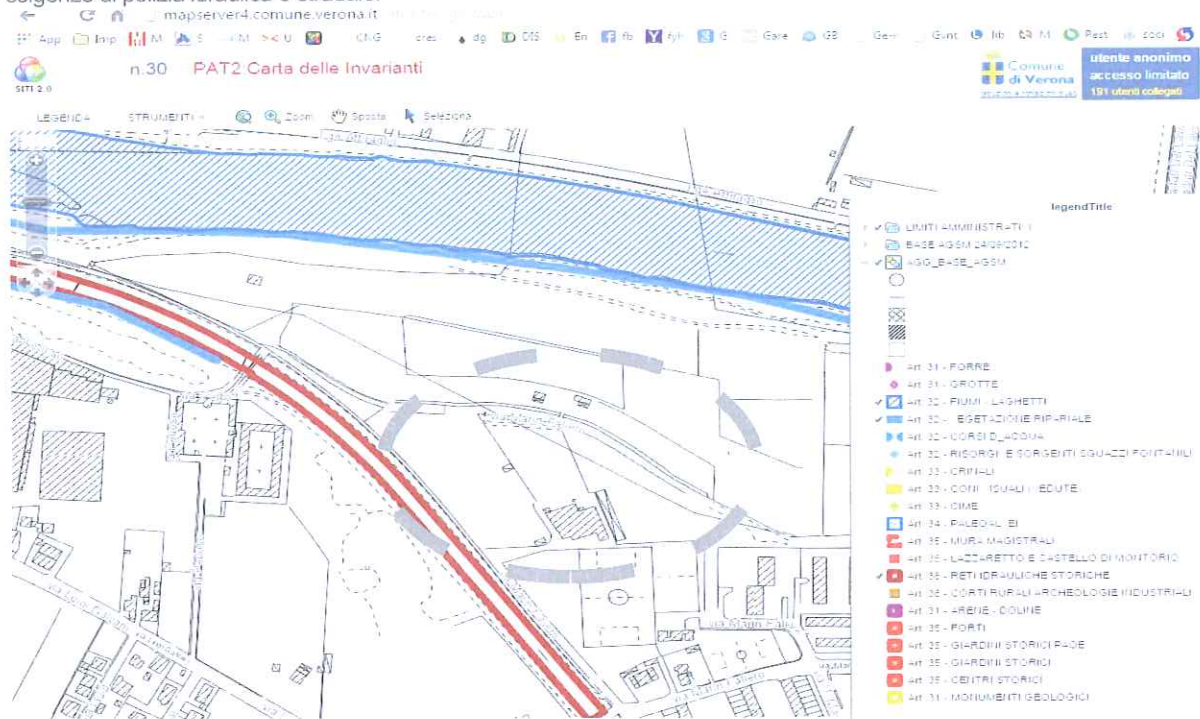


FIG. 6: ESTRATTO PAT_2 "CARTA DELLE INVARIANTI"²

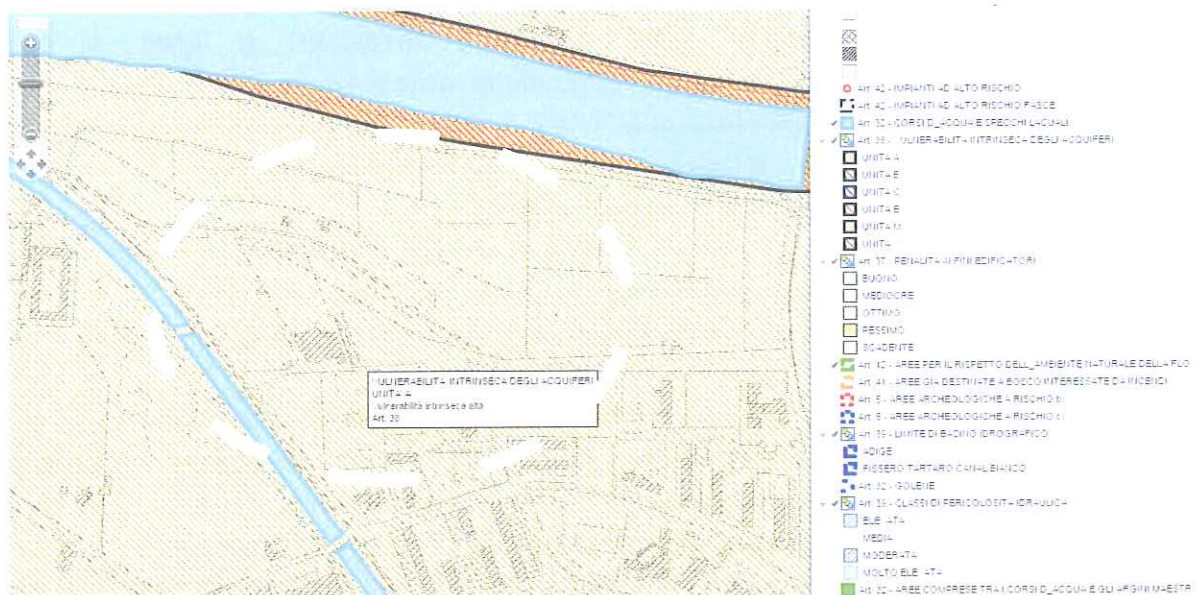


FIG. 7: ESTRATTO PAT_2 "CARTA DELLE FRAGILITÀ"- LEGENDA³

² <http://mapserver4.comune.verona.it/siti/MG/igis.aspx> (Invarianti)

³ <http://mapserver4.comune.verona.it/siti/MG/igis.aspx> (Fragilità)

PENALITA' AI FINI EDIFICATORI - art. 37

>	TERRENO OTTIMO	
	TERRENO BUONO	
	TERRENO MEDIOCRE	
	TERRENO SCADENTE	
	TERRENO PESSIMO	

VULNERABILITA' INTRINSECA DEGLI ACQUIFERI - art. 38

	UNITA' E	
>	UNITA' A	
	UNITA' M	
	UNITA' B	
	UNITA' C	

NORME TECNICHE DI ATTUAZIONE**37. Penalità ai fini edificatori, aree a bassa trasformabilità geologica.**

37.2 Il P.I., tenuto conto delle previsioni del P.A.T. ed in relazione alla classificazione sismica del comune, provvederà a disciplinare la localizzazione e la progettazione degli interventi edificatori sulla base della classificazione di cui al successivo comma, ed in conformità alle Norme tecniche emanate con il D.M. 11/3/1988, ed all'art. 100 delle N.T.A. del P.A.Q.E. 37.03 Sulla base degli studi effettuati e della classificazione proposta, sono individuate cinque tipologie di tutela, a cui corrispondono le limitazioni all'attività edificatoria che seguono:

37.3 a) TERRENO OTTIMO: non c'è alcun limite all'edificabilità;

38. Vulnerabilità intrinseca degli acquiferi, invarianti o aree a bassa trasformabilità geoambientali 38.07 Vulnerabilità intrinseca elevata--> 38.08 Unità A

- Aree caratterizzate dalla presenza di alluvioni fluviali e fluvioglaciali a composizione prevalentemente ghiaiosa e sabbiosa, ad elevata permeabilità primaria.
- Strati di alterazione superficiale di scarsa potenza.
- Morfologia pianeggiante, con cigli e scarpate di terrazzi alluvionali, alvei e paleoalvei.
- Dinamica geomorfologica prevalente: fluviale e fluvioglaciale.
- Presenza di falda libera a profondità maggiore di 10 metri dal piano campagna.

PRESCRIZIONI E VINCOLI

In attesa dell'approvazione del P.I. gli interventi di tipo urbanistico ed edilizio e le opere di miglioramento fondiario, anche di tipo agronomico, in grado di incidere sull'oggetto di tutela di cui al presente articolo, dovranno essere compatibili con il grado di vulnerabilità intrinseca degli acquiferi indicato nelle direttive che precedono.

38.20 I progetti di PUA e gli interventi edilizi di cui alle lett. d), e) ed f), comma 1, art. 3 del D.P.R. 380/2001 potranno essere autorizzati e/o assentiti a condizione che rispettino le previsioni del Piano Regionale di Tutela delle Acque, adottato con D.G.R. 29 dicembre 2004, n° 4453. A tal fine, nella relazione geologica allegata al progetto, dovrà essere:

- a) dato esplicitamente atto del rispetto delle presenti direttive e prescrizioni;

- b) precisate le opere incidenti sulla vulnerabilità degli acquiferi;
c) illustrate, anche progettualmente, le misure di tutela, salvaguardia e mitigazione proposte.

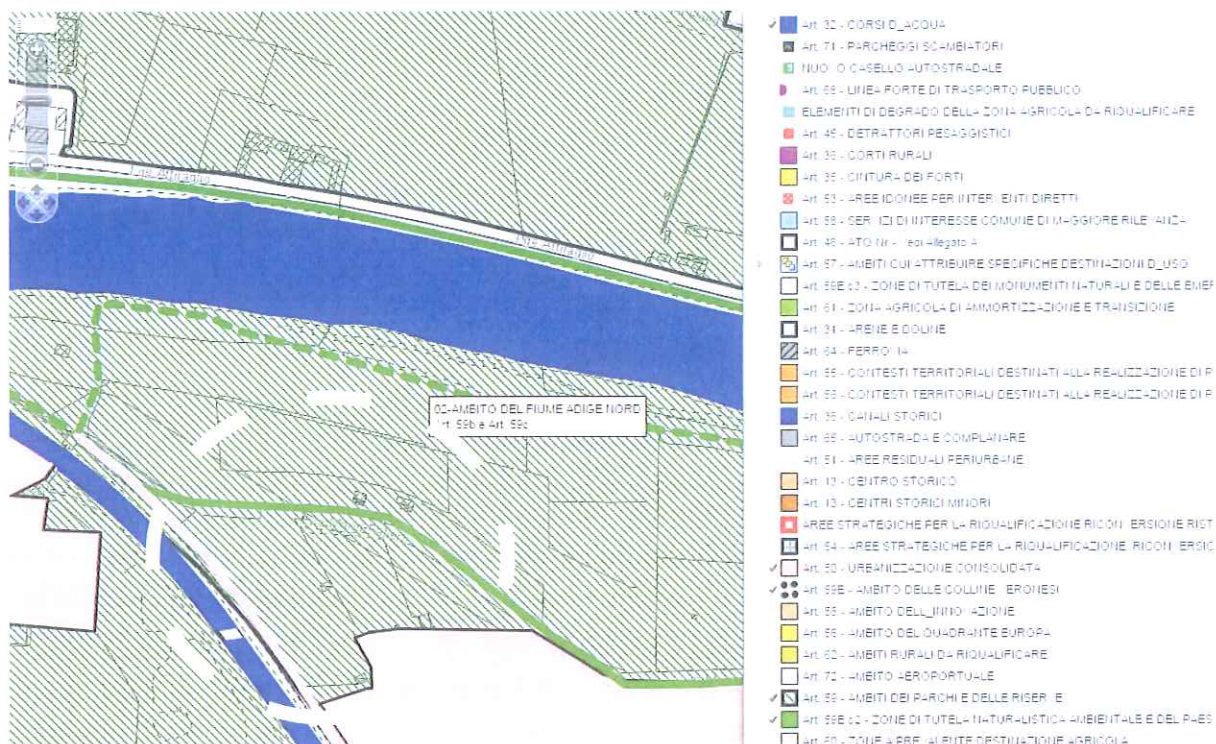


FIG. 8: ESTRATTO PAT_2 "CARTA DELLE TRASFORMABILITÀ"-

I tematismi presenti nell'area d'intervento sono stati indicati con singole frecce e/o flaggature nei riquadri, nelle parti della Legenda. Si segnala la Vulnerabilità idrogeologica intrinseca elevata.

LA ZONA appartiene alla porzione della Valle dell'Adige che attraversa l'alta pianura veronese. L'area è posta su una superficie pianeggiante, a ridosso dell'attuale piana di divagazione del Fiume Adige. Le quote assolute si aggirano sui 67 [m] s.l.m.

NEL COMPLESSO le condizioni geomorfologiche sono valutabili come stabili. Il sottosuolo non è stato oggetto di rilevanti asportazioni di materiale terroso. NON SI RILEVANO emergenze geomorfologiche che possano interferire con il progetto in oggetto.

6. INDAGINI GEOGNOSTICHE OPERATE

La fase di analisi geologica del sottosuolo, oltre che su precedenti indagini geologiche fatte nelle vicinanze, si è basata sul rilievo geologico di campagna e sull'esecuzione di indagini geognostiche di tipo diretto, secondo il seguente calendario:

- 1] In data 04/02/15 è stato svolto il rilievo geologico di campagna dell'area di progetto.
- 2] Il 04/02/15 sono state effettuate le indagini sismiche sul microtremore sismico mediante stazione singola Tromino.
- 3] Il 04/02/15 sono state effettuate le prove geognostiche consistenti in indagini geologiche di tipo diretto con Penetrometrie dinamiche del tipo DPM.

4] In passato è stato fatto uno scavo geognostico con mezzo meccanico nelle vicinanze. Le prove penetrometriche dinamiche permettono di ricostruire la stratigrafia dei terreni interessati dall'intervento e di individuare i parametri geotecnici ed idrogeologici per la corretta impostazione progettuale. Il penetrometro utilizzato è di tipo dinamico "Medio". I dati tecnici strumentali del penetrometro sono: Penetrometro dinamico DPM 30 – 20.

T A B E L L A 3 : D A T I T E C N I C I D P M 3 0 – 2 0

Peso del Maglio	kg	30
Altezza di caduta	m	0,20 - 0,50
Passo di lettura	m	0,1
Diametro	m	0,0356
Cono: Angolo	gradi	90
Area	cm ²	10
Aste: Peso	kg/m	1,95
Lunghezza	m	1

La prova consiste nel contare i colpi necessari per la penetrazione nel terreno della punta ogni 10 centimetri, secondo quanto previsto dalle procedure standard. Lo svolgimento di parte delle indagini geognostiche è disponibile sui web site: <http://youtu.be/OpLyL575pEs>
<http://youtu.be/rBhAgGBYuJI> <http://youtu.be/k9r6JS6ZC04> http://youtu.be/gUi6fL_2YOI

7. NOTE ILLUSTRATIVE SUL PENETROMETRO DINAMICO

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi "d") misurando il numero di colpi "N" necessari per raggiungere una data profondità. Le Prove Penetrometriche Dinamiche sono molto diffuse ed utilizzate, nel nostro territorio, da geologi e geotecnici, data la loro semplicità esecutiva, economicità e rapidità di esecuzione. La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consentono di "catalogare e parametrizzare" il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica. La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno. L'utilizzo dei dati, ricavati da correlazioni indirette e facendo riferimento a vari autori, deve comunque essere trattato con le opportune cautele e, possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona. Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti: 1] peso massa battente M. 2] altezza libera caduta H. 3] punta conica: diametro base cono D, area base A (angolo di apertura). 4]-avanzamento (penetrazione) "d". 5] presenza o meno del rivestimento esterno (fanghi bentonitici). Dato il tipo di indagine, anche la scelta sulla caratterizzazione della natura prevalente dei terreni investigati (incoerente, coesiva, coesiva /incoerente - terreno dotato di comportamento intermedio e non inquadrabile in maniera certa), in genere, viene fatta di concerto con il professionista incaricato dal committente e/o con la D.L. nel rispetto delle competenze. Con riferimento alla classificazione ISSMFE (1988) dei diversi tipi di penetrometri dinamici (vedi

tabella più sotto riportata) si rileva una prima suddivisione in quattro classi (in base al peso M della massa battente): tipo Leggero (DPL) - tipo Medio (DPM) - tipo Pesante (DPH) - tipo Superpesante (DPSH).

FIG. 9: PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPM



FIG. 10: INDAGINE SISMICA PASSIVA CON TROMINO



TABELLA 4: CLASSIFICAZIONE ISSMFE DEI PENETROMETRI DINAMICI:

Tipo	Sigla di riferimento	Peso della massa M [kg]	Prof.max indagine battente [m]
Leggero	DPL (Light)	$M < 10$	8
Medio < >	DPM (Medium)	$10 < M < 40$	20-25
Pesante	DPH (Heavy)	$40 < M < 60$	25
Super pesante	DPSH	$M > 60$	25

Come riportato sopra il penetrometro utilizzato in questa consulenza è il DPM.

8. RISULTATI DELLE INDAGINI: MODELLO GEOLOGICO DEL SOTTOSUOLO

9. STRATIGRAFIA - CATEGORIE DEL SUOLO DI FONDAZIONE DEL SITO

La stratigrafia naturale, presente fino a circa 20 [m] di profondità, è costituita dalla sovrapposizione ed alternanza di diversi litotipi; può essere così descritta:

TAB. 5: MODELLO GEOLOGICO DEL PRIMO SOTTOSUOLO.

Litotipo 1: [L1] Strato superficiale; Suolo con sabbia e ghiaia e sostanza organica, con colorazione marrone scuro, lo spessore è compreso tra 0,4 [m] e 0,8 [m] di profondità, si tratta di sedimenti pedogenizzati con ghiaia. Si tratta di un suolo poco addensato e tendenzialmente semi-rigido essendo composto da terra incoerente. Il suolo è di origine alluvionali di alterazione superficiale, caratterizzati dalla decarbonatazione e da processi di humificazione. Tale suolo appare idoneo come terreno ad uso agricolo, specialmente per uso ortoflorovivaistico, d'altro canto esso presenta caratteristiche geotecniche modeste.

Litotipo 2: [L2] Strato sottostante ai litotipi "L1", strato con ghiaie e sabbie mediamente addensate. Sono depositi continentali di tipo alluvionale fluvio-glaciale, caratterizzati da parametri geotecnici discreti. Le ghiaie sono di composizione calcarea, a granulometria eterogranulare e arrotondate è ben addensata. In questo strato è possibile riscontrare la presenza di locali livelli con prevalenza di limo sabbioso a forma di "lenti" con sviluppo orizzontale dell'ordine del metro. Nel complesso si tratta di materiali incoerenti a comportamento di tipo prevalentemente "rigido", ovvero non plastico, comunque di tipo mediamente

addensato. In riferimento alla Classificazione USCS si tratta di terreni classificabili come GP-GW. È utile suggerire che le fondazioni andranno poste con base nel litotipo 2. In riferimento alla **classificazione sismica la categoria di appartenenza è a partire dalla C "Depositi di ghiaia e sabbia mediamente addensate"** caratterizzati da valori di V_{s30} , riferibile alla zona e non al singolo sito, è compresa tra 180 e 360 [m/s] (con N_{spt} compresa tra 15 e 50 colpi). Lo spessore del litotipo "L2" è compreso tra 15 [m] e 20 [m] di profondità.

La falda acquifera non è stata intercettata durante le indagini svolte nelle vicinanze, si ritiene sia posta a profondità maggiore di 3 [m]. L'acquifero è permeabile per porosità.

Tale stratigrafia può essere assunta come indicativa del sottosuolo naturale (indisturbato) dell'area ove si realizzerà il progetto in oggetto.

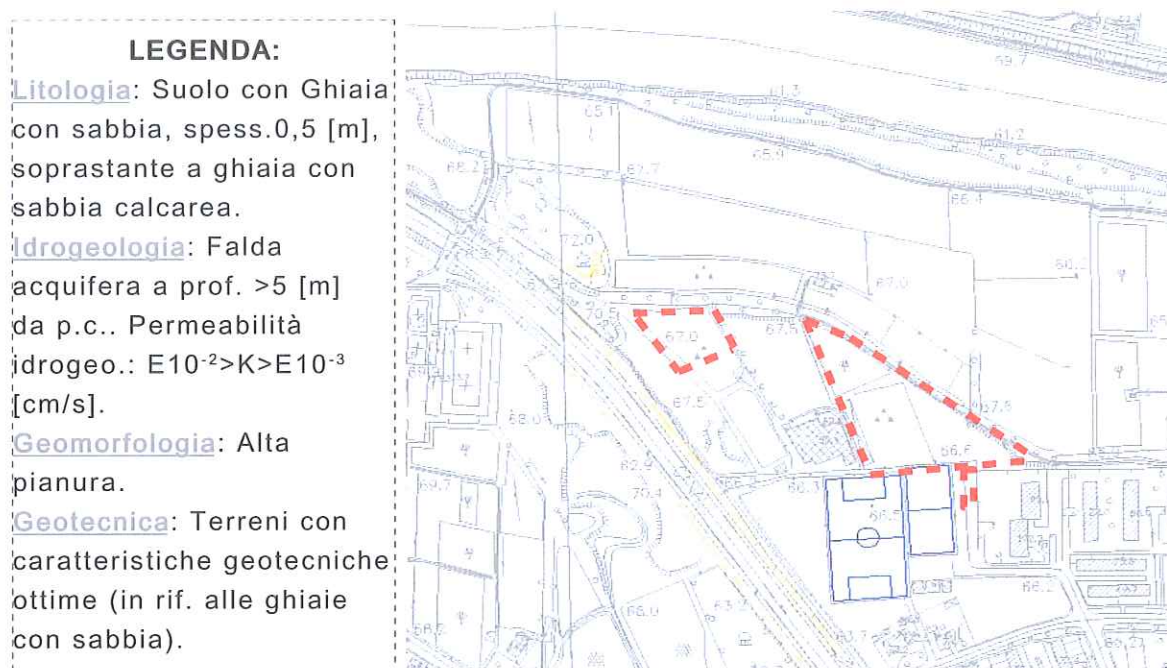


FIG. 11: CARTA GEOLOGICA

10. GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA E IDROGEOLOGIA DEL SITO

L'area presa in considerazione è pianeggiante, con quote assolute comprese tra 82 e 67 m s.l.m.; è stabile pur con moderato rischio di alluvionamento.

Nel complesso l'area si presenta con depositi superficiali disomogenei, in superficie i terreni sono prevalentemente sabbio ghiaiosi, al di sotto si ritrovano ghiaie sabbiose. Tale disomogeneità è da mettere in correlazione con la dinamica erosiva-deposizionale del principale agente di modellazione geomorfologica del sito: ovvero i torrenti fluvio-glaciali.

Tali depositi alluvionali sono contraddistinti da elevata permeabilità; ciò facilita l'infiltrazione di acqua nel terreno, influenzando in tal modo il reticolo idrografico superficiale. Nel territorio sono distribuiti frequenti canali artificiali, gestiti dal

Consorzio di bonifica competente. La falda acquifera è di tipo freatico, si ritiene che la falda si attesti alla profondità compresa tra -5 e -7 [m] a partire dal piano campagna presente.

Tale livello è fluttuante in senso verticale e risente del regime delle precipitazioni e dell'irrigazione agricola. L'acquifero è permeabile per porosità ed ha un drenaggio superficiale rapido. La direzione di deflusso superficiale della falda acquifera è da N-NW a S-SE.

Dalle ricerche bibliografiche condotte la zona si delinea non soggetta a fenomeni di subsidenza particolarmente penalizzanti.

L'idrografia superficiale è caratterizzata dal Fiume Adige che si trova a pochi metri di distanza.

L'acquifero presenta le seguenti caratteristiche:

- Avente una permeabilità legata alla porosità;
- La presenza di terreni generalmente permeabili con $1 \times 10^{-2} \geq k \geq 1 \times 10^{-3}$ [cm/s] fino alla profondità di 10 [m] al di sotto dell'attuale piano campagna.

La presenza di un consistente strato di ghiaia nei primi 10 [m] consente di valutare la vulnerabilità dell'acquifero come elevata.

11. PERICOLOSITÀ GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA E FATTIBILITÀ DEL SITO

Dal punto di vista della Pericolosità e della Fattibilità geologica, in base a quanto indicato nei vigenti studi geologici a scala comunale e sovracomunale, l'area può essere considerata idonea a condizione che per ciascun progetto edificatorio siano rispettate le norme vigenti in materia.

In riferimento alla geomorfologia, nell'intorno non sono presenti fattori di pericolosità quali versanti instabili.

Dal punto di vista tettonico nell'area di intervento non sono evidenti faglie tettoniche. La vulnerabilità intrinseca degli acquiferi viene definita come elevata: si dovrà comunque evitare di sversare sul suolo sostanze nocive in quanto andrebbero ad inquinare direttamente, e rapidamente, la falda acquifera.

12. PARAMETRI GEOTECNICI NATURALI

Nel corso dei lavori di scavo effettuati recentemente nelle vicinanze, in considerazione del tipo terreno naturale riscontrato, si è potuto dare un'indicativa valutazione delle caratteristiche meccaniche del sottosuolo, misurando con l'inclinometro l'inclinazione dei cumuli di detrito, costituiti dal materiale estratto nelle fasi di scavo e realizzati in modo opportuno.

Infatti, dal momento che per tali tipologie di terreno la coesione è pressoché pari a zero, un pendio risulta stabile solo se la sua inclinazione è uguale o inferiore all'inclinazione naturale del materiale che lo costituisce. In altre parole l'angolo corrispondente a tale inclinazione è in relazione all'angolo d'attrito interno.

I cumuli si dispongono secondo il proprio angolo di inclinazione naturale, che

corrisponde all'angolo di attrito interno: questo valore corrisponde in realtà a quello minimo tra i possibili valori dell'angolo di attrito. In base alle misure effettuate, secondo direzioni tra loro ortogonali, si può notare che la frequenza massima di valori, per il litotipo L2, si ha per $\phi = 36^\circ$. Ad integrazione ed al fine di una maggiore precisione, si è adottato il cosiddetto metodo osservazionale proposto da Sanglerat. Questo consente una stima del valore dell'angolo d'attrito $-\phi-$, anche sulla base di alcuni aspetti quali:

- * il grado di addensamento;
- * la forma e la rugosità dei grani;
- * la dimensione dei grani;
- * la granulometria;

e precisamente : $\phi = 36^\circ + \phi_1 + \phi_2 + \phi_3 + \phi_4$ dove:

TABELLA 6: VALORI DELL'ANGOLO DI ATTRITO INTERNO DI MATERIALI GHIAIOSO-SABBIOSI (L2):

Compattezza	ϕ_1	molle	-6°
		media	$\rightarrow 0$
		serrata	$+ 6^\circ$
Forma e rugosità dei grani	ϕ_2	spigolosa	$+ 1^\circ$
		media	0
		arrotondata	$\rightarrow -3^\circ$
		assai arrotondata	-5°
Grossezza dei grani	ϕ_3	sabbia	0
		ghiaia fine	$+ 1^\circ$
		ghiaia grossa	$\rightarrow + 2^\circ$
Granulometria	ϕ_4	uniforme	$- 3^\circ$
		media	$\rightarrow 0$
		estesa	$+ 3^\circ$

Prendendo in considerazione le situazioni evidenziate si è ottenuto un valore dell'angolo d'attrito ϕ pari a $35,0^\circ$. È possibile riassumere i valori dei parametri geotecnici da considerare.

Per il calcolo dei parametri geotecnici sono stati considerati i seguenti riferimenti teorici:

Angolo d'attrito interno = Road Bridge Specification. Coesione non drenata = Terzaghi & Peck. Densità relativa = Gibbs & Holtz. In base ai risultati ed alle elaborazioni precedenti suggeriamo l'impiego dei seguenti parametri geomeccanici:

TABELLA 7: PARAMETRI GEOTECNICI DI RIFERIMENTO PER L2.

Peso di volume	γ	[t/m ³]	Da 1,8 a 1,85
Angolo d'attrito (L2)	ϕ	(°)	Da 32 a 38
Coesione non drenata (L2)	C_u	[kg/cm ²]	Da 0,00 a 0,01
Densità relativa (per le sabbie L2)	D_r	%	Da 70 a 80

Si tratta di parametri geotecnici buoni se riferiti al Litotipo L2. Per i litotipo L1 (suolo) non è possibile definire i parametri geotecnici in quanto la variabilità degli stessi è molto ampia.

1 3 . R E L A Z I O N E S I S M I C A

1 4 . S I S M I C I T À D E L T E R R I T O R I O

I principali eventi registrati nel territorio in analisi ed al suo intorno sono riportati nelle tabelle e grafici di seguito esposti:

FIG. 12: INTENSITÀ STORIA SISMICA DEL TERRITORIO DI VERONA⁴

⁴ Link: <http://emidius.mi.ingv.it/DBMI11/data/images/places/IT123679.png>

TABELLA 8: STORIA SISMICA DEL TERRITORIO DI VERONA (FINO AL 2011)

Seismic history of Verona

[45.438, 10.994]

Total number of earthquakes: 126

Effects Earthquake occurred:

Is Anno mese Gi Or Mi Se

			Numero di osservazioni macro-sismiche	Intensità epicentrale	Mw = 0.423*log+2.182
			Np	Io	Mw
NR	1065 03 27 11:25	Brescia	6	7	5.14 ±0.34
9	1117 01 03 15:15	Veronese	55	10	6.69 ±0.20
6-7	1183 12	Verona	1	6-7	4.93 ±0.34
NC	1276 07 29 18:30	Italia settentrionale	10	5	5.12 ±0.36
6	1295 09 03	Churwalden	17	8	6.04 ±0.65
6-7	1334 12 04	Verona	4	6-7	4.93 ±0.34
5	1348 01 25 15:30	Carinzia	58	9-10	7.02 ±0.18
5-6	1365 09 21 05:45	Verona	2	5-6	4.51 ±0.34
6	1402	VERONA	1	6	4.72 ±0.34
5-6	1410 06 10 21:00	Verona	9		
5-6	1445 03 21 13:30	VERONA	3	5-6	4.51 ±0.34
5-6	1465 04 07 15:30	Pianura Padana	11	5-6	4.51 ±0.34
NR	1474 03 11 20:30	MODENA	12	5	4.30 ±0.34
NC	1501 06 05 10:00	Appennino modenese	20	9	5.98 ±0.32
5	1504 12 31 04:00	Bolognese	15		
5	1505 01 03 02:00	Bolognese	31	8	5.57 ±0.25
4	1505 01 20 23:50	Bolognese	11		
6	1511 03 26 14:40	Slovenia	66	9	6.98 ±0.17
5-6	1511 03 28 12:15	Slovenia	8		
3-4	1512 02 08 09:15	Venezia	4	4	3.87 ±0.34
NR	1561 11 24 01:25	Ferrara	5	5-6	4.51 ±0.34
5	1671 06 20 10:00	Modena-Reggio Emilia	8	7	5.25 ±0.72
F	1690 12 04 14:00	Carinzia	60	8-9	6.54 ±0.23
4	1693 07 06 09:15	GOITO	13	7	5.22 ±0.72
7	1695 02 25 05:30	Asolano	82	10	6.48 ±0.18
3	1732 02 04 18:20	Parma	9	5-6	4.65 ±0.41
5	1738 11 05 00:30	PARMA	10	7	5.14 ±0.34
F	1774 03 04	PARMA	2	5	4.30 ±0.34
4	1774 03 31 15:10	Bresciano	5	6	4.72 ±0.34
F	1780 02 06 04:00	Bolognese	9	6	5.13 ±0.57
3	1789 08 04	TRAMONTI	5	4-5	4.09 ±0.34
4	1794 06 07 00:45	Prealpi carniche	19	8-9	6.04 ±0.57
4	1794 06 30 04:45	Prealpi carniche	8	7-8	5.33 ±0.50
5	1796 10 22 04:00	Emilia orientale	27	7	5.61 ±0.36
3	1799 05 29 19:00	CASTENEDOLO	12	6-7	5.01 ±0.51
4	1802 05 12 09:00	VALLE DELL'OGGIO	85	8	5.64 ±0.22
3-4	1806 02 12	NOVELLARA	28	7	5.19 ±0.39
5	1810 12 25 00:45	NOVELLARA	33	6	5.29 ±0.22
4	1811 07 15 22:44	SASSUOLO	21	6-7	5.25 ±0.40
5	1812 10 25 07:00	SEQUALS	34	7-8	5.71 ±0.35
F	1818 12 09 18:55	Parmense	26	7	5.28 ±0.35
4	1826 06 24 12:15	SALO'	19		
3	1828 10 09 02:20	Valle Staffora	114	8	5.76 ±0.15
2	1828 10 10 01:30	Valle Staffora	18		
3	1831 07 14 15:30	Reggiano	8	5-6	4.69 ±0.44
3	1832 03 11 06:45	Carpi (MO)	14	5	4.80 ±0.37
3	1832 03 11 08:45	Reggiano	14		
3	1832 03 12 02:30	Parma	4		
5	1832 03 13 03:30	Reggiano	98	7-8	5.53 ±0.18
4	1834 07 04 00:45	Lunigiana-Parmense	24		
4-5	1836 06 12 02:30	BASSANO	26	8	5.50 ±0.32
2-3	1850 09 18 06:20	Modenese	7	5	4.30 ±0.34
3	1851 08 03	GIUDICARIE	15	6	5.12 ±0.47
		Liguria occidentale-			
2-3	1854 12 29 01:45	Francia	86		6.73 ±0.16

(parte 1 segue parte 2)

NF	1866 08 11 23:00	Monte Baldo	33	7	4.92 ±0.42
4	1868 05 22 21:15	Alto Garda	11	5	4.45 ±0.55
3	1873 03 12 20:04	Marche meridionali	196	8	5.95 ±0.10
6	1873 06 29 03:58	Bellunese	199	9-10	6.32 ±0.11
F	1875 03 17 23:51	Romagna sud-orientale	144		5.93 ±0.16
F	1876 04 29 10:49	Monte Baldo	25	7	4.89 ±0.44
5-6	1876 05 01 10:50	Verona	2		
F	1876 05 29 10:45	Monte Baldo	5		
3	1881 01 24 16:14	Bolognese	38	7	5.16 ±0.30
2	1881 01 25 07:06	Bolognese	18		
RS	1881 02 12	RUSSI	14	5-6	4.95 ±0.39
3	1881 02 14 09:00:30	Bolognese	21		
5	1882 09 18 19:25	Monte Baldo	7	7	4.99 ±0.72
3	1884 09 12 07:23	Bassa valle del Serio	34	6	4.85 ±0.35
5	1885 02 26 20:48	SCANDIANO	78	6	5.19 ±0.15
3	1885 12 29	VITTORIO VENETO	47	6	5.18 ±0.19
3-4	1886 10 15 02:20	COLLECCHIO	44	6	4.70 ±0.24
4	1887 02 23 05:21:50	Liguria occidentale	1516		6.97 ±0.15
4	1889 03 08 02:57:04	Bolognese	38	5	4.73 ±0.22
3-4	1890 03 26 20:10	CADORE	48	6	4.96 ±0.38
6	1891 06 07 01:06:14	Valle d'Ilasi	403	8-9	5.86 ±0.06
F	1891 06 15	PESCHIERA	35	6	4.60 ±0.26
4-5	1892 01 05	GARDA OCC.	100	6-7	5.02 ±0.15
3	1892 06 23 23:20	CLAUT	71	5-6	4.71 ±0.14
5	1892 08 09 07:58	Valle d'Alpone	160	6-7	4.91 ±0.11
4-5	1893 10 27 16:31	LONGARONE	54	5	4.60 ±0.26
5	1894 02 09 12:48:05	Valle d'Ilasi	116	6	4.77 ±0.15
4-5	1894 11 27 05:07	FRANCIACORTA	183	6	5.07 ±0.10
5	1895 04 14 22:17	Slovenia	296	8	6.23 ±0.08
F	1895 06 10 01:47	VALDOBBIADENE	73	6	5.03 ±0.13
4-5	1895 10 12 02:45	Malcesine	3	5	4.30 ±0.34
4	1895 11 02 07:30	Valle de' Signori	11	5	4.30 ±0.45
2-3	1897 01 27 01:35	RECOARO	17	4-5	4.38 ±0.55
4	1898 01 16 12:10:05	Romagna settentrionale	73	6-7	4.79 ±0.33
4	1898 03 04 21:05	Valle del Parma	313	7-8	5.41 ±0.09
4	1900 03 04 16:55	VALDOBBIADENE	98	6-7	5.13 ±0.14
5	1901 10 30 14:49:58	SalÃ²	190	8	5.70 ±0.10
6	1907 04 25 04:52	Veronese	122	6	4.91 ±0.15
3	1908 02 03 13:36:26	Valle d'Ilasi	34	5-6	4.43 ±0.47
3	1908 03 15 07:38	Valle del Chiampo	28	5-6	4.96 ±0.31
4	1909 01 13 00:45	BASSA PADANA	799	6-7	5.53 ±0.09
3	1913 11 25 20:55	Val di Taro	73	4-5	4.84 ±0.20
5	1914 10 27 09:22:36	Garfagnana	618	7	5.76 ±0.09
2-3	1916 05 17 12:49:50	Alto Adriatico	132		5.95 ±0.14
2-3	1916 08 16 07:06	Alto Adriatico	257		6.14 ±0.14
3-4	1920 09 07 05:55:40	Garfagnana	756	10	6.48 ±0.09
4-5	1928 03 27 08:32	Carnia	359	9	5.84 ±0.09
2-3	1928 06 13 08:00	CARPI	35	6	4.78 ±0.23
4	1929 04 10 05:43:12	Bolognese	87	7	5.03 ±0.13
4	1929 04 19 04:15:22	Bolognese	82		
4	1929 04 20 01:09:46	Bolognese	109	7	5.34 ±0.13
3-4	1929 04 29 18:35:59	Bolognese	45		
4	1929 05 11 19:22:48	Bolognese	64		
2-3	1930 10 30 07:13:13	SENIGALLIA	263	8	5.81 ±0.09
3	1932 02 19 12:57:11	Monte Baldo	21	7-8	5.02 ±0.28
4	1936 06 22 03:44:55	Garda veronese	20	5-6	4.66 ±0.27
5	1936 10 18 03:10:12	BOSCO CANSIGLIO	267	9	6.12 ±0.09
4	1951 05 15 22:54	LODIGIANO	154	6-7	5.39 ±0.14
3	1963 07 19 05:45:28	Mar Ligure	463		6.02 ±0.14
4-5	1967 12 30 04:19:20	BASSA PADANA	40	6	5.24 ±0.19
5-6	1976 05 06 20:00:12	Friuli	770	9-10	6.46 ±0.09
4	1976 09 11 16:35:02	Friuli	40		5.63 ±0.09
3	1976 12 13 05:24	RIVA DEL GARDA	128	7	4.97 ±0.12
4	1979 02 09 14:44:17	CAPRIATE S. GERVASIO	73	6	4.85 ±0.13
4	1983 11 09 16:29:52	Parmense	850	6-7	5.06 ±0.09
4-5	1989 09 13 21:54:01	PASUBIO	779	6-7	4.88 ±0.09
3	1996 10 15 09:56:02	Correggio	135	7	5.41 ±0.09
NF	2000 06 18 07:42:08	Parmense	300	5-6	4.43 ±0.09
5	2004 11 24 22:59:38	Lago di Garda	176	7-8	5.06 ±0.09

This file has been downloaded from INGV - DBMI11

16. R E L A Z I O N E S I S M I C A

17. CARATTERISTICHE SISMICHE DEL TERRITORIO

L'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20/03/2003 ha introdotto una nuova classificazione sismica del territorio nazionale, allo scopo di mitigare il rischio sismico. Ai sensi dell'attuale normativa sismica, il territorio nazionale viene suddiviso in 4 zone sismiche, ciascuna contraddistinta da un diverso valore del parametro a_g (accelerazione orizzontale massima attesa al sito). Nell'attuale quadro normativo il territorio comunale di Verona è in Classe sismica 3: Zona sismica.

L'area risente della sismicità dell'area gardesana-bresciana, e di quella veronese, anch'esse classificate come sismiche. I centri attivi più prossimi all'area in esame sono quelli del Sistema Verona-Brescia (Gomito del Garda), la Struttura di Sanguinetto e la Struttura di Mantova.

Si riporta la tabella ove ciascuna zona è individuata secondo valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo a_g , con probabilità di superamento del 10% in 50 anni.

TABELLA 9: ZONE SISMICHE E ACCELERAZIONI ORIZZONTALI DI PICCO AL SUOLO.

Zona sismica	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico $[a_g/q]$.
1	$[a_g/q]$ > 0.25	0.35
2	0.15 – 0.25	0.25
3	0.05 – 0.15	0.15
4	< 0.05	0.05

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008, infatti, la stima della pericolosità sismica viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente". L'azione sismica di progetto in base alla quale valutare il rispetto dei diversi stati limite presi in considerazione viene definita partendo dalla "pericolosità di base" del sito di costruzione, che è l'elemento essenziale di conoscenza per la determinazione dell'azione sismica. Le indagini geognostiche sopra descritte hanno consentito di ottenere i seguenti valori: velocità media delle onde di taglio nei primi 30 [m], partendo dalla profondità di circa -1,0 [m] da piano campagna, quota dell'intradosso della fondazione di progetto, la V_{s30} , riferibile al singolo sito, è compresa tra 180 e 360 [m/s] e congruente con la descrizione stratigrafica secondo la Tab. 3.2. Il delle NTC '08, **il sito in esame ricade, quindi, nella categoria di sottosuolo a partire dalla C. In fase di approfondimento delle indagini nel momento della presentazione dei progetti architettonici verranno svolte ulteriori indagini che permetteranno di definire se la categoria del suolo è la C o la B.** In riferimento alle condizioni topografiche il sito è riferibile alla categoria T1: "Superficie

pianeggiante, pendii e rilievi isolati con angolo d'inclinazione media minore uguale a 15°. L'amplificazione sismica dovuta alla topografia, ovvero amplificazione topografica "St" (coefficiente topografico), risulta pari a 1 (rif. alla Tab. 3,2,VI del D.M. 14/01/08).

TABELLA 10: PARAMETRI D'INGRESSO USATI

Tipo di Costruzione (Rif. Tab. 2.4.I DM 14/01/08): Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale; 2

Vita nominale "Vn" (Rif. Tab. 2.4.I DM 14/01/08): ≥ 50 anni

Classe d'uso (Rif. i 2.4.2 DM 14/01/08): Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti. II

Coefficiente d'uso "Cu" (Rif. Tab. 2.4.II DM 14/01/08): 1

Periodo di riferimento (Rif. § 2.4.3 DM 14/01/08) $V_r = V_n \times C_u = 50$ anni.

18. DETERMINAZIONE DELLA SISMICITÀ DI PROGETTO NEL SITO ESAMINATO

19. METODOLOGIA UTILIZZATA PER L'INDAGINE SISMICA

Lo strumento utilizzato per l'indagine sismica è il "Tromino", che consente di indagare i microtremiti ambientali al fine di definire un modello di risonanza del terreno e di risposta sismica locale (metodo Nakamura). Esso è caratterizzato da un involucro di dimensioni 10x7x14 [cm] per 1 [kg] di peso ed è dotato di tre sensori elettrodinamici (velocimetri) orientati N-S, E-W e verticalmente, alimentato da 1 batteria AA da 1.5 [V]. I dati di rumore, amplificati e digitalizzati a 24 bit equivalenti sono acquisiti alla frequenza di campionamento di 128 [Hz]. L'utilizzo di tale apparecchiatura è servita ad effettuare l'indagine di sismica passiva a stazione fissa, senza utilizzo di energizzazione esterna come massa battente o esplosivo, e consente ai fini metodologici di determinare:

- la stratigrafia sismica dei suoli andando in profondità;
- le frequenze di risonanza degli strati sedimentari sovrastanti il bedrock;
- la stima del profilo di velocità delle onde sismiche di taglio;
- la determinazione del Vs30 come previsto dalla normativa.

Il tipo di stratigrafia che le tecniche di sismica passiva possono restituire si basa su contrasto d'impedenza determinata dal rapporto di velocità delle onde sismiche nel mezzo e densità del mezzo stesso. Le misure effettuate forniscono le frequenze di risonanza dei livelli sedimentari sopra il bedrock. Nel sito d'indagine il rapporto delle frequenze di oscillazione edificio / strutture può evidenziare fenomeni di doppia risonanza in caso di terremoto. Le strutture hanno una frequenza naturale alla quale la sovrapposizione di energia alla stessa frequenza amplifica il moto. Se il moto sismico indotto dal terremoto eccita la

base di un edificio a frequenze prossime a quelle di risonanza naturale dell'edificio, l'amplificazione del moto risultante può diventare distributiva e portare al collasso della struttura. Le misure fatte con la sismica passiva si basano sul rumore sismico ambientale. Tale rumore è chiamato anche microtremore in quanto riguarda oscillazioni a basse frequenze, quindi molto più piccole di quelle indotte dai terremoti, è vicino ai 10-15 [m/sq] in termine di accelerazione. I dati di rumore sono amplificati e digitati a 24 bit equivalenti. Nel proseguo sono riportati i rapporti delle analisi delle tracce delle misure del tromino effettuate in sito:

20. INDAGINE DI SISMICA PASSIVA CON TROMINO NEL SITO

1 444-1414, Verona T46 04/02/15 Instrument: TRZ-0053/01-09 Start recording: 04/02/15 13:15:18 End recording: 04/02/15 13:28:19 Channel labels: North South; East West; Up Down Gps data not available Trace length: 0h12'00". Analyzed 58% trace (manual window selection) Sampling rate: 128 Hz Window size: 20 s Smoothing type: Triangular window Smoothing: 10%

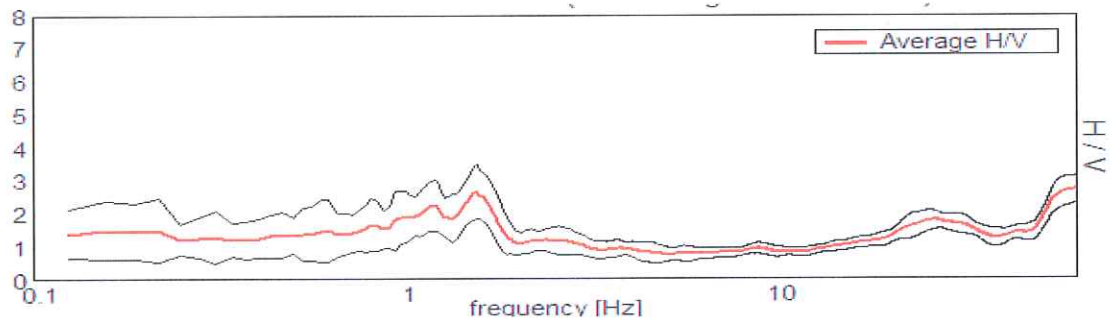


FIG. 13: RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

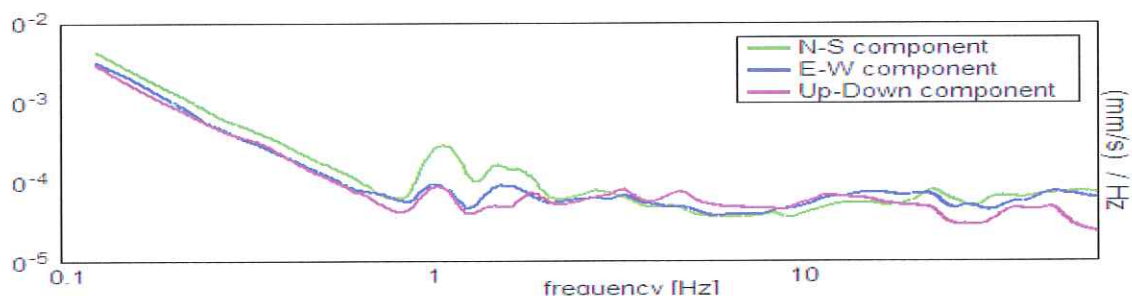


FIG. 14: SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

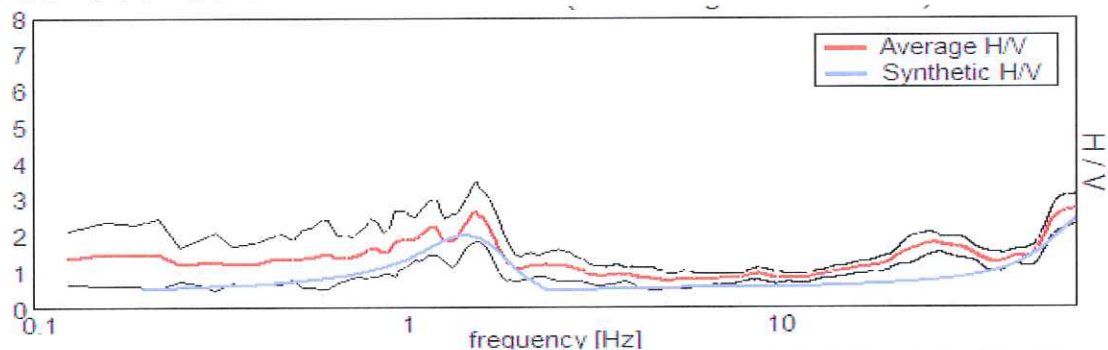


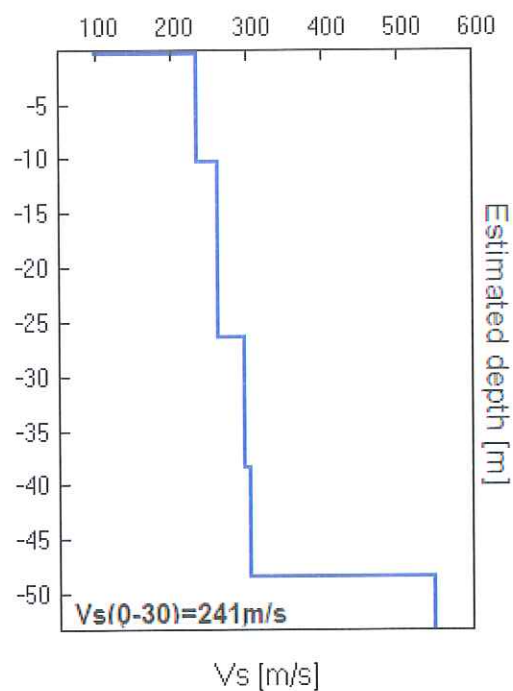
FIG. 15: EXPERIMENTAL VS. SYNTHETIC H/V

TABELLA 11: STRATIGRAFIA SISMICA:

Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
0.50	0.35	100	0.35
10.50	10.00	225	0.35
25.30	16.00	240	0.35
39.50	12.00	290	0.35
44.50	10.00	300	0.35
inf.	inf.	550	0.35

$$V_s(0-30)=241 \text{ [m/s]}$$

NB: La frequenza di risonanze, più attendibile, del sottosuolo risulta avere il picco a tra 1 e 1,1 [Hz].

**FIG. 16: ANDAMENTO DELLA Vs CON LA PROFONDITÀ**

[Secondo le linee guida SESAME, 2005.]

Max. H/V at 1 ± 0.10 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$1 > 0.50$	OK
$n_c(f_0) > 200$	$43498.8 > 200$	OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 1026 times	OK
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$		

Criteri per un picco H/V chiaro: [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	42.625 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			no
$A_0 > 2$	$2.74 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.04481 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.07715 < 0.10313$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.283 < 1.78$	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	$0.2 - 0.5$	$0.5 - 1.0$	$1.0 - 2.0$	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

2 1 . R E L A Z I O N E G E O T E C N I C A

2 2 . P R E M E S S A

La presente relazione geotecnica completa la relazione geologica sopra esposta. Pertanto, le informazioni riguardanti:

- A) I riferimenti normativi.
 - B) I parametri del progetto architettonico.
 - C) Le indagini geognostiche svolte.
 - D) La caratterizzazione del modello di sottosuolo.
 - E) La pericolosità sismica.
 - F) Profondità della falda acquifera.
- andranno mutuati nella parte della Relazione Geologica.

Lo schema geotecnico è il seguente:

- Piano campagna orizzontale alla quota 0.00 del riferimento locale.
 - Terreno di fondazione: Litotipo 2: Ghiaia in matrice sabbiosa. In riferimento alla classificazione sismica la categoria del sottosuolo di appartenenza è la C caratterizzati da valori di V_{s30} , riferibile alla zona e non al singolo sito, è compresa tra 180 e 360 [m/s].
 - Volume significativo: rientra nel Litotipo 2
 - Requisiti del sito di costruzione e del terreno di fondazione: Vedere la relazione geologica.
- Verifiche da effettuare:
- Stabilità dei pendii – pendio $< 15^\circ$ non ci sono condizioni di instabilità.
 - Liquefazione: non si ritiene necessario fare la verifica perchè si tratta di sedimenti molto eterogenei e prevalentemente ghiaiosi.
 - Addensamento eccessivo in caso di sisma: non si ritiene necessario fare la verifica.

Distanza da faglie: non si ritiene necessario fare la verifica.

23. CRITERI DI PROGETTO GEOTECNICO

Valori caratteristici (V_k). Applicando quanto contenuto nelle Istruzioni del C.S.L.P. si sono assunti quali valori caratteristici delle terre i valori prossimi ai medi a meno di una deviazione standard. Quindi si ha: $V_k = V_m - d$. Nel presente progetto per i Valori caratteristici del terreno si dovrà fare riferimento a quanto riportato nella Tabella: Parametri geotecnici di riferimento per il Litotipo 2.

Valori di progetto (V_d): I valori di progetto di c' , c_u e φ' da adottare nel calcolo si ottengono per la Combinazione contenente M1 (quindi DA1.2 – A1+M1+R3), dividendo i valori caratteristici per un coefficiente riduttivo parziale secondo quanto indicato nell'Eurocodice 7 e nel D.M. 14.01.2008 – NTC. I valori di progetto (V_d) si ottengono come segue:

$$\lg \phi' d = \lg \phi' k / 1,0 \rightarrow 31,0^\circ \quad c' d = c' k / 1,0 \rightarrow 0,0 \text{ [kg/cm}^2\text{]} \quad c_u d = c_u k / 1,0 \rightarrow 0,0 \text{ [kg/cm}^2\text{]}$$

$$q_u d = q_u k / 1,6 \text{ (resistenza a compressione uniassiale per le rocce)}$$

Nelle verifiche nei confronti degli Stati Limite ultimi SLU si distinguono in strutturali (STR) e geotecnici (GEO) si possono adottare, in alternativa, due diversi approcci progettuali:

DA1.1 - **Approccio 1**: - Combinazione 1: (A1+M1+R1) o - Combinazione 2: (A2+M2+R2) DA1.2 - **Approccio 2**: - Combinazione 1: (A1+M1+R3)

Stati limite e relative probabilità di superamento:

Nei confronti delle azioni sismiche gli stati limite, sia ultimi che di esercizio, sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso:

Gli stati limite di esercizio (SLE) sono:

Stato Limite di Operatività (SLO)

Stato Limite di Danno (SLD)

Gli stati limite ultimi (SLU) sono: Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV);

Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC).

TABELLA 12: PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO P_{VS} AL VARIARE DELLO STATO LIMITE CONSIDERATO

Stati Limite		P_{VS} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R
Stato limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

24. RESISTENZE DEL SOTTOSUOLO

Nel calcolo della portanza del terreno si è fatto riferimento al "Metodo degli Stati Limite Ultimi" (S.L.U.), secondo quanto previsto dal DM 14-01-08. Per ogni stato limite ultimo deve essere rispettata la condizione: $E_d \leq R_d$, dove E_d è il valore di progetto dell'azione e R_d è il valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico. Effetto delle azioni e resistenza sono espressi in funzione delle azioni di progetto $\gamma_F F_k$, dei parametri di progetto X_k/γ_M e della geometria di progetto a_d . La verifica della suddetta condizione deve essere effettuata impiegando diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definiti per le azioni (A1 e A2), per i parametri geotecnici (M1 e M2) e per le resistenze (R1, R2 e R3). Scopo della seguente relazione è fornire la capacità portante del sottosuolo, ci si soffermerà quindi sul calcolo della resistenza R_d . Esistono 2 approcci (DA1 e DA2) per la considerazione dei coefficienti parziali che sono riassunti nelle seguenti tabelle:

TABELLA 13: COMBINAZIONI DEI COEFFICIENTI PARZIALI (DM 14-01-08)

APPROCCI (secondo DM 14-01-08)	AZIONI	RESISTENZE		
		MATERIALI	SISTEMA GLOBALE	
DA1	Combinazione 1	A1	M1	R1
	Combinazione 2	A2	M2	R2
DA2	A1	M1	R3	

TABELLA 14: COEFFICIENTI PARZIALI RIFERITI ALLE RESISTENZE DEI MATERIALI

PARAMETRO	SIMBOLO	COEFFICIENTE PARZIALE	M1	M2
tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'k$	$\gamma_{\phi'}$	1,00	1,25
coesione efficace	$c'k$	γ_c	1,00	1,25
resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,00	1,40
peso dell'unità di volume	γ	γ_γ	1,00	1,00

TABELLA 15: COEFFICIENTI PARZIALI RIFERITI ALLE RESISTENZE DEL SISTEMA

VERIFICA	COEFFICIENTE PARZIALE	R1	R2	R3
capacità portante	γ_R	1,0	1,8	2,3
scorrimento	γ_R	1,0	1,1	1,1

Si è ritenuto opportuno effettuare l'elaborazione seguendo il tutti e tre gli approcci. Vengono di seguito esposti i risultati dell'elaborazione.

25. STIMA PRELIMINARE DELLE RESISTENZE

I calcoli effettuati per determinare la Resistenza del sottosuolo in condizioni statiche, in riferimento al Litotipo 2, con fondazioni dirette continue nastriforme portano alla definizione di Resistenze caratteristiche R_k comprese tra 800 [kN/mq] e i 950 [kN/mq].

In fase di presentazione dei singoli progetti architettonici si dovrà procedere alla definizione delle Resistenze del sottosuolo in funzione del progetto che si realizzerà, ai sensi del D.M. 14/4/2008.

Tali valori delle Resistenze comportano che le pressioni verticali permanenti (le Azioni) trasmesse dal nuovo fabbricato (Σs - kg/cm^2) alla fondazione non debbano assolutamente superare tali dati. Qualora le condizioni progettuali previste dovessero essere modificate, ci si riserva di riverificare anche il valore della portanza del terreno di fondazione e i cedimenti. È necessario che le azioni di progetto, calcolate secondo lo stesso approccio, non superino tale valore. Si potranno verificare cedimenti differenziale delle nuove strutture rispetto a quelle già realizzate, per questo motivo si suggerisce di propendere, se possibile, a tenere staccate le nuove strutture da quelle preesistenti. Si specifica che nulla osta a valutare altre tipologie di fondazioni.

26. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

In riferimento al progetto architettonico oggetto della presente consulenza, si raccomandano i seguenti accorgimenti generali:

- a) Per il terreno naturale di fondo scavo si suggerisce un adeguato compattato prima di procedere alla stesura del misto granulare di ritombamento, mediante, per esempio, rullo pesante a "piede di pecora" con un numero di passaggi indicativamente pari a 8.
- b) Osservare una distanza minima di almeno 2 [m] dal ciglio dello scavo per eventuali carichi (es. gru), per escludere situazioni di instabilità.
- c) Mantenere lo scavo aperto il minore tempo possibile, evitando potenziali periodi piovosi. In caso di necessità, procedere alla copertura del fronte di scavo con teli in PVC evitando così infiltrazioni d'acqua.
- d) Evitare di appoggiare le fondazioni in punti ove il terreno risulta non essere uniforme a causa, per esempio, della presenza di ex canali di scolo delle acque superficiali o per la presenza di terreno di riporto ovvero vasche di liquami. Si invita pertanto ad appoggiare le fondazioni sul terreno naturale, ovvero a profondità maggiore di -1,0

[m] dal piano di calpestio del lotto attuale e o bonificare il sottosuolo di fondazione qualora risultasse differente alle caratteristiche geotecniche qualificate del Litotipo 2.

e) La direzione lavori dovrà comunque accertare, all'atto dello scavo, la sussistenza delle condizioni assunte per i calcoli geotecnici di tutti i sedimi fondazionali.

f) Evitare di appoggiare i carichi delle nuove strutture in progetto su costruzioni esistenti senza l'opportuna valutazione da parte del responsabile della progettazione strutture.

g) Tenere conto che nel caso in cui le pareti del fronte di attacco degli scavi superano l'altezza di 1,50 [m], è vietato il sistema di scavo manuale per scalzamento alla base e conseguente potenziale franamento della parete.

h) Quando per la particolare natura del terreno o per causa di piogge, di infiltrazione, di gelo o disgelo, o per altri motivi, siano da temere frane o scoscendimenti, deve essere provveduto all'armatura o al consolidamento del terreno. Inoltre devono essere prese in considerazione e previste tutte le norme e procedure di sicurezza al fine che il terreno risulti stabilizzato avvalendosi della migliore tecnologia possibile.

i) Nei lavori di escavazione con mezzi meccanici deve essere vietata la presenza degli operai nel campo di azione dell'escavatore e sul ciglio del fronte di attacco.

l) Si suggerisce di appoggiare le fondazione tutte alla medesima profondità d'incastro al fine di contenere il più possibile cedimenti differenziali.

m) Le acque piovane andranno opportunamente regimate e poi disperse preferibilmente nel sottosuolo, distanti dalle fondazioni, attraverso la progettazione di un sistema di sub-irrigazione. Con queste modalità sarà rispettato il Principio dell'Invarianza idraulica.

In riferimento all'uso della Gru si raccomandano i seguenti accorgimenti:

n) Evitare di superare lo Sforzo massimo trasmesso al suolo per piede con braccio con carichi, il valore come indicato nel manuale d'uso della gru stessa usata.

o) Si consiglia di tenere periodicamente monitorato la messa in bolla della gru così di verificarne lo stato di equilibrio.

p) Nella Tabella 15 sono indicate le Resistenza di progetto del terreno calcolata agli stati limite.

q) Classificazione sismica del sito Verona è in Classe sismica 3: Zona a bassa sismicità.

r) Al momento della definizione dei progetti architettonici, per ciascun intervento edificatorio, come previsto dalla vigente normativa, si tratterà di effettuare uno specifico studio geologico-geotecnico.

Da quanto sinora esposto deriva che: con riferimento all'aspetto geologico e geotecnico ed in riferimento alla vigente normativa, non risulta sussistere alcun condizionamento negativo alla fattibilità degli interventi previsti negli elaborati progettuali, ferma restando l'applicazione delle corrette regole costruttive previste dal codice civile, delle altre norme vigenti e di quanto sopra riportato. **Qualora le condizioni progettuali previste dovessero essere modificate, ci si riserva di riverificare quanto precedentemente esposto. La presente relazione geologica non dovrà essere considerata valida se riferita ad un altro sito o altro lotto o ad altro progetto.**

TABELLA 16: BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO.

Autore	Titolo	Editore
J. E. Bowles	Fondazioni progetto e analisi	Mc Graw-Hill
Prof. Eros Aiello (Univ. Siena)	Appunti del Corso su NTC del Milano 4/12/09	

TABELLA 17: CASE HISTORY.

Rif. Int.	Titolo	Committente
1414 1450 1444	Consulenze geologiche geotecniche	Privato

R E S P O N S A B I L E :
M E L L I D R . M A R C O
WWW.CONSULENZEMARCOMELLI.EU
U F F I C I :
1] VILLAFRANCA DI VERONA (VR) VIA L. FANTONI, N. 15
2] SUZZARA (MN) VIA GUIDO, N. 12
T.M. 3358427595 E-MAIL: MELLI.GEO@TIN.IT
FAX 02700426729 SKYPE: MARCO.MELLI.66
SUZZARA-VILLAFRANCA, MARZO DUEMILAQUINDICI



Marco Melli



INDICE GENERALE DEI PARAGRAFI, DELLE FIGURE E DELLE TABELLE

1.RIFERIMENTI NORMATIVI.....	2
TABELLA 1: RIFERIMENTI NORMATIVI.....	2
2.RELAZIONE GEOLOGICA.....	3
3.PREMESSA.....	3
TABELLA 2: RIFERIMENTI CATASTALI P.U.A.....	3
4.DESCRIZIONE DEL PROGETTO.....	4
FIG. 1: LOCALIZZAZIONE P.U.A. DA P.I.....	4
FIG. 2: LOCALIZZAZIONE P.U.A.....	4
FIG. 3: LOCALIZZAZIONE P.U.A. POST OPERA	5
FIG. 4: ORTOFOTO CON LOCALIZZAZIONE P.U.A.....	5
5.INQUADRAMENTO TERRITORIALE.....	6
FIG. 5: ESTRATTO PAT_1 "CARTA DEI VINCOLI"- LEGENDA.....	6
FIG. 6: ESTRATTO PAT_2"CARTA DELLE INVARIANTI"	7
FIG. 7: ESTRATTO PAT_2 "CARTA DELLE FRAGILITÀ"- LEGENDA.....	7
FIG. 8: ESTRATTO PAT_2 "CARTA DELLE TRASFORMABILITÀ"-.....	9
6.INDAGINI GEOGNOSTICHE OPERATE.....	9
TABELLA 3: DATI TECNICI DPM 30- 20.....	10
7.NOTE ILLUSTRATIVE SUL PENETROMETRO DINAMICO.....	10
FIG. 9: PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPM.....	11
FIG. 10: INDAGINE SISMICA PASSIVA CON TROMINO.....	11
TABELLA 4: CLASSIFICAZIONE ISSMFE DEI PENETROMETRI DINAMICI:.....	11
8.RISULTATI DELLE INDAGINI: MODELLO GEOLOGICO DEL SOTTOSUOLO.....	11
9.STRATIGRAFIA - CATEGORIE DEL SUOLO DI FONDAZIONE DEL SITO.....	11
TAB. 5: MODELLO GEOLOGICO DEL PRIMO SOTTOSUOLO.....	11
FIG. 11: CARTA GEOLOGICA.....	12
10.GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA E IDROGEOLOGIA DEL SITO.....	12
11. PERICOLOSITÀ GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA E FATTIBILITÀ DEL SITO.....	13
12. PARAMETRI GEOTECNICI NATURALI.....	13
TABELLA 6: VALORI DELL'ANGOLO DI ATTRITO INTERNO DI MATERIALI GHIAIOSO-SABBIOSI (L2):	14
TABELLA 7: PARAMETRI GEOTECNICI DI RIFERIMENTO PER L2.....	15
13.RELAZIONE SISMICA.....	15

14.SISMICITÀ DEL TERRITORIO.....	15
FIG. 12: INTENSITÀ STORIA SISMICA DEL TERRITORIO DI VERONA	15
TABELLA 8: STORIA SISMICA DEL TERRITORIO DI VERONA (FINO AL 2011).....	16
16.RELAZIONE SISMICA.....	18
17.CARATTERISTICHE SISMICHE DEL TERRITORIO.....	18
TABELLA 9: ZONE SISMICHE E ACCELERAZIONI ORIZZONTALI DI PICCO AL SUOLO.....	18
TABELLA 10: PARAMETRI D'INGRESSO USATI.....	19
18.DETERMINAZIONE DELLA SISMICITÀ DI PROGETTO NEL SITO ESAMINATO.....	19
19.METODOLOGIA UTILIZZATA PER L'INDAGINE SISMICA.....	19
20.INDAGINE DI SISMICA PASSIVA CON TROMINO NEL SITO.....	20
FIG. 13: RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE.....	20
FIG. 14: SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI.....	20
FIG. 15: EXPERIMENTAL VS. SYNTHETIC H/V.....	20
TABELLA 11: STRATIGRAFIA SISMICA:.....	21
FIG. 16: ANDAMENTO DELLA V_s CON LA PROFONDITÀ.....	21
21.RELAZIONE GEOTECNICA.....	23
22.PREMESSA.....	23
23.CRITERI DI PROGETTO GEOTECNICO.....	23
TABELLA 12: PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO PVR AL VARIARE DELLO STATO LIMITE CONSIDERATO.....	24
24.RESISTENZE DEL SOTTOSUOLO	24
TABELLA 13: COMBINAZIONI DEI COEFFICIENTI PARZIALI (DM 14-01-08).....	24
TABELLA 14: COEFFICIENTI PARZIALI RIFERITI ALLE RESISTENZE DEI MATERIALI.....	24
TABELLA 15: COEFFICIENTI PARZIALI RIFERITI ALLE RESISTENZE DEL SISTEMA.....	24
25.STIMA PRELIMINARE DELLE RESISTENZE.....	25
26.CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE.....	25
TABELLA 16: BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO.	27
TABELLA 17: CASE HISTORY.	27





WWW.CONSULENZEMARCOMELLI.EU

REGIONE VENETO
PROVINCIA DI VERONA
COMUNE DI VERONA

OGGETTO: CONSULENZA IDROGEOLOGICA IDRAULICA RELATIVA
ALLE INDAGINI GEOGNOSTICHE E REALIZZAZIONE
DELLE RELAZIONE IDRAULICA E IDROGEOLOGICA.

PROGETTO: PIANO URBANISTICO ATTUATIVO
PIANO DEGLI INTERVENTI - SCHEDA A NORMA N. 98 (*).

UBICAZIONE: VIA MARIN FALIERO
C O M U N E D I V E R O N A
PER CONTO DEGLI EREDI SIG. GAETANO CAMPEDELLI



AI SENSI: L. 18/5/89 N. 183; D.G.R. 3637/02; D.G.R. 1322/06; D.G.R. 1841/07; PIANO DI STRALCIO
PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO DEL FIUME PO (DEL. COM. IST. COMP. N. 18 DEL 26/04/01 E APP.
CON D. P. DEL CONS. DEI MIN. 24/05/01); ART. 57 NTO P.I. VERONA; CAPO II ART. 12 DEL PIANO DI
STRALCIO PER LA TUTELA DAL RISCHIO IDROGEOLOGICO BACINO ADIGE-REGIONE VENETO 1° VARIANTE

**VALUTAZIONE DI
COMPATIBILITÀ IDRAULICA**

GENT. MI EREDI SIG.

GAETANO CAMPEDELLI

VIA FALIERO MARIN, N.92

37138 VERONA (VR)

T. 045560174

E - M A I L

COD. FISC.



RESPONSABILE:

MARCO MELLI DR.

ISCRITTO ALL'ORDINE

DEI GEOLOGI DELLA

LOMBARDIA COL N. 971

RESPONSABILE: MELLI DR. MARCO
WWW.CONSULENZEMARCOMELLI.EU

U F F I C I :

1] VILAFRANCA DI VERONA (VR) VIA LUIGI FANTONI, N. 15

2] SUZZARA (MN) VIA GUIDO, N. 12

T.M. 3358427595 E-MAIL: MELLI.GEO@TIN.IT

FAX 02700426729 SKYPE: MARCO.MELLI.66

VILAFRANCA DI VERONA MARZO DUEMILAQUINDICI

(*) NB: QUESTA RELAZIONE NON DOVRÀ RITENERSI VALIDA SE RIFERITA A UN PROGETTO DIVERSO DAL PRESENTE

[Rif. Int. 1506_1505I.odt (MM)] Suzzara - Villafranca di Verona, marzo 2015

1 . R I F E R I M E N T I N O R M A T I V I

Il quadro normativo a cui si è fatto riferimento nelle presenti relazioni geologica e geotecnica è rappresentato in primis dalle seguenti norme:

T A B E L L A 1 : R I F E R I M E N T I N O R M A T I V I .

- Art. 57 NTO P.I. Verona.
- Capo II Art. 12 del Piano di Stralcio per la Tutela dal rischio idrogeologico bacino Adige -Regione Veneto 1° variante.
- L.R. 93/1983
- L.R. 61/85 - Norme per l'assetto e l'uso del territorio.
- Direttiva 2000/60/CEE
- Legge 267/1998
- Legge 36/1994
- R.D. 1775/1933
- Legge 183 18/05/1989
- L. 365, 11/12/2000.
- P.A.Q.E. (Piano d'Area Quadrante Europa) 1996/2006.
- D.G.R. 3637/2002
- D.G.R. 3260/2002
- D.G.R. 1322 del 10/05/06
- D.G.R. 1841 del 19 giugno 2007
- DPCM 29/09/98.
- Terre e Rocce da scavo D.lgs n. 152/2006, D.lgs n. 4/2008.
- Decreto Min. 10 agosto 2012, n. 161
- D. G. R. V. 179 del 11 febbraio 2013.
- Vincolo Idrogeologico R. D. L. 30/12/1923 n. 3267.

In particolare si sottolineano le seguenti parti della normativa di riferimento:

i) D.G.R. 3637/2002:

"... ogni nuovo strumento urbanistico, ovvero variante al vigente strumento urbanistico generale deve contenere uno studio di compatibilità idraulica che, tenuto conto dei criteri generali contenuti nei P.A.I., riporti una valutazione delle interferenze che le nuove previsioni urbanistiche hanno con i dissesti idraulici presenti e delle possibili alterazioni del regime idraulico che possono causare."

....."L'approvazione dello strumento urbanistico resta subordinata all'acquisizione del parere della competente autorità idraulica.

"In relazione alla necessità di non appesantire l'iter procedurale la "Valutazione di Compatibilità Idraulica" è necessaria solo per gli strumenti urbanistici generali o varianti generali o varianti che comportino una trasformazione territoriale che possa modificare il regime idraulico. Infatti per talune varianti che non comportano alcuna alterazione del regime idraulico ovvero comportante un'alterazione non significativa risulta non essere necessaria alcuna valutazione di carattere idraulico."

....."Nella valutazione di compatibilità idraulica si deve assumere come riferimento tutta l'area interessata dallo strumento urbanistico in esame ovvero le aree interessate dalle nuove previsioni urbanistiche, oltre che quelle strettamente connesse, per le varianti agli

strumenti urbanistici vigenti. Il grado di approfondimento e dettaglio della valutazione di compatibilità idraulica dovrà essere rapportato all'entità e, soprattutto, alla tipologia delle nuove previsioni urbanistiche. Conseguentemente in taluni casi lo studio di compatibilità idraulica potrà avere uno sviluppo limitato."

ii) D.G.R. 1322 del 10/05/06.

....."A riguardo pertanto duplice è l'approccio che deve ispirare lo studio.

- In primo luogo deve essere verificata l'ammissibilità dell'intervento, considerando le interferenze tra i dissesti idraulici presenti e le destinazioni o trasformazioni d'uso del suolo collegate all'attuazione della variante. I relativi studi di compatibilità idraulica, previsti anche per i singoli interventi dalle normative di attuazione dei PAI, dovranno essere redatti secondo le direttive contenute nelle citate normative e potranno prevedere anche la realizzazione di interventi per la mitigazione del rischio, indicandone l'efficacia in termini di riduzione del pericolo.

- In secondo luogo va evidenziato che 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. Pertanto ogni progetto di trasformazione dell'uso del suolo che provochi una variazione di permeabilità superficiale deve prevedere misure compensative volte a mantenere costante il coefficiente udometrico secondo il principio dell'invarianza idraulica". Lo studio dovrà essere articolato in:

- Descrizione della variante oggetto di studio;
- Individuazione e descrizione degli interventi urbanistici.
- Descrizione delle caratteristiche dei luoghi
- Caratteristiche idrografiche ed idrologiche.
- Caratteristiche delle reti fognarie.
- Descrizione della rete idraulica ricettrice.
- Caratteristiche geomorfologiche, geotecniche e geologiche con individuazione della permeabilità dei terreni (laddove tali caratteristiche possano essere significative ai fini della compatibilità idraulica) valutazione delle caratteristiche sopra descritte in riferimento ai contenuti della variante.
- Analisi delle trasformazioni delle superfici delle aree interessate in termini di impermeabilizzazione.
- Valutazione della criticità idraulica del territorio,
- Valutazione del rischio e della pericolosità idraulica,
- Proposta di misure compensative e/o di mitigazione del rischio
- Indicazioni di piano per l'attenuazione del rischio idraulico
- Valutazione ed indicazione degli interventi compensativi."

...."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.

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.

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

Significativa impermeabilizzazione potenziale: "intervento su superfici di estensione comprese tra 1 ha e 10 ha". - 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;

iii) D.G.R. 1841 del 19 GIUGNO 2007

Con sentenza n. 1500/07 del 17/05/2007 il TAR del Veneto, pur ritenendo legittima l'individuazione della professionalità dell'ingegnere idraulico per redigere siffatti studi, ha altresì, sostenuto che non possa essere escluso il geologo dalla previsione astratta, le quante volte l'apporto delle sue competenze specifiche risulti necessario o utile per la più adeguata redazione delle menzionate valutazioni.

Alla luce di quanto sopra il TAR del Veneto ha annullato la citata D.G.R. 1322 del 10 maggio 2006 nella parte in cui non prevede, tra le professionalità richieste per la redazione dello studio di compatibilità idraulica, anche la figura del geologo.

2 . P R E M E S S A

A SEGUITO dell'incarico del richiedente, sono state redatte le presenti Relazione di Compatibilità Idraulica, per il progetto di Piano Urbanistico Attuativo. L'intervento è presso Via Marin Faliero, c.m. nel Comune di Verona, ed è censito al Catasto Terreni del Comune di Verona nei seguenti Fogli e Mappali:

TABELLA 2: RIFERIMENTI CATASTALI P.U.A.

N°	Ditte intestate	Foglio	Mappali	Superficie catastale mq.
1	Campedelli Gaetano ora Campedelli Tiziana Campedelli Giorgio	188	15	55
2		188	120	104
3		188	227	1380
4		188	231	71
5		188	235	769
6		188	159	809
7		188	161	8769
TOTALE AMBITO PROPRIETA' PRIVATA				11957
8	Comune di Verona	188	72 parziale	373
9	Comune di Verona	188	96	2
10	Comune di Verona			816
TOTALE AMBITO				mq. 13148

LO SCOPO della presente consulenza consiste nell'analisi della fattibilità idraulica e idrogeologica ai fini della progettazione, nell'individuazione delle caratteristiche idrauliche e del sottosuolo e degli aspetti geomorfologici ed idrogeologici della zona, la verifica della stabilità dei terreni superficiali e profondi, valutazione del rischio sismico, nonché il rischio di esondazione della zona in riferimento al P.A.I., e la verifica della presenza del Vincolo Idrogeologico.

LE FINALITÀ richieste dal presente studio sono quelle di evidenziare, una volta analizzata la situazione territoriale attuale, la compatibilità idraulica e idrogeologica degli interventi progettati nell'area in oggetto.

PER LA REALIZZAZIONE dello studio si è applicata la seguente metodologia di lavoro:

- RACCOLTA dati bibliografici, con reperimento delle fonti di natura geologica, idrogeologica, geomorfologica, pedologica e stratigrafica,
- STUDIO delle fotografie aeree con individuazione delle principali strutture geomorfologiche.
- RILIEVO geologico di campagna con analisi stratigrafia del sottosuolo.
- ANALISI e verifica della compatibilità tra le aree soggette agli interventi di variante e la situazione idrologica ed idrogeologica locale.

3 . D E S C R I Z I O N E D E L P R O G E T T O

L'ambito, oggetto della presente richiesta di PUA, è sito nel comune di Verona, località Saval, in Via Marin Faliero. Il dettaglio del progetto di P.U.A. È illustrato negli elaborati grafici del progetto e nella Relazione Tecnica del progettista. In sintesi il progetto prevede la realizzazione di alcune nuove abitazioni residenziali, con strade di collegamento, parcheggi, nuove aree verdi e spazi per attività sportiva e ricreativa e la cessione di parte significativa di superficie per la realizzazione del Parco dell'Adige.

La definizione dei progetti e quindi delle tipologie costruttive sarà fatta all'atto di presentazione dei singoli progetti architettonici.



FIG. 1: LOCALIZZAZIONE P.U.A. DA P.I..



FIG. 2: LOCALIZZAZIONE P.U.A.



FIG. 3: LOCALIZZAZIONE P.U.A. POST OPERA



FIG. 4: ORTOFOTO CON LOCALIZZAZIONE P.U.A.

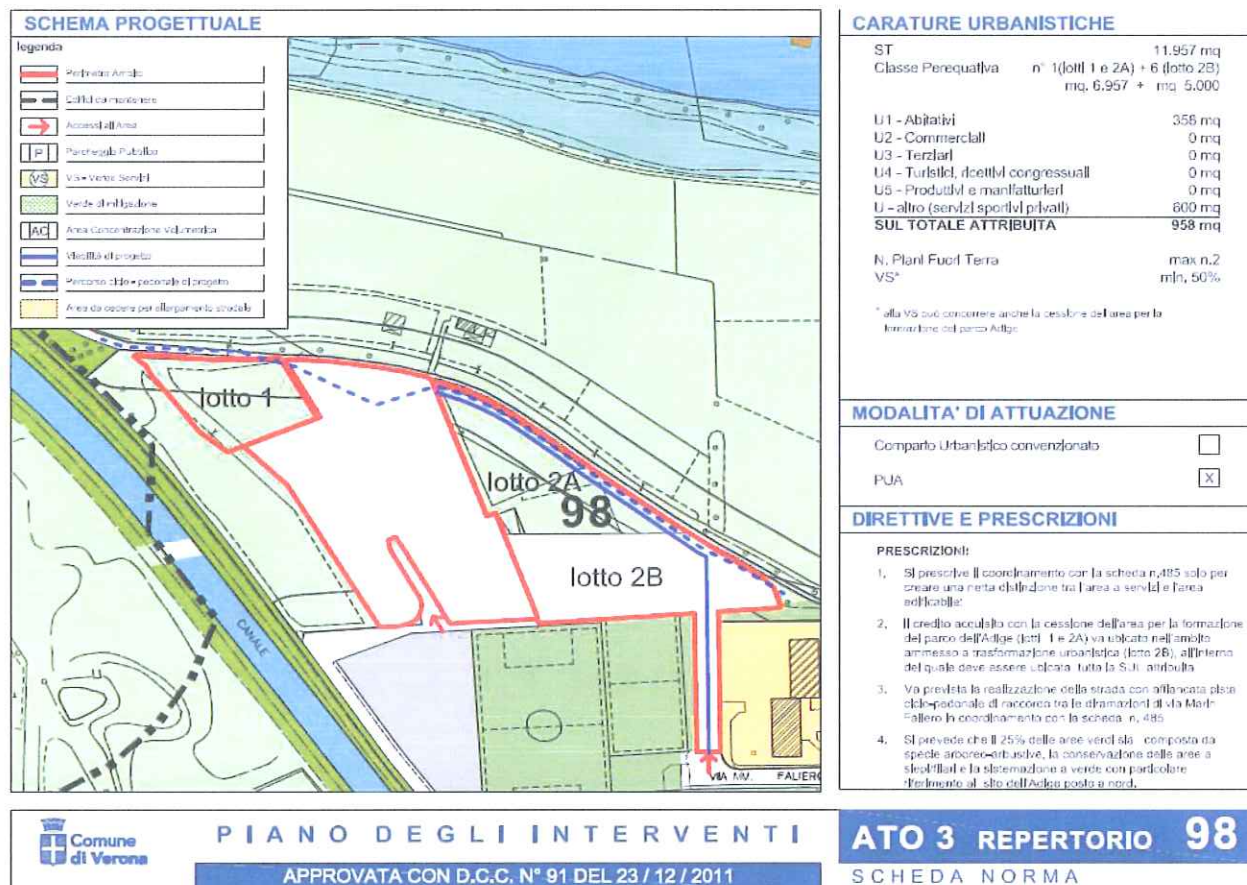


FIG. 5: SCHEDA NORMA 98 DA P.I. VIGENTE

Di seguito vengono riportate due tabelle a confronto per evidenziare le attuali e future strutture previste nel progetto del P.U.A..

TABELLA 3: DESCRIZIONE DELLE STRUTTURE ATTUALI DELL'AREA P.U.A. SAVAL

Id.	Proprietà	Foglio n.	Mappale n.	Superficie catastale [mq]	Lotto	Tipo di copertura
1	Campedelli Gaetano	188	15	55	Lotto 1	Terreno agricolo
2	Campedelli Gaetano	188	120	104	Lotto 1	Terreno agricolo
3	Campedelli Gaetano	188	227	1.380	Lotto 1	Terreno agricolo
4	Campedelli Gaetano	188	235	769	Lotto 1	Terreno agricolo
5	Campedelli Gaetano	188	231	71	Lotto 1	Terreno agricolo
6	Campedelli Gaetano	188	159	809	Lotto 2	Terreno agricolo
7	Campedelli Gaetano	188	161	8.769	Lotto 2	Terreno agricolo
8	Comunale	188	72	993		Terreno agricolo
9	Comunale	188	98	2		Terreno agricolo
Superficie Totale				11.957		

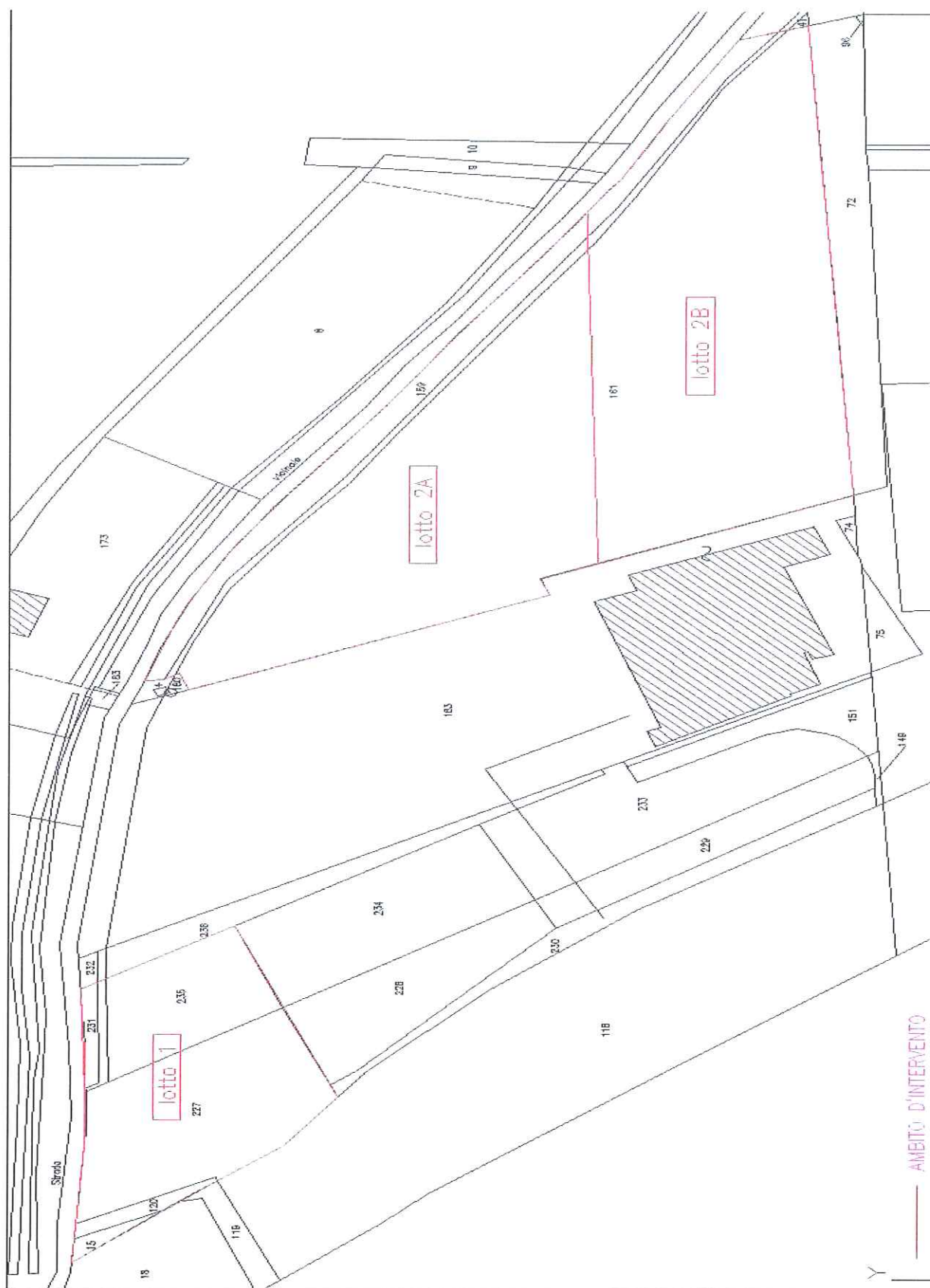


FIG. 6: ESTRATTO DI MAPPA CATASTALE CON PROIEZIONE LOTTI DEL P.U.A.

**TABELLA 4: DESCRIZIONE DELL'AREA P.U.A. SAVAL ATTUALE IN RIFERIMENTO ALLA
RIPARTIZIONE IN LOTTI**

Lotto	Superficie [mq]	Superficie [mq]
Totale Lotto 1		2379
Lotto 2 A	4578	
Lotto 2 B	5000	
Totale Lotto 2		9578
Superficie Totale		11957

TABELLA 5: DESCRIZIONE DELLE STRUTTURE FUTURE DELL'AREA P.U.A. SAVAL

Rif.	Classificazione area	superficie (m ²)	Tipo di copertura
	Superficie fondiaria di progetto	sup coperta 0	impermeabile
		sup. non coperta 11.957	semipermeabile
A	Lotto 1: verde pubblico (Parco Adige)	2.129	verde
B	Lotto 1: pista ciclabile	250	semipermeabile
C	Lotto 2 A: verde pubblico (Parco Adige)	3.810	verde
D	Lotto 2 A: pista ciclabile	700	semipermeabile
E	Lotto 2 B: superficie nuove residenze	815	impermeabile
F	Lotto 2 B: verde privato	3.840	agricola
G	Lotto 2 B: parcheggi (residenziali e per servizi sportivi), strade e marciapiedi	345	semipermeabile
	Totale:	11.889	

Il perimetro dell'ambito d'intervento del PUA coincide con il perimetro fissato dal PI e dalla scheda norma e ricomprende i mappali identificativi catastali riportati. I mappali sono in parte di proprietà dei sottoscrittori dell'accordo di pianificazione e richiedenti il PUA e in parte di proprietà comunale.

Parte della capacità edificatoria riconosciuta nell'ambito deriva dal credito edilizio compensativo che verrà riconosciuto per la cessione delle aree individuate come Lotto 1 e Lotto 2a così come riportate dalla scheda norma 98 e individuati catastalmente al foglio n°188 mappali n°15, 120, 227, 231, 235 e parte del mappale n°161 dal quale sarà stralciata un'area, tali aree saranno destinate alla formazione del Parco dell'Adige Nord per un totale di 6957 [mq]. La parte restante di territorio s'intende suddividerla in tre lotti di cui due con destinazione residenziale con una superficie territoriale di 665 [mq] per il lotto 1 e di 1330 [mq] per il lotto 2 mentre il lotto n°3 sarà destinato a servizi sportivi privati con una ST di 2660 [mq]. La rimanente parte di territorio verrà ceduta al Comune di

Verona per standard urbanistici per la superficie complessiva di 345 [mq].

Si ricaverà una SUL di 457 [mq] per impianti sportivi privati e di 358 [mq] per residenziale. Per l'attività legata agli impianti sportivi privati si prevede di realizzare una tipologia edilizia di massimo due piani; nel lotto n°2 la realizzazione di un edificio bifamiliare, mentre nel lotto n°1 la realizzazione di un edificio unifamiliare entrambi con un massimo di due piani. Sulla porzione di strada pubblica, su cui si deve intervenire per garantire il collegamento con la viabilità e i pubblici servizi esistenti, sarà realizzata una strada-cortile in cui si ricaveranno alcuni parcheggi per un totale di 175 [mq], questa sarà una strada che garantirà una viabilità in cui le automobili non potranno superare i 10 [Km/h] poiché il pedone e il ciclista avranno la priorità. La strada-cortile, con fondo cieco per le automobili, avrà un collegamento ciclo-pedonale con la strada vicinale posta a nord che conduce alla pista ciclabile esistente lungo il canale Camuzzoni. Per la realizzazione di una parte della strada-cortile e della zona di collegamento alla strada vicinale sarà necessario cedere al Comune una superficie complessiva di 345 [mq] in cui in parte si ricaverà anche una zona a verde destinata a prato con la piantumazione di alcune piante.

4. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Dal punto di vista urbanistico l'ambito, oggetto della presente richiesta di PUA, è sito nel comune di Verona, località Saval, in Via Marin Faliero. Il terreno s'inserisce a ridosso di una zona residenziale centrale, dotata di tutte le strutture e infrastrutture primarie e secondarie ed ampiamente servito dai servizi pubblici. L'area è sottoposta alla Fascia di rispetto per gli impianti di Comunicazione Elettronica (art. 29 PAT), come si può vedere nelle figure seguenti, da riferire ai seguenti articoli delle NTO del Piano degli Interventi:

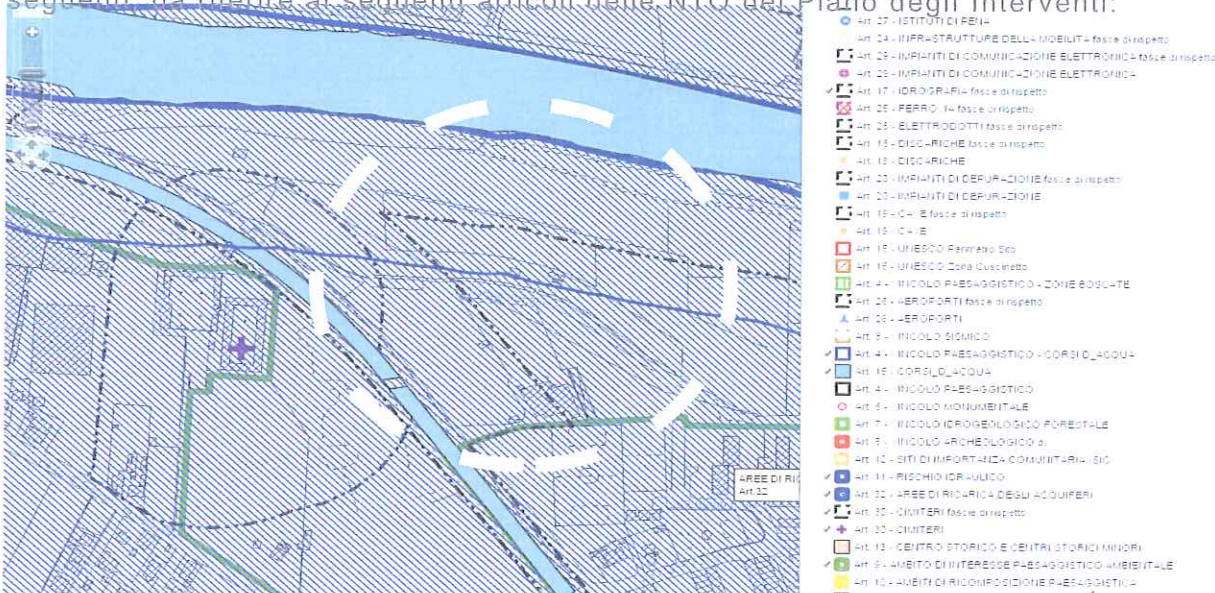


FIG. 7: ESTRATTO PAT_1 "CARTA DEI VINCOLI" - LEGENDA

> AREE DI RICARICA DEGLI ACQUIFERI - art. 32



<http://mapserver4.comune.verona.it/siti/MG/igis.aspx> (Vincoli)

NORME TECNICHE DI ATTUAZIONE

Art. 32 Invarianti di natura idrogeologica ed idraulica, aree a bassa trasformabilità: Fascia di ricarica degli acquiferi, fiume Adige ed altri corsi d'acqua pubblici, risorgive, laghetti, acque pubbliche in genere e vegetazione ripariale;

32.04 Nell'ambito dell'area di ricarica degli acquiferi sono vietate le attività industriali, dell'artigianato e della zootecnia che producono acque reflue non collegate alla rete fognaria pubblica o delle quali non siano previsti nel progetto approvato di rete fognaria, idoneo trattamento e/o comunque uno smaltimento compatibile con le caratteristiche ambientali dell'area. Si applicano in ogni caso le previsioni del Piano Regionale di Tutela delle Acque.

32.05 Nell'ambito dell'area demaniale di sedime del fiume Adige e degli altri corsi d'acqua pubblici, di risorgive, laghetti ed acque pubbliche in genere, sono ammesse esclusivamente opere idrauliche, ed in ogni caso a salvaguardia e valorizzazione della risorsa idrica e dell'ecosistema.

32.06 Qualora approvati dall'autorità competente, sulla risorsa idrica sono ammesse opere destinate al disinquinamento, alla valorizzazione e fruizione naturalistico ambientale ed impianti per la produzione di energie rinnovabili.

32.07 Gli interventi e le opere ammesse nella aree di cui ai precedenti commi 32.04 e 32.05 dovranno, di norma, essere progettati e realizzati con tecniche di ingegneria naturalistica.

32.8 E' prescritta la conservazione e valorizzazione della vegetazione ripariale, salve le sistemazioni connesse ad esigenze di polizia idraulica e stradale.

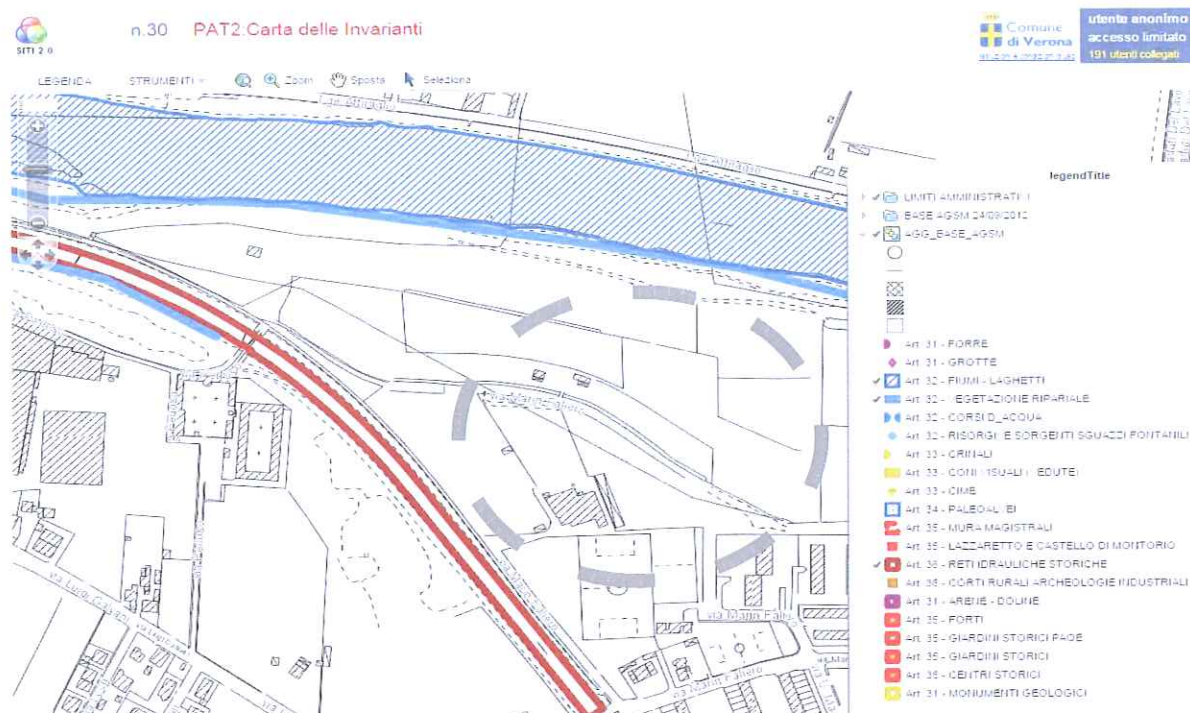


FIG. 8: ESTRATTO PAT_2 "CARTA DELLE INVARIANTI"²

² <http://mapserver4.comune.verona.it/siti/MG/igis.aspx> (Invarianti)

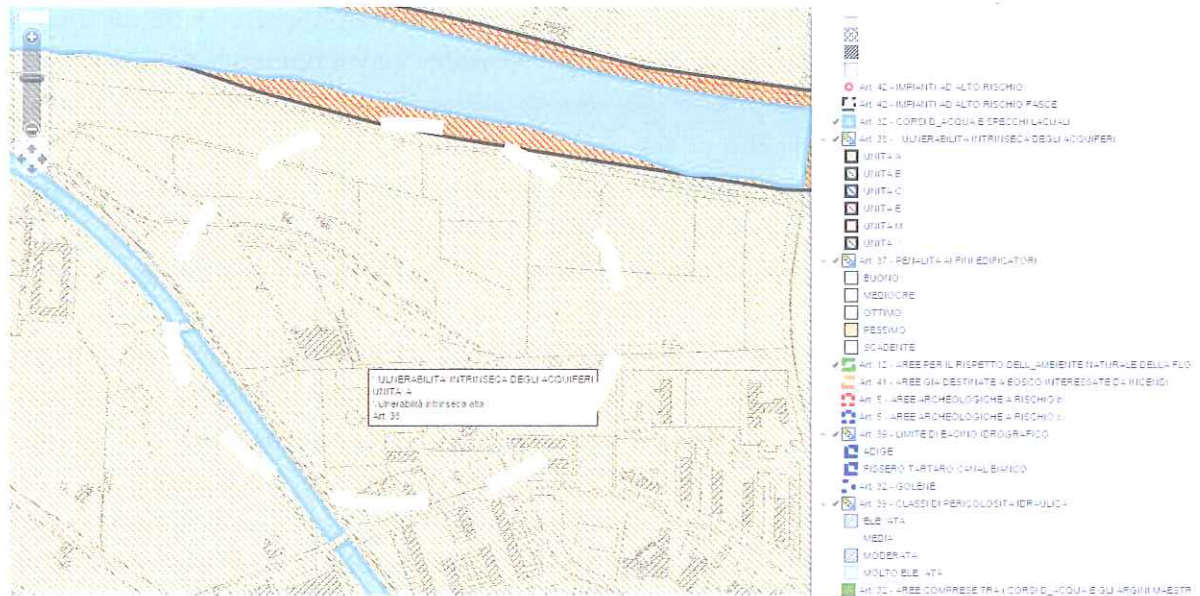


FIG. 9: ESTRATTO PAT_2 "CARTA DELLE FRAGILITÀ"- LEGENDA³

PENALITÀ AI FINI EDIFICATORI - art. 37		
>	TERRENO OTTIMO	
	TERRENO BUONO	
	TERRENO MEIOCRE	
	TERRENO SCADENTE	
	TERRENO PESSIMO	
VULNERABILITÀ INTRINSECA DEGLI ACQUIFERI - art. 38		
>	UNITA' E	
	UNITA' A	
	UNITA' M	
	UNITA' B	
	UNITA' C	

NORME TECNICHE DI ATTUAZIONE

37. Penalità ai fini edificatori, aree a bassa trasformabilità geologica.

37.2 Il P.I., tenuto conto delle previsioni del P.A.T. ed in relazione alla classificazione sismica del comune, provvederà a disciplinare la localizzazione e la progettazione degli interventi edificatori sulla base della classificazione di cui al successivo comma, ed in conformità alle Norme tecniche emanate con il D.M. 11/3/1988, ed all'art. 100 delle N.T.A. del P.A.Q.E. 37.03 Sulla base degli studi effettuati e della classificazione proposta, sono individuate cinque tipologie di tutela, a cui corrispondono le limitazioni all'attività edificatoria che seguono:

37.3 a) TERRENO OTTIMO: non c'è alcun limite all'edificabilità;

38. Vulnerabilità intrinseca degli acquiferi, invarianti o aree a bassa

³ <http://mapserver4.comune.verona.it/siti/MG/igis.aspx> (Fragilità)

trasformabilità geoambientali 38.07 Vulnerabilità intrinseca elevata--> 38.08 Unità A

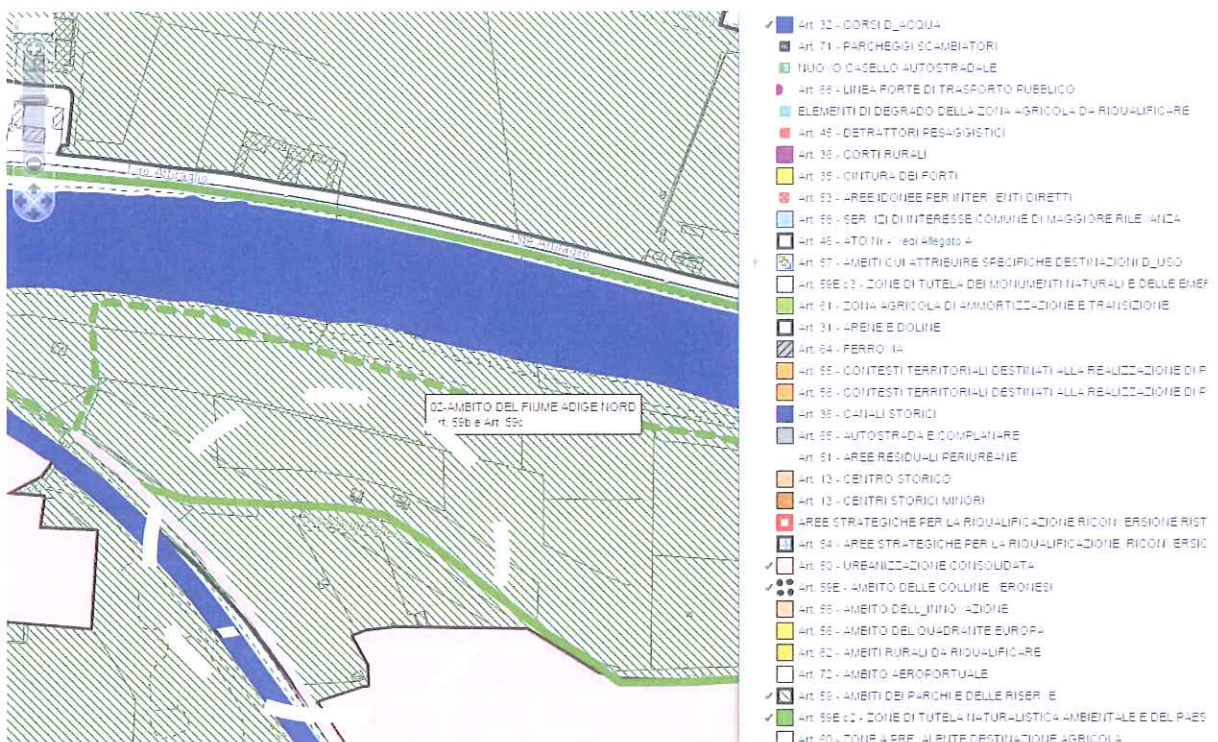
- Aree caratterizzate dalla presenza di alluvioni fluviali e fluvio-glaciali a composizione prevalentemente ghiaiosa e sabbiosa, ad elevata permeabilità primaria.
- Strati di alterazione superficiale di scarsa potenza.
- Morfologia pianeggiante, con cigli e scarpate di terrazzi alluvionali, alvei e paleoalvei.
- Dinamica geomorfologica prevalente: fluviale e fluvio-glaciale.
- Presenza di falda libera a profondità maggiore di 10 metri dal piano campagna.

PRESCRIZIONI E VINCOLI

In attesa dell'approvazione del P.I. gli interventi di tipo urbanistico ed edilizio e le opere di miglioramento fondiario, anche di tipo agronomico, in grado di incidere sull'oggetto di tutela di cui al presente articolo, dovranno essere compatibili con il grado di vulnerabilità intrinseca degli acquiferi indicato nelle direttive che precedono.

38.20 I progetti di PUA e gli interventi edilizi di cui alle lett. d), e) ed f), comma 1, art. 3 del D.P.R. 380/2001 potranno essere autorizzati e/o assentiti a condizione che rispettino le previsioni del Piano Regionale di Tutela delle Acque, adottato con D.G.R. 29 dicembre 2004, n° 4453. A tal fine, nella relazione geologica allegata al progetto, dovrà essere:

- a) dato esplicitamente atto del rispetto delle presenti direttive e prescrizioni;
- b) precisate le opere incidenti sulla vulnerabilità degli acquiferi;
- c) illustrate, anche progettualmente, le misure di tutela, salvaguardia e mitigazione proposte.



LA ZONA appartiene alla porzione della Valle dell'Adige che attraversa l'alta pianura veronese. L'area è posta su una superficie pianeggiante, a ridosso dell'attuale piana di divagazione del Fiume Adige. Le quote assolute si aggirano sui 67 [m] s.l.m. NEL COMPLESSO le condizioni geomorfologiche sono valutabili come stabili. Il sottosuolo non è stato oggetto di rilevanti asportazioni di materiale terroso. NON SI RILEVANO emergenze geomorfologiche che possano interferire con il progetto in oggetto.

5. INDAGINI GEOGNOSTICHE OPERATE

La fase di analisi geologica del sottosuolo, oltre che su precedenti indagini geologiche fatte nelle vicinanze, si è basata sul rilievo geologico di campagna e sull'esecuzione di indagini geognostiche di tipo diretto, secondo il seguente calendario:

- 1] In data 04/02/15 è stato svolto il rilievo geologico di campagna dell'area di progetto.
- 2] Il 04/02/15 sono state effettuate le indagini sismiche sul microtremore sismico mediante stazione singola Tromino.
- 3] Il 04/02/15 sono state effettuate le prove geognostiche consistenti in indagini geologiche di tipo diretto con Penetrometrie dinamiche del tipo DPM.
- 4] In passato è stato fatto uno scavo geognostico con mezzo meccanico nelle vicinanze.

Le prove penetrometriche dinamiche permettono di ricostruire la stratigrafia dei terreni interessati dall'intervento e di individuare i parametri geotecnici ed idrogeologici per la corretta impostazione progettuale. Il penetrometro utilizzato è di tipo dinamico "Medio". I dati tecnici strumentali del penetrometro sono: Penetrometro dinamico DPM 30 - 20.

TABELLA 6 : DATI TECNICI DPM 30 - 20

Peso del Maglio	kg	30
Altezza di caduta	m	0,20 - 0,50
Passo di lettura	m	0,1
Diametro	m	0,0356
Cono: Angolo	gradi	90
Area	cm ²	10
Aste: Peso	kg/m	1,95
Lunghezza	m	1

La prova consiste nel contare i colpi necessari per la penetrazione nel terreno della punta ogni 10 centimetri, secondo quanto previsto dalle procedure standard. Lo svolgimento di parte delle indagini geognostiche è disponibile sui web site: <http://youtu.be/OpLyL575pEs>
<http://youtu.be/rBhAgGBYuJI> <http://youtu.be/k9r6JS6ZC04> http://youtu.be/gUi6fL_2YOI

FIG. 11: PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPM



**FIG. 12: INDAGINE SISMICA
PASSIVA CON TROMINO**



TABELLA 7: CLASSIFICAZIONE ISSMFE DEI PENETROMETRI DINAMICI:

Tipo	Sigla di riferimento	Peso della massa M [kg]	Prof.max indagine battente [m]
Leggero	DPL (Light)	$M < 10$	8
Medio < >	DPM (Medium)	$10 < M < 40$	20-25
Pesante	DPH (Heavy)	$40 < M < 60$	25
Super pesante	DPSH	$M > 60$	25

Come riportato sopra il penetrometro utilizzato in questa consulenza è il DPM.

6. RISULTATI DELLE INDAGINI: MODELLO GEOLOGICO DEL SOTTOSUOLO

7. STRATIGRAFIA - CATEGORIE DEL SUOLO DI FONDAZIONE DEL SITO

La stratigrafia naturale, presente fino a circa 20 [m] di profondità, è costituita dalla sovrapposizione ed alternanza di diversi litotipi; può essere così descritta:

TAB. 8: MODELLO GEOLOGICO DEL PRIMO SOTTOSUOLO.

Litotipo 1: [L1] Strato superficiale; Suolo con sabbia e ghiaia e sostanza organica, con colorazione marrone scuro, lo spessore è compreso tra 0,4 [m] e 0,8 [m] di profondità, si tratta di sedimenti pedogenizzati con ghiaia. Si tratta di un suolo poco addensato e tendenzialmente semi-rigido essendo composto da terra incoerente. Il suolo è di origine alluvionali di alterazione superficiale, caratterizzati dalla decarbonatazione e da processi di humificazione. Tale suolo appare idoneo come terreno ad uso agricolo, specialmente per uso ortoflorovivaistico, d'altro canto esso presenta caratteristiche geotecniche modeste.

Litotipo 2: [L2] Strato sottostante ai litotipi "L1", strato con ghiaie e sabbie mediamente addensate. Sono depositi continentali di tipo alluvionale fluvioglaciale, caratterizzati da parametri geotecnici discreti. Le ghiaie sono di composizione calcarea, a granulometria eterogranulare e arrotondate è ben addensata. In questo strato è possibile riscontrare la presenza di locali livelli con prevalenza di limo sabbioso a forma di "lenti" con sviluppo orizzontale dell'ordine del metro. Nel complesso si tratta di materiali incoerenti a comportamento di tipo prevalentemente "rigido", ovvero non plastico, comunque di tipo mediamente addensato. In riferimento alla Classificazione USCS si

tratta di terreni classificabili come GP-GW. È utile suggerire che le fondazioni andranno poste con base nel litotipo 2. In riferimento alla **classificazione sismica la categoria di appartenenza è a partire dalla C "Depositi di ghiaia e sabbia mediamente addensate"** caratterizzati da valori di V_{s30} , riferibile alla zona e non al singolo sito, è compresa tra 180 e 360 [m/s] (con N_{spt} compresa tra 15 e 50 colpi). Lo spessore del litotipo "L2" è compreso tra 15 [m] e 20 [m] di profondità.

La falda acquifera non è stata intercettata durante le indagini svolte nelle vicinanze, si ritiene sia posta a profondità maggiore di 3 [m]. L'acquifero è permeabile per porosità.

Tale stratigrafia può essere assunta come indicativa del sottosuolo naturale (indisturbato) dell'area ove si realizzerà il progetto in oggetto.

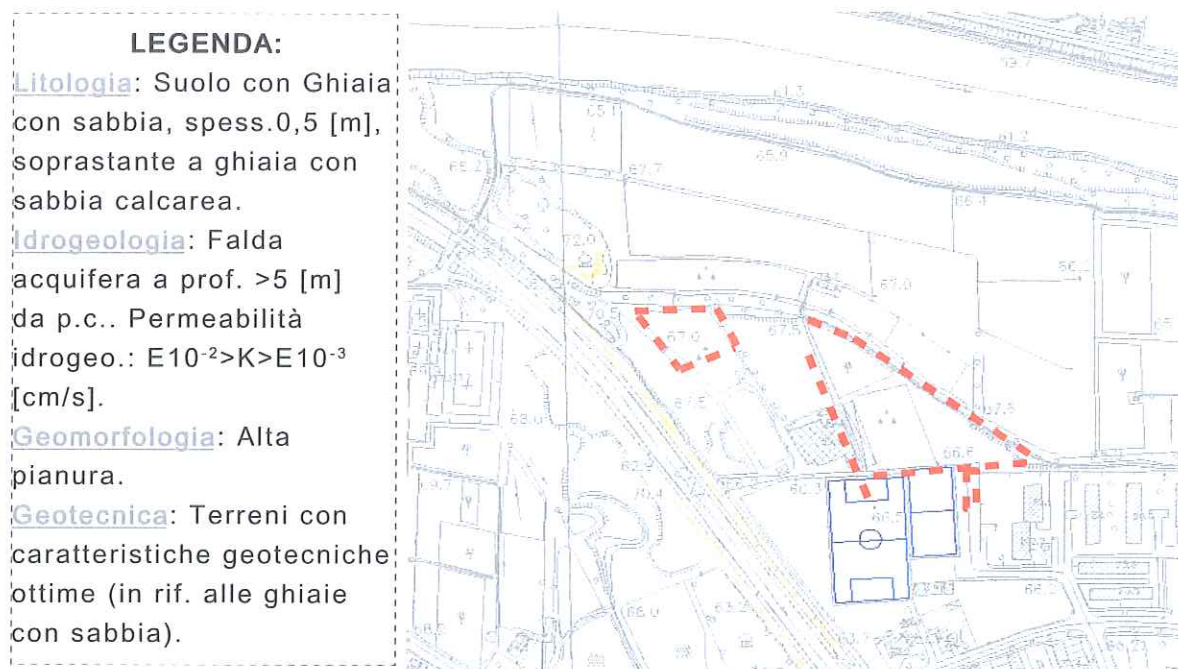


FIG. 13: CARTA GEOLOGICA

8. GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA E IDROGEOLOGIA DEL SITO

L'area presa in considerazione è pianeggiante, con quote assolute comprese tra 82 e 67 m s.l.m.; è stabile pur con moderato rischio di alluvionamento.

Nel complesso l'area si presenta con depositi superficiali disomogenei, in superficie i terreni sono prevalentemente sabbio ghiaiosi, al di sotto si ritrovano ghiaie sabbiose. Tale disomogeneità è da mettere in correlazione con la dinamica erosiva-deposizionale del principale agente di modellazione geomorfologica del sito: ovvero i torrenti fluvio-glaciali.

Tali depositi alluvionali sono contraddistinti da elevata permeabilità; ciò facilita

l'infiltrazione di acqua nel terreno, influenzando in tal modo il reticolo idrografico superficiale. Nel territorio sono distribuiti frequenti canali artificiali, gestiti dal Consorzio di bonifica competente. La falda acquifera è di tipo freatico, si ritiene che la falda si attesti alla profondità compresa tra -5 e -7 [m] a partire dal piano campagna presente.

Tale livello è fluttuante in senso verticale e risente del regime delle precipitazioni e dell'irrigazione agricola. L'acquifero è permeabile per porosità ed ha un drenaggio superficiale rapido. La direzione di deflusso superficiale della falda acquifera è da N-NW a S-SE.

Dalle ricerche bibliografiche condotte la zona si delinea non soggetta a fenomeni di subsidenza particolarmente penalizzanti.

L'idrografia superficiale è caratterizzata dal Fiume Adige che si trova a pochi metri di distanza.

L'acquifero presenta le seguenti caratteristiche:

- Avente una permeabilità legata alla porosità;
- La presenza di terreni generalmente permeabili con $1 \times 10^{-2} \geq k \geq 1 \times 10^{-3}$ [cm/s] fino alla profondità di 10 [m] al di sotto dell'attuale piano campagna.

La presenza di un consistente strato di ghiaia nei primi 10 [m] consente di valutare la vulnerabilità dell'acquifero come elevata.

9. PERICOLOSITÀ GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA E FATTIBILITÀ DEL SITO

Dal punto di vista della Pericolosità e della Fattibilità geologica, in base a quanto indicato nei vigenti studi geologici a scala comunale e sovracomunale, l'area può essere considerata idonea a condizione che per ciascun progetto edificatorio siano rispettate le norme vigenti in materia.

In riferimento alla geomorfologia, nell'intorno non sono presenti fattori di pericolosità quali versanti instabili.

Dal punto di vista tettonico nell'area di intervento non sono evidenti faglie tettoniche. La vulnerabilità intrinseca degli acquiferi viene definita come elevata; si dovrà comunque evitare di sversare sul suolo sostanze nocive in quanto andrebbero ad inquinare direttamente, e rapidamente, la falda acquifera.

10. PARAMETRI GEOTECNICI NATURALI

Nel corso dei lavori di scavo effettuati recentemente nelle vicinanze, in considerazione del tipo terreno naturale riscontrato, si è potuto dare un'indicativa valutazione delle caratteristiche meccaniche del sottosuolo, misurando con l'inclinometro l'inclinazione dei cumuli di detrito, costituiti dal materiale estratto nelle fasi di scavo e realizzati in modo opportuno.

Infatti, dal momento che per tali tipologie di terreno la coesione è pressoché pari a zero, un pendio risulta stabile solo se la sua inclinazione è uguale o inferiore all'inclinazione naturale del materiale che lo costituisce. In altre parole l'angolo

corrispondente a tale inclinazione è in relazione all'angolo d'attrito interno.

I cumuli si dispongono secondo il proprio angolo di inclinazione naturale, che corrisponde all'angolo di attrito interno: questo valore corrisponde in realtà a quello minimo tra i possibili valori dell'angolo di attrito. In base alle misure effettuate, secondo direzioni tra loro ortogonali, si può notare che la frequenza massima di valori, per il litotipo L2, si ha per $\phi = 36^\circ$. Ad integrazione ed al fine di una maggiore precisione, si è adottato il cosiddetto metodo osservazionale proposto da Sanglerat. Questo consente una stima del valore dell'angolo d'attrito $-\phi-$, anche sulla base di alcuni aspetti quali:

- il grado di addensamento;
- la forma e la rugosità dei grani;
- la dimensione dei grani;
- la granulometria;

e precisamente : $\varphi = 36^\circ + \varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3 + \varphi_4$ dove:

TABELLA 9: VALORI DELL'ANGOLO DI ATTRITO INTERNO DI MATERIALI GHIAIOSO-SABBIOSI (L2):

Compattezza	ϕ_1	molle	-6°
		media	$\rightarrow 0$
		serrata	$+ 6^\circ$
Forma e rugosità dei grani	ϕ_2	spigolosa	$+ 1^\circ$
		media	0
		arrotondata	$\rightarrow -3^\circ$
		assai arrotondata	-5°
Grossezza dei grani	ϕ_3	sabbia	0
		ghiaia fine	$+ 1^\circ$
		ghiaia grossa	$\rightarrow + 2^\circ$
Granulometria	ϕ_4	uniforme	$- 3^\circ$
		media	$\rightarrow 0$
		estesa	$+ 3^\circ$

Prendendo in considerazione le situazioni evidenziate si è ottenuto un valore dell'angolo d'attrito ϕ pari a $35,0^\circ$. È possibile riassumere i valori dei parametri geotecnici da considerare.

Per il calcolo dei parametri geotecnici sono stati considerati i seguenti riferimenti teorici:

Angolo d'attrito interno = Road Bridge Specification. Coesione non drenata = Terzaghi & Peck. Densità relativa = Gibbs & Holtz. In base ai risultati ed alle elaborazioni precedenti suggeriamo l'impiego dei seguenti parametri geomeccanici:

TABELLA 10: PARAMETRI GEOTECNICI DI RIFERIMENTO PER L2.

Peso di volume	γ	[t/m ³]	Da 1,8 a 1,85
Angolo d'attrito (L2)	ϕ	(°)	Da 32 a 38
Coesione non drenata (L2)	C_u	[kg/cm ²]	Da 0,00 a 0,01
Densità relativa (per le sabbie L2)	D_r	%	Da 70 a 80

Si tratta di parametri geotecnici buoni se riferiti al Litotipo L2. Per i litotipo L1 (suolo) non è possibile definire i parametri geotecnici in quanto la variabilità degli stessi è molto ampia.

11. STUDIO PLUVIOMETRICO

A Villafranca di Verona (Lat. 45°22'; Long. 1°17', quota 54 [m] slm) è presente una stazione meteorologica che ha permesso di effettuare delle valutazioni di tipo pluviometrico; ad esempio sono stati rilevati i valori di precipitazione annuale media (820 [mm/anno]) ed i valori massimi e minimi nel ventennio 1970-1991 (rispettivamente 1450 e 530 [mm/anno]). Di seguito una tabella riassuntiva con i dati pluviometrici e termometrici del ventennio di riferimento:

TAB. 11: PRECIPITAZIONI STAZ. METEOROLOGICA VILAFRANCA
DATI DI PRECIPITAZIONE UTILIZZATI

ANNO	15 min	30 min	45 min	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
	h (mm)	h (mm)	h (mm)	h (mm)	h (mm)	h (mm)	h (mm)	h (mm)
1964	15,6	32,6	33,4	33,4	39,4	39,4	42,0	51,2
1965	10,0	14,6	15,2	17,2	29,6	39,6	56,0	62,8
1966	19,8	26,0	35,4	47,0	66,8	68,0	68,0	68,2
1967		15,8	16,8	21,0	36,0	65,6	68,0	68,0
1968	17,0	23,6	24,6	25,0	25,4	40,2	41,0	55,2
1969	4,0	6,6	8,4	10,2	21,0	31,2	33,2	45,4
1970	12,8	21,2	24,8	25,8	26,8	27,0	27,0	30,8
1971	18,2	20,8		21,2	25,0	26,4	35,0	35,2
1974	34,0	50,0	50,4	51,0	53,8	56,8		
1975	17,6	25,4	31,4	12,4	17,2	66,6	66,6	80,2
1976	19,0	24,4	25,2	26,0	32,2	35,0	40,0	60,4
1979	18,0	23,0	23,6	23,6	27,4	36,0	48,0	65,4
1980	18,0	20,0	24,0	25,6	26,0	26,2	38,0	79,0
1981	17,8	21,8	22,0	21,8	25,4	28,6	33,4	34,8
1985	9,6	11,6	11,6	11,8	21,0	36,0	36,0	49,6
1986	16,2	20,2	22,5	30,5	40,0	41,0	47,8	52,6
1987	17,0	38,0	45,0	58,8	60,0	68,8	90,4	93,0
1988	18,2	22,0	23,2	23,4	29,8	36,4	43,8	55,4
1989	20,0	31,6	32,4	34,2	50,8	64,0	80,6	80,6
1990	8,6	13,6	14,6	14,8	17,6	21,8	44,6	71,2
1991	16,8	17,0	17,2	19,0	19,6	29,0	44,0	76,0

L'andamento delle precipitazioni è caratterizzato da due massimi poco pronunciati, uno in primavera ed uno in autunno. Dalle serie storiche si osserva che pur essendo registrato un sostanziale trend di diminuzione delle precipitazioni si sono acuiti i fenomeni estremi di violenti scrosci e periodi di scarse precipitazioni. Da un punto di vista termometrico la temperatura media di circa 13° C è caratterizzata da valori massimi nel mese di luglio (valore medio di 25°C) e valori minimi nel mese di gennaio (medio 2°C); anche in questa zona è possibile registrare l'andamento mondiale di aumento delle temperature medie annue. Altri dati pluviometrici sono stati ricavati dalla stazione di Rilevamento presente in centro storico a Verona:

TAB. 12: PRECIPITAZIONI STAZ. METEOROLOGICA VERONA

ID

Stazione

5136

Verona

Serie selezionate

5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti, 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore, 1 giorno, 2 giorni, 3 giorni, 4 giorni, 5 giorni

Coordinate del punto selezionato (lat, lon):

(45,43000; 10,99000)

Quota del punto selezionato (m s.l.m.):

61,47

Distanza dalla stazione di misura (km):

0,000

Differenza di quota della stazione (m):

-1,5

Rapporto

stazioni

di misura

Stazione:

Verona

Codice Hydroliner:

5136

Codice Ente gestore:

00500

Ente gestore:

SIMN

Strumento:

Pluviometro

Regione:

Veneto

Provincia:

Verona

Latitudine:

45,4300000

Longitudine:

10,9900000

Altitudine:

60,0

In servizio:

si

	Durata	Dimensione serie	Anno iniziale	Anno finale	Minimo	Massimo
✓	5 minuti	4	1954	1987	6,2	20,0
✓	10 minuti	8	1932	1987	8,0	30,0
✓	15 minuti	33	1934	1996	8,4	49,6
✓	20 minuti	9	1935	1988	8,6	23,8
✓	30 minuti	29	1933	1996	6,4	44,6
✓	1 ora	51	1928	1996	10,8	52,6
✓	3 ore	51	1928	1996	14,0	82,6
✓	6 ore	51	1928	1996	17,4	118,8
✓	12 ore	51	1928	1996	20,0	133,6
✓	24 ore	51	1928	1996	25,6	136,8

Page 1 of 2 (15 items)

1

2

>

Rapporto stazioni di misura

Stazione: Verona
 Codice Hydrolin: 5136
 Codice Ente: 00500
 gestore:
 Ente gestore: SIMN
 Strumento: Pluviometro
 Regione: Veneto
 Provincia: Verona
 Latitudine: 45,4300000
 Longitudine: 10,9900000
 Altitudine: 60,0
 In servizio: si

ID

Stazione

5136

Verona

Serie selezionate

5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti, 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore, 1 giorno, 2 giorni, 3 giorni, 4 giorni, 5 giorni

Coordinate del punto selezionato (lat, lon):

(45,43000; 10,99000)

Quota del punto selezionato (m s.l.m.):

61,47

Distanza dalla stazione di misura (km):

0,000

Differenza di quota della stazione (m):

-1,5

Rapporto stazioni di misura

	Durata	Dimensione serie	Anno iniziale	Anno finale	Minimo	Massimo
✓	1 giorno	49	1944	1996	21,2	87,8
✓	2 giorni	49	1944	1996	23,8	108,2
✓	3 giorni	49	1944	1996	26,1	109,6
✓	4 giorni	49	1944	1996	34,6	119,0
✓	5 giorni	49	1944	1996	36,3	119,0

Page 2 of 2 (15 items) < 1 2

Stazione:

Verona

Codice Hydrolinfa:

5136

Codice Ente gestore:

00500

Ente gestore:

SIHN

Strumento:

Pluviometro

Regione:

Veneto

Provincia:

Verona

Latitudine:

45,4300000

Longitudine:

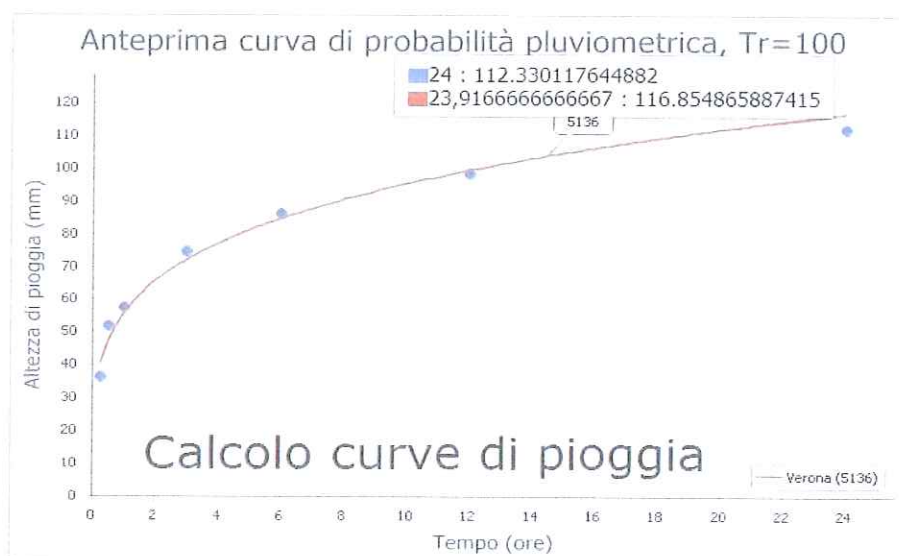
10,9900000

Altitudine:

60,0

Rapporto stazioni di misura

Stazione: Verona
 Codice Hydrolin: 5136
 Codice Ente: 00500
 gestore:
 Ente gestore: SIMN
 Strumento: Pluviometro
 Regione: Veneto
 Provincia: Verona
 Latitudine: 45,4300000
 Longitudine: 10,9900000
 Altitudine: 60,0
 In servizio: si



ID	Stazione
✓ 5136	Verona

Attraverso studi statistici per la determinazione dei precedenti parametri e considerando tempi di ritorno pari a 5, 10, 20, 50, 100 e 200 anni si è arrivati alla redazione della tabella seguente che riporta le altezze di pioggia h , al variare della durata t dell'evento e del suo tempo di ritorno T_r . L'elaborazione statistica - probabilistica dei dati in possesso, è avvenuta attraverso la legge di distribuzione delle probabilità di Gumbel descritta dalle seguenti equazioni.

in cui:
$$P(h) = e^{-e^{-\alpha(h-u)}} \quad T_r = \frac{1}{1 - P(h)}$$

- $P(h)$ esprime la probabilità di non superamento del valore h - altezza di pioggia per un determinato tempo di ritorno T_r .
- a e u parametri della distribuzione di Gumbel, sono stimati attraverso il metodo dei momenti.

TAB. 13: PARAMETRI DELLA DISTRIBUZIONE DI GUMBEL
DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI DELLA CURVA DI PROBABILITA' DI GUMBEL

	15 min	30 min	45 min	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
$\alpha =$	0,22	0,14	0,12	0,10	0,09	0,08	0,08	0,08
$u =$	13,87	18,53	20,88	21,18	26,89	34,91	41,07	53,56

Effettuando un'interpolazione con il metodo dei minimi quadrati delle altezze di pioggia ottenute per le diverse durate dall'analisi probabilistica, è stato possibile determinare i valori di " a " e " n " delle curve di possibilità climatica per diversi tempi di ritorno. I parametri ricavati sono i seguenti:

TAB. 14: PARAMETRI DELLE CURVE DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICHE

T_r	durata < 1 ora		Durata >= 1 ora	
	a	n	a	n
5	37,12	0,40	35,09	0,22
10	44,61	0,43	42,46	0,21
50	61,10	0,46	69,00	0,18

Le curve di possibilità pluviometrica sono rappresentate nella seguente immagine.

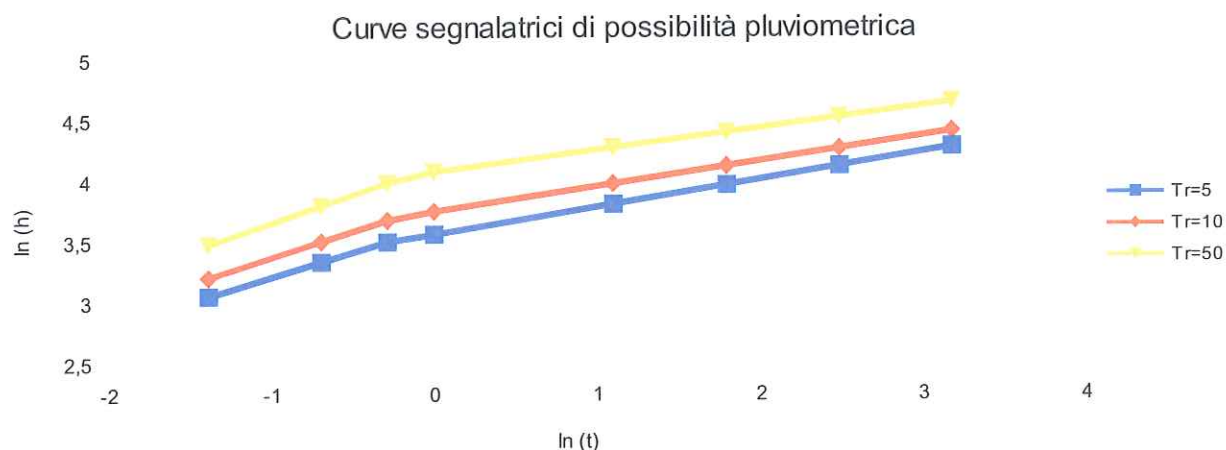


FIG. 14: CURVE DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA
(per tempi di ritorno pari a 5, 10 e 50 anni)

12. DETERMINAZIONE DELLA PRECIPITAZIONE SIGNIFICATIVA

Il tempo di ritorno significativo per lo studio di compatibilità idraulica, è suggerito dalla Normativa e risulta essere pari a $Tr = 50$ anni. La curva su cui far riferimento è quella esposta nella seguente tabella.

TAB. 15: ALTEZZE E INTENSITÀ DI PIOGGIA PER TR=50 ANNI

Durata (ore)	Tr=50	
	h (mm)	i (mm/h)
0,25	32,35	129,40
0,5	44,46	88,92
0,75	53,55	71,40
1	69,00	69,00
3	71,50	23,83
6	80,95	13,49
12	91,64	7,64
24	103,74	4,32

Graficamente:

Ietogramma di riferimento

Tr = 50 anni

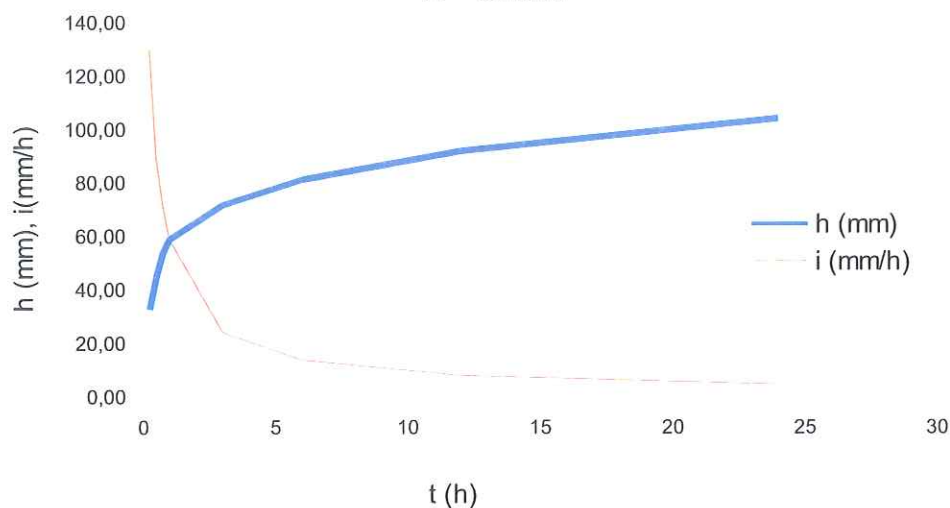


FIG. 15: ALTEZZE E INTENSITÀ MASSIME DI PIOGGIA PREVISTE
con tempo di ritorno TR=50 anni

La durata di pioggia da considerare, corrisponde al tempo di corrivazione critico per le aree da trasformare: tempo teoricamente richiesto ad una goccia d'acqua per raggiungere la sezione di chiusura partendo dal punto più distante.

Per la determinazione di tale tempo esistono diverse formule empiriche, che danno luogo a risultati differenti tra loro. Nel caso in oggetto è stato ritenuto opportuno considerare un tempo di corrivazione pari a 1 ora, che trova corrispondenza con la formula proposta da Ventura:

$$t = 7,56 \times A^{0,5} = 0,95 = 1 \text{ [h]}$$

Tale durata di pioggia corrisponde ad un'altezza h di 69 [mm] e un'intensità di pioggia i pari a 69 [mm/h].

13. VALUTAZIONE DEL COEFFICIENTE DI DEFLUSSO

Il coefficiente di deflusso fornisce il valore percentuale di precipitazione netta che giunge in deflusso superficiale e che quindi contribuisce alla crescita del volume d'acqua che deve essere smaltito dal terreno. Esso dipende sostanzialmente dalla permeabilità del suolo e quindi dalla tipologia di copertura. Può assumere valori da 0 (se il terreno è molto permeabile e tutta l'acqua si infiltra) a 1 (in corrispondenza di terreno completamente impermeabile). La D.G.R. 1841 del 2007 fornisce i valori del coefficiente di deflusso da assumere nelle valutazioni di invarianza, essi sono illustrati nella seguente tabella:

TAB. 16: COEFFICIENTE DI DEFLUSSO DA CONSIDERARE (D.G.R. 1841/07) TIPO DI COPERTURA

Aree agricole.	0,1
Superfici permeabili (aree verdi).	0,2
Superfici semi-permeabili (grigliati drenanti con sottostante materiale ghiaioso, strade in terra battuta o stabilizzato,...)	0,6
Superfici impermeabili (tetti, terrazze, strade, piazzali,...)	0,9

14. CALCOLO DEL VOLUME DI INVASO

La determinazione della portata critica in uscita dalle aree oggetto di studio è stata sviluppata utilizzando il metodo razionale. Il metodo considera la portata come il prodotto tra il valore della superficie, l'intensità di pioggia e un coefficiente riduttivo che dipende dal coefficiente di deflusso e da un coefficiente di ritardo. L'equazione utilizzata è la seguente:

$$Q = \frac{C \cdot i \cdot A}{1000}$$

Dove:

- Q (m³/s) il volume di acqua orario da smaltire calcolato per le aree considerate
- i (mm/h) rappresenta l'intensità di pioggia considerata
- A (m²) è la superficie dell'area interessata da trasformabilità
- C (-) è il coefficiente riduttivo e rappresenta il prodotto tra il coefficiente di deflusso ϕ , precedentemente determinato, e il coefficiente di ritardo ψ : $C = \phi \cdot \psi$. Nel presente studio si è ritenuto opportuno considerare il coefficiente di ritardo pari a 1. Quindi $C = \phi$.

Per il calcolo del volume d'acqua smaltita in condizione ante opera, essendo il suolo ad uso agricolo è stato scelto un coefficiente di deflusso pari a 0,1. In seguito sono esposti i calcoli effettuati per le aree incluse nel presente progetto. Allo stato attuale, prima della trasformazione, la portata d'acqua da gestire è così determinata:

Classificazione area	superficie (m ²)	Tipo di copertura	C	i (mm/h)	Q (m ³ /h)
Ambito di lottizzazione	11957	agricola	0,1	69	82,5
Totale:	11957				82,5

TAB. 18: DETERMINAZIONE DELLA PORTATA DA SMALTIRE POST OPERA

Rif.	Classificazione area	superficie (m²)	Tipo di copertura	C	i (mm/h)	Q (m³/h)
A	Lotto 1: verde pubblico (Parco Adige)	2.129	verde	0,2	69	29,38
B	Lotto 1: pista ciclabile	250	semipermeabile	0,6	69	10,35
C	Lotto 2 A: verde pubblico (Parco Adige)	3.810	verde	0,2	69	52,58
D	Lotto 2 A: pista ciclabile	700	semipermeabile	0,6	69	28,98
E	Lotto 2 B: superficie nuove residenze	815	impermeabile	0,9	69	50,61
F	Lotto 2 B: verde privato	3.840	agricola	0,1	69	26,5
G	Lotto 2 B: parcheggi (residenziali e per servizi sportivi), strade e marciapiedi – sono in conglomerato ecologico.	345	semipermeabile	0,6	69	14,28
	Totale:	11.889				212,68

TAB. 19: DETERMINAZIONE DEL VOLUME DI INVASO

Q ante-opera (m³/h)	Q post-opera (m³/h)	Q da gestire (m³/h)	t critico (h)	V (m³)	Q (l/s)
82,5	212,68	130,18	1	130,18	36,16

È quindi necessario prevedere un volume di invaso di circa 130,18 [m³]. In considerazione della litologia e delle caratteristiche idrogeologiche presenti, si ritiene che l'aumento della portata per effetto delle variazioni delle condizioni naturali di permeabilità del suolo possa essere considerato pari a: 130,18 m³/h x 50%⁴, ovvero 65,09 m³/h che corrispondono a 18,08 [l/s].

⁴D.G.R. 1322 del 10/05/06 (PAG. 6/8)

15. MISURE COMPENSATIVE

Il sistema di drenaggio delle acque meteoriche dell'area indagata nell'ambito del presente progetto, in riferimento alle indicazioni delle DGR 3637/2002, D.G.R. 1322 del 10/05/06 e alla DGR 1841/2007 dovrà garantire il principio dell'invarianza idraulica, ovvero dovrà indicare le misure compensative atte a mantenere inalterata la portata di piena del corpo idrico ricettore ovvero della capacità di assorbimento del suolo a seguito della trasformazione dell'uso del suolo del territorio. Attualmente nell'area non sono presenti sistemi di raccolta e convogliamento delle acque meteoriche, essendo costituita da terreni agricoli.

In prima istanza le misure compensative sono state individuate nei pozzi disperdenti. La realizzazione dei pozzi disperdenti garantisce l'aumento dell'infiltrazione nel sottosuolo con un'adeguata velocità nel rispetto del principio di invarianza idraulica. Si tratta di una soluzione comunemente utilizzata per dilatare i tempi di dispersione delle acque piovane negli acquiferi più superficiali. **La posizione del pozzo sarà nel Lotto 2B perché è in quel lotto che sono presenti le maggiori trasformazioni.**

I possibili vantaggi nella realizzazione dei pozzi disperdenti risultano:

1. Possibilità di essere localizzati sotto la superficie pavimentata esterna ai fabbricati previsti, senza l'obbligo di dover acquisire altre terreni.
2. Garanzie in termini di conservazione delle naturali condizioni del ciclo dell'acqua per la parte relativa all'infiltrazione nel sottosuolo.
3. Costo relativamente contenuto rispetto ad altre soluzioni idrauliche.
4. Limitata manutenzione e operazioni di controllo.

Il calcolo del dimensionamento dei pozzi disperdenti è il seguente:

1) Dimensioni pozzo dispersante:

A] Raggio (R): 1,5 [m] B] Altezza superficie laterale dispersante - $h = 3$ [m].

La superficie filtrante del fondo - $S1 = \text{Risulta } (\pi R^2) = 7,065 \text{ [m}^2\text{]}$

La superficie filtrante laterale - $S2 = \text{Risulta } (2\pi R h) = 28,26 \text{ [m}^2\text{]}$

B] Permeabilità del sottosuolo $k = 1 \times 10^{-3} \text{ [m/s]} \rightarrow 0,001 \text{ [m/s]}$.

Si stimano i seguenti contributi disperdenti per ciascun pozzo dispersante:

- * Contributo dispersione del fondo del pozzo cilindrico:
 - $S1 \times k = 7,065 \text{ [m}^2\text{]} \times 1 \times 10^{-3} \text{ [m/s]} = 0,00706 \text{ [m}^3\text{/s]} = 7,06 \text{ [l/s]}$
- * Contributo dispersione della superficie laterale del pozzetto cilindrico:
 - $S2 \times k = 28,26 \text{ [m}^2\text{]} \times 1 \times 10^{-3} \text{ [m/s]} = 0,02826 \text{ [m}^3\text{/s]} = 28,26 \text{ [l/s]}$

Nel complesso la portata dispersante di ogni pozzo può essere stimata intorno a 35,32 [l/s]. Pertanto dovendo gestire un volume di acqua pari a 18,08 [l/s] il numero dei pozzi disperdenti da prevedere dovrà essere 1.

Per garantire l'efficienza drenante del pozzo dispersante nell'intorno del pozzo cilindrico è necessario giustapporre del terreno granulare grossolano con diametro non inferiore a 20 [cm] confinato da un geotessuto, tessuto

non tessuto per impedire il trasporto di particelle granulari nel pozzo disperdente dal terreno circostante. Per la posa in opera occorre tenere in considerazione queste fasi operative:

- * Esecuzione dello scavo: eseguito con mezzo meccanico, deve essere eseguito con le pareti laterali verticali oppure con l'inclinazione secondo la tipologia del terreno (vedere Tab. 3: Parametri geotecnici - Angolo d'attrito interno) e dimensionato in modo che possa consentire lo svolgimento delle operazioni di lavoro.
- * Formazione della fondazione/ piano di posa: la capacità portante del "pozzo perdente" dipende dalla corretta preparazione del piano di posa: in sostituzione della platea di fondo, si pone uno strato di pietrame e pietrisco per uno spessore di circa 40-50 cm;
- * Posa del "pozzo perdente": gli "anelli forati" in calcestruzzo devono essere posizionati l'uno sull'altro senza che la sigillatura dei giunti; intorno alla parete forata del "pozzo perdente" si pone uno strato di pietrisco, sistemato anch'esso ad anello, per uno spessore in senso orizzontale di circa 80-100 cm: il pietrame in corrispondenza delle "feritoie" deve avere una grossezza maggiore rispetto a quello posto più esternamente, per facilitare il deflusso delle acque;
- * Copertura del "pozzo": la tipologia dell'elemento di copertura da utilizzare è strettamente correlata ai carichi di esercizio d'uso.
- * I pozzi (nel caso fossero più di uno) dovranno essere tra loro collegati da appositi tubi.

Nella realizzazione di tali volumi, è necessario tenere conto della posizione della falda acquifera per non interferire negativamente con essa. Nello specifico, la falda si trova a profondità maggiore di 5 [m] dal piano campagna. Per questo i volumi ricavati dovranno mantenersi in posizioni più elevate di tale quota.

Per quanto sinora esposto deriva che: con riferimento agli aspetti idraulici e idrogeologici ed ai disposti della vigente normativa, non risulta sussistere alcun condizionamento negativo alla fattibilità degli interventi previsti negli elaborati progettuali, fermo restando l'applicazione delle corrette regole costruttive.

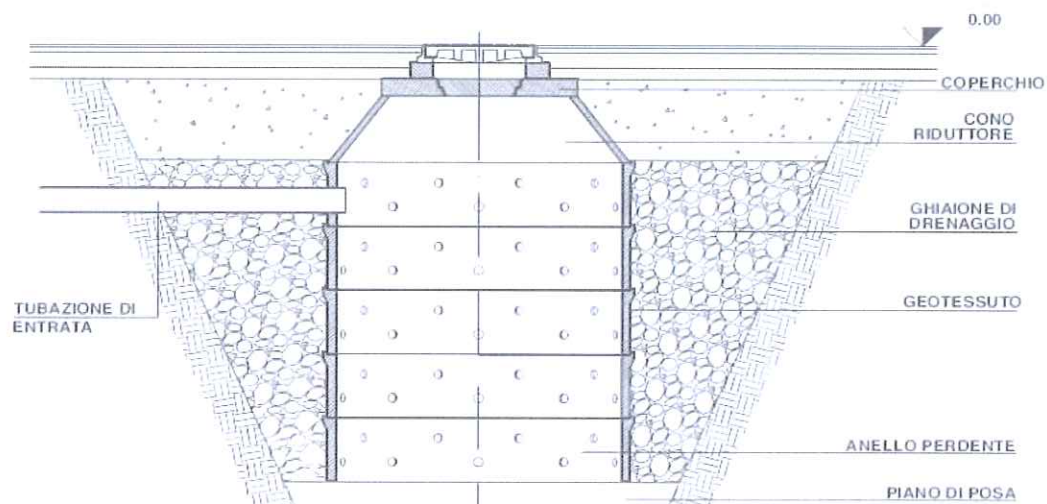


FIG. 16: SCHEMA DI RIFERIMENTO MESSA IN OPERA DEL POZZO DISPERDENTE



FIG. 17: FOTO DI RIFERIMENTO MESSA IN OPERA DEL POZZO DISPERDENTE

TABELLA 20: BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO.

Autore	Titolo	Editore
Beta Studio s.r.l. e Enel Hydra s.p.a.	PAI: Piano di Assetto Idrogeologico	Reg. Lombardia - Aut. di Bacinò del Fiume Fissero Tartaro Canalbianco - Reg. Veneto
Autorità di Bacinò del Fiume Adige	Piano di Stralcio per la Tutela dal rischio idrogeologico bacino Adige - R. Veneto 1° variante	
Comune di Verona Regione Veneto	P. I. Comune di Verona Piano di tutela delle acque NTA Regione Veneto	

TABELLA 21: CASE HISTORY.

Rif. Int.	Titolo	Committente
0681-0723-0902-0933 1171 1322	Cons. idrauliche e idrogeologiche	Vari

R E S P O N S A B I L E :
M E L L I D R . M A R C O
WWW.CONSULENZEMARCOMELLI.EU
U F F I C I :
1] VILLAFRANCA DI VERONA (VR) VIA L. FANTONI, N. 15
2] SUZZARA (MN) VIA GUIDO, N. 12
T.M. 3358427595 E-MAIL: MELLI.GEO@TIN.IT
FAX 02700426729 SKYPE: MARCO.MELLI.66
SUZZARA-VILLAFRANCA, MARZO DUEMILAQUINDICI



Marco Melli



INDICE GENERALE DEI PARAGRAFI, DELLE FIGURE E DELLE TABELLE

1. RIFERIMENTI NORMATIVI.....	2
TABELLA 1: RIFERIMENTI NORMATIVI.....	2
2. PREMESSA.....	4
TABELLA 2: RIFERIMENTI CATASTALI P.U.A.....	5
3. DESCRIZIONE DEL PROGETTO.....	5
FIG. 1: LOCALIZZAZIONE P.U.A. DA P.I.....	6
FIG. 2: LOCALIZZAZIONE P.U.A.....	6
FIG. 3: LOCALIZZAZIONE P.U.A. POST OPERA	7
FIG. 4: ORTOFOTO CON LOCALIZZAZIONE P.U.A.....	7
FIG. 5: SCHEDA NORMA 98 DA P.I. VIGENTE.....	8
TABELLA 3: DESCRIZIONE DELLE STRUTTURE ATTUALI DELL'AREA P.U.A. SAVAL	8
FIG. 6: ESTRATTO DI MAPPA CATASTALE CON PROIEZIONE LOTTI DEL P.U.A.....	9
TABELLA 4: DESCRIZIONE DELL'AREA P.U.A. SAVAL ATTUALE IN RIFERIMENTO ALLA RIPARTIZIONE IN LOTTI.....	10
TABELLA 5: DESCRIZIONE DELLE STRUTTURE FUTURE DELL'AREA P.U.A. SAVAL	10
4. INQUADRAMENTO TERRITORIALE.....	11
FIG. 7: ESTRATTO PAT_1 "CARTA DEI VINCOLI"- LEGENDA.....	11
FIG. 8: ESTRATTO PAT_2 "CARTA DELLE INVARIANTI".....	12
FIG. 9: ESTRATTO PAT_2 "CARTA DELLE FRAGILITÀ"- LEGENDA.....	13
FIG. 10: ESTRATTO PAT_2 "CARTA DELLE TRASFORMABILITÀ".....	14

5.INDAGINI GEOGNOSTICHE OPERATE.....	15
TABELLA 6: DATI TECNICI DPM 30– 20.....	15
FIG. 11: PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPM.....	15
FIG. 12: INDAGINE SISMICA PASSIVA CON TROMINO.....	16
TABELLA 7: CLASSIFICAZIONE ISSMFE DEI PENETROMETRI DINAMICI:.....	16
6.RISULTATI DELLE INDAGINI: MODELLO GEOLOGICO DEL SOTTOSUOLO.....	16
7.STRATIGRAFIA - CATEGORIE DEL SUOLO DI FONDAZIONE DEL SITO.....	16
TAB. 8: MODELLO GEOLOGICO DEL PRIMO SOTTOSUOLO.....	16
FIG. 13: CARTA GEOLOGICA.....	17
8.GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA E IDROGEOLOGIA DEL SITO.....	17
9. PERICOLOSITÀ GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA E FATTIBILITÀ DEL SITO.....	18
10. PARAMETRI GEOTECNICI NATURALI.....	18
TABELLA 9: VALORI DELL'ANGOLO DI ATTRITO INTERNO DI MATERIALI GHIAIOSO-SABBIOSI (L2):	19
TABELLA 10: PARAMETRI GEOTECNICI DI RIFERIMENTO PER L2.....	20
11.STUDIO PLUVIOMETRICO.....	20
TAB. 11: PRECIPITAZIONI STAZ. METEOROLOGICA VILAFRANCA.....	20
TAB. 12: PRECIPITAZIONI STAZ. METEOROLOGICA VERONA.....	21
TAB. 13: PARAMETRI DELLA DISTRIBUZIONE DI GUMBEL.....	22
TAB. 14: PARAMETRI DELLE CURVE DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICHE.....	22
FIG. 14: CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA.....	22
12.DETERMINAZIONE DELLA PRECIPITAZIONE SIGNIFICATIVA.....	23
TAB. 15: ALTEZZE E INTENSITÀ DI PIOGGIA PER TR=50 ANNI.....	23
FIG. 15: ALTEZZE E INTENSITÀ MASSIME DI PIOGGIA PREVISTE.....	23
13.VALUTAZIONE DEL COEFFICIENTE DI DEFLUSSO.....	24
TAB. 16: COEFFICIENTE DI DEFLUSSO DA CONSIDERARE (D.G.R. 1841/07) TIPO DI COPERTURA.....	24
14.CALCOLO DEL VOLUME DI INVASO.....	24
TAB. 18: DETERMINAZIONE DELLA PORTATA DA SMALTIRE POST OPERA.....	25
15.MISURE COMPENSATIVE.....	26
TABELLA 20: BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO.....	28
TABELLA 21: CASE HISTORY.	28

