



www.consulenzemarcomelli.eu seguici su:



Regione del Veneto

Provincia di Verona

Comune di Verona

Piano urbanistico attuativo

Piano di lottizzazione in località Saval sito in Via Marin Faliero, ATO 3, Circoscrizione 3, denominato "Via Marin Faliero" - Scheda norma n.98 per conto di sig.ra Campedelli Tiziana sig. Campedelli Giorgio.

V A R I A N T E

al PUA n. 719_098 "Via Marin Faliero"
istanza PUA del 25/03/2015. P. G. 89063

Codice Unico CUP_I31B16000300007

N.B.: questa relazione non dovrà ritenersi valida se riferita a un progetto diverso dal presente.

Ai sensi del D.P.R. 328/01; L. 64 del 2/2/74, NTC 17/1/18, G.U. N. 8 20/2/18, O.P.C.M. 3274/03, D.M. 17/01/18

I n d a g i n i G e o g n o s t i c h e

R e l a z i o n e G e o l o g i c a

R e l a z i o n e G e o t e c n i c a

R e l a z i o n e S i s m i c a

Relazione sulla modellazione sismica concernente
la pericolosità di base del sito di costruzione

G E N T . L E S I G .

GIORGIO CAMPEDELLI

VIA VICENTINI, N. 18

SETTIMO DI PESCONTINA (VR)

T. 3 4 5 7 5 6 7 2 5 6

giorgio.campedelli@gmail.com

COD. FISC. CMPGRG67L01L781Y

NATO A VERONA IL 01/07/1967

Documento firmato digitalmente ai sensi dell'art. 21 del D.Lgs. n.82/2005 e ss.mm.ii.



MARCO MELLI DR.

ISCRITTO ALL'ORDINE

DEI GEOLOGI DELLA

LOMBARDIA COL N. 971

SEZ. A - DAL 14/03/1997

Responsabile: Melli Dr. Marco

www.consulenzemarcomelli.eu

U f f i c i :

1] Villafranca di Verona (VR) [37069] Via Luigi Fantoni, n. 15 (residenza ed ufficio)

2] Suzzara (MN) [46029] Via Campana, n. 20 (ufficio di rappresentanza)

T.M. 3358427595 melli.geo@gmail.com marcomelli@epap.sicurezzapostale.it

Fax 02700426729 Skype: Marco.Melli.66 Codice Destinatario SDI M5UXCR1

Cod. Fisc. MLLMRC66S30L020D P. I.V.A. 01839040209 Nato Il 30/11/66 a Suzzara MN

Suzzara - Villafranca, Novembre Duemilaventuno

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

I quadro normativo a cui si è fatto riferimento nelle presenti relazioni geologica, geotecnica e sismica 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 .

- Deliberazione della Giunta Regionale n. 244 del 09 marzo 2021
- Allegato A DGR 378/2021 entrano in vigore a partire dal 15 maggio 2021
- Nuove NTC G.U. N 8 20/02/2018 **D.M. 17/01/2018**.
- Circolare esplicativa N.T.C. 2018: Sul supplemento ordinario n. 5 alla Gazzetta ufficiale n. 35 dell'11 febbraio 2019 è stata pubblicata la Circolare del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti 21 gennaio 2019, n. 7 del Consiglio superiore dei Lavori Pubblici recante "Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento.
- 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.
- Vincolo Idrogeologico: R.D.L. 30 dicembre 1923, n. 3267 e dal successivo Regolamento di applicazione approvato con R.D.L. 16 maggio 1926, n. 1126.

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 (¹), sono state redatte le presenti Relazione Geotecnica concernente la pericolosità di base del sito di costruzione. La perizia ha previsto le indagini geognostiche e le relazioni geologica, geotecnica e sismica. La consulenza riguarda il Progetto per il [Piano urbanistico attuativo. Piano di lottizzazione in località Saval sito in Via Marin Faliero, Ato 3, Circoscrizione 3, denominato "Via Marin Faliero" - Scheda norma n.98 per conto di sig.ra Campedelli Tiziana sig. Campedelli Giorgio. VARIANTE al PUA n. 719_098 "Via Marin Faliero" istanza PUA del 25/03/2015. P. G. 89063 Codice Unico CUP_I31B16000300007](#) . Il progetto in oggetto si inserisce in un contesto paesaggistico urbano con continuità di soluzione. Nella presente consulenza si è fatto riferimento alle informazioni che il progettista incaricato (²) ha messo gentilmente a disposizione.

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. La presente relazione ha validità esclusivamente per il lotto ed il progetto in oggetto: Foglio 188 Mappale 72 96 (Proprietà comune di Verona), Foglio 188 Mappale 15, 120,227,231,235,240,241,242,243,244,245,246,247,248,249 (Proprietà Campedelli Tiziana e Giorgio) e la posizione con Coordinate WGS84: Lat 45.455431 Lng 10.961101. **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. 17/01/2018.**

Giorgio Campedelli Via Vicentini, N.18 Settimo di Pescantina VR T. 3457567256 giorgio.campedelli@gmail.com Cod. Fisc. CMPGRG67L01L781Y Nato a Verona il 01/07/1967

² Arch. Monica Michelazzi Via C. Galliano, 57 37138 Verona T. 045576399 marcello.ottolini@gmail.com a.monica.michelazzi@gmail.com

4. DESCRIZIONE SINTETICA 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 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.

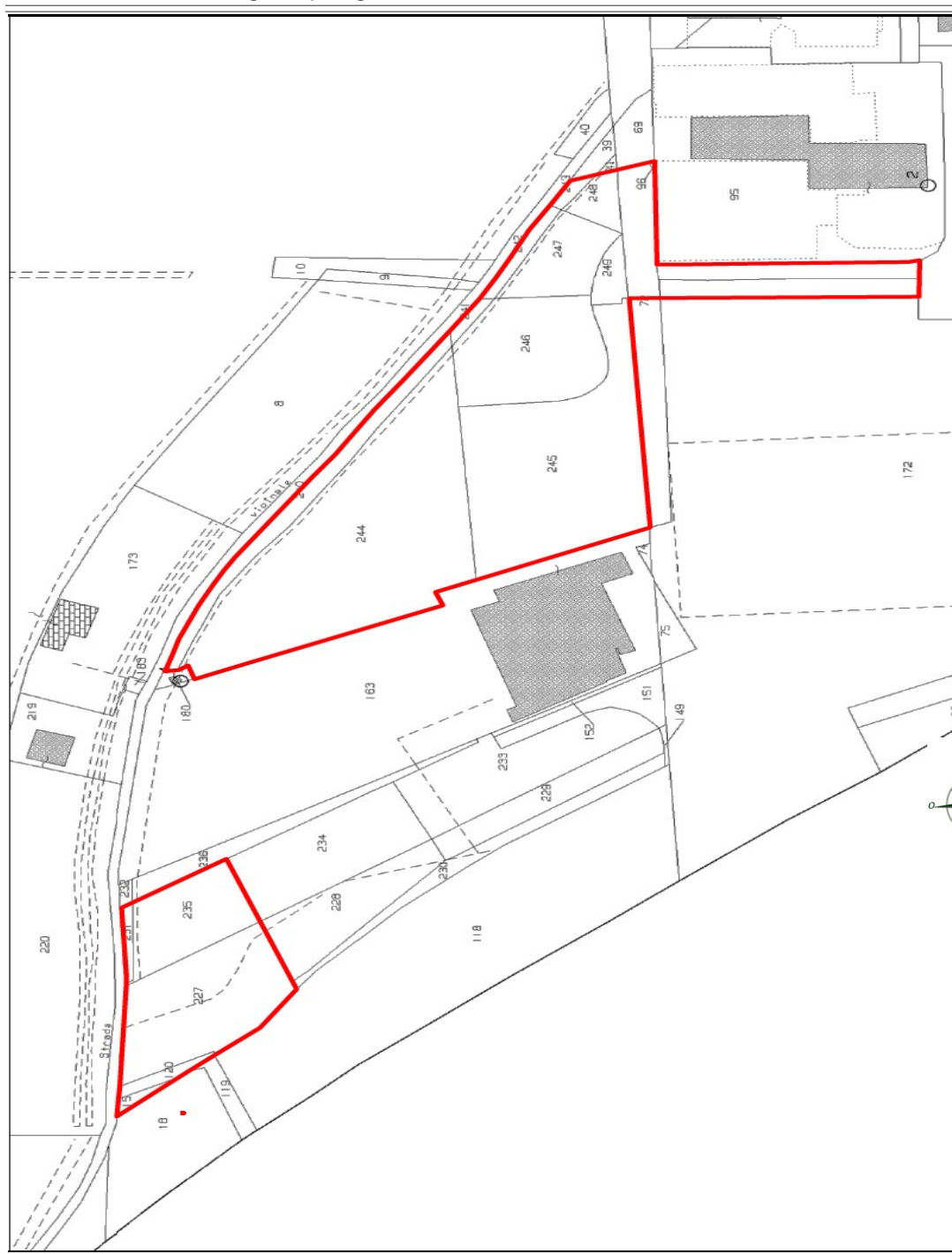


FIG. 1: ESTRATTO DI MAPPA CATASTALE CON AREE PUA

TABELLA 2: RIPARTIZIONI PROPRIETÀ AREE CATASTALI.

Ripartizioni proprietà aree catastali	superficie [mq]
[A] Totale Area Catastale area d'intervento di proprietà sogg. Campedelli	11957,00
[B] Totale Area Catastale area d'intervento di proprietà comunale	1243,00
[C] Totale Area Catastale area d'intervento = 13200 mq.	13200,00

TABELLA 3: RIPARTIZIONI AMBITI D'INTERVENTO E TIPI DI COPERTURA.

Ripartizioni ambiti d'intervento	superficie [mq]	Tipo di copertura
[A] Area da cedere al Comune per Strade superficie	135,00	impermeabile
[B] Area da cedere al Comune per superficie verde	210,00	permeabile
[C] Area da cedere al Comune per parco Adige superficie	6957,00	permeabile
[D] Strada-Cortile	1130,00	impermeabile

N.B.: I lotti 1-2-3-4 in questa fase di Variante PUA non sono stati conteggiati in quanto non subiscono variazioni di permeabilità. Nella fase di presentazione dei progetti architettonici dovrà essere valutata il rispetto dell'invarianza Idraulica dell'intervento specifico.

Come indicato nella relazione tecnica dei progettisti, i mappali sono in parte di proprietà dei sottoscrittori dell'accordo di pianificazione e richiedenti il PUA e in parte di proprietà comunale.

Con la variante al PUA s'intende richiedere una modifica della suddivisione dei lotti edificabili senza modificare tutto ciò che concerne l'area pubblica con le relative cessioni.

Si propone di invertire la posizione del Lotto n°1 con destinazione "residenziale" con il Lotto n°3 con destinazione "impianti sportivi privati", inoltre si vuole ricavare un ulteriore lotto il n°4 che sarà destinato ad area di passaggio comune ai due lotti residenziali.

La richiesta di variante è dettata dalla necessità di rendere direttamente accessibile dalle principali vie di collegamento il lotto che sarà destinato ad attività sportiva.



FIG. 2: PLANIMETRIA GENERALE VARIANTE

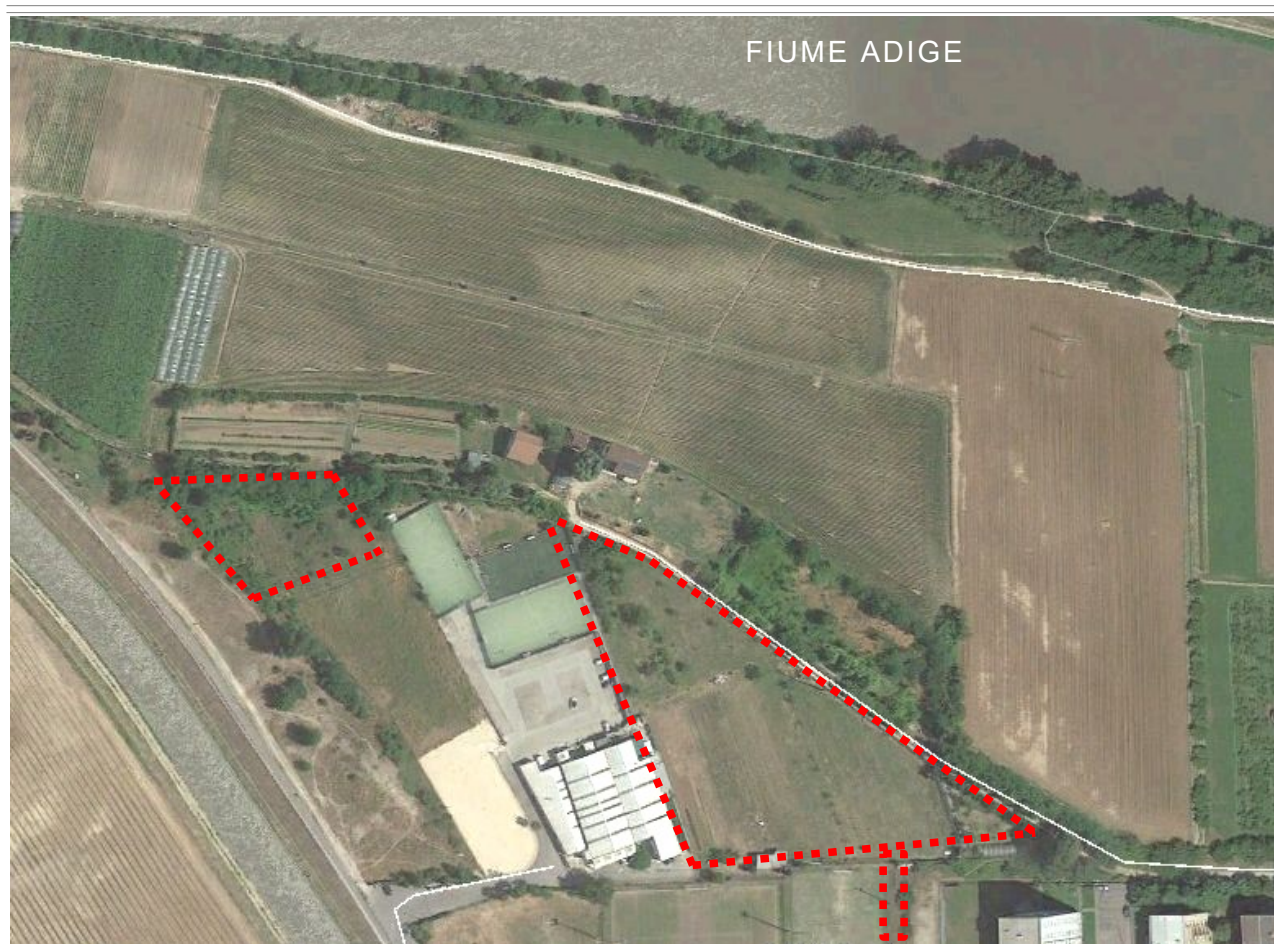


FIG. 3: ORTOFOTO CON LOCALIZZAZIONE P.U.A.

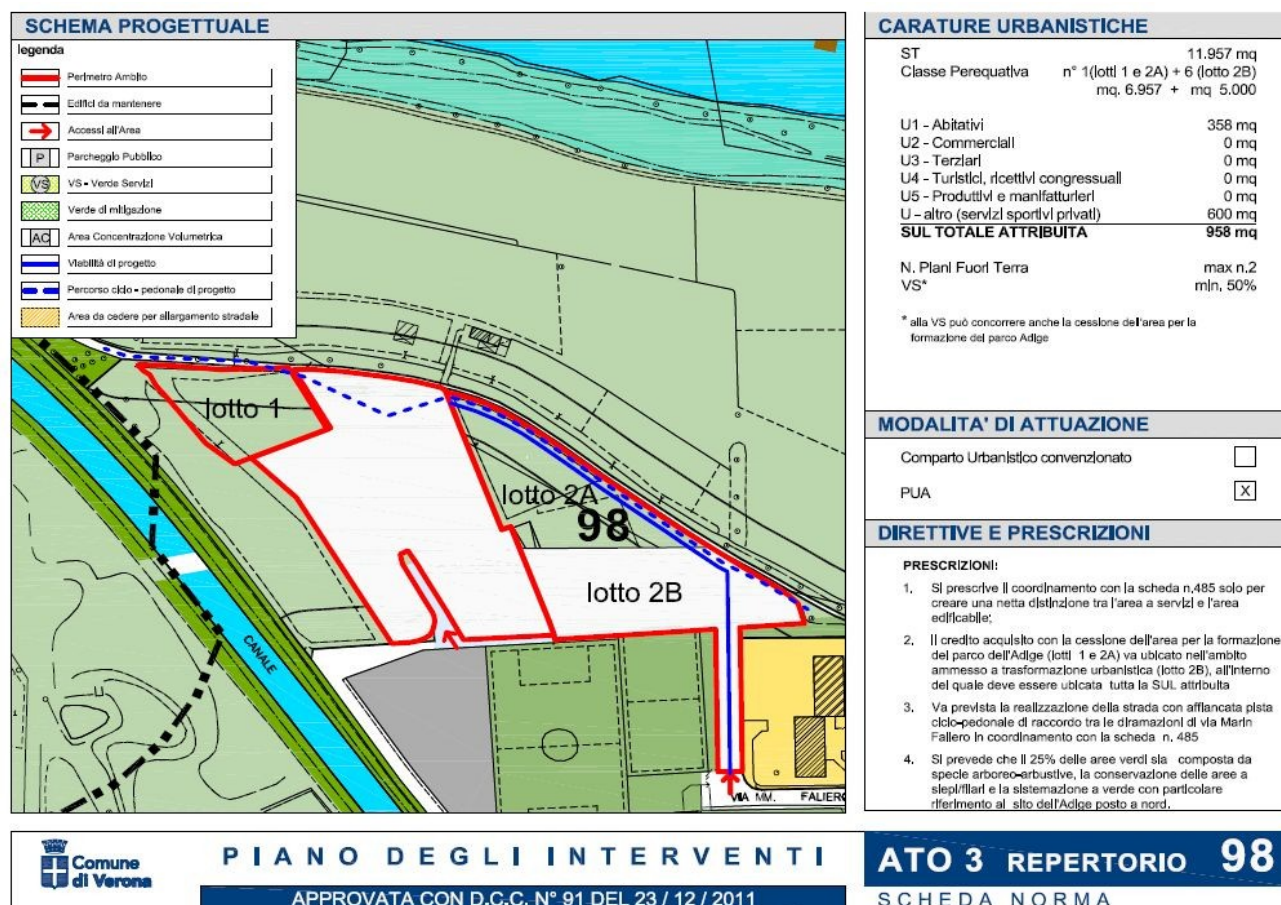
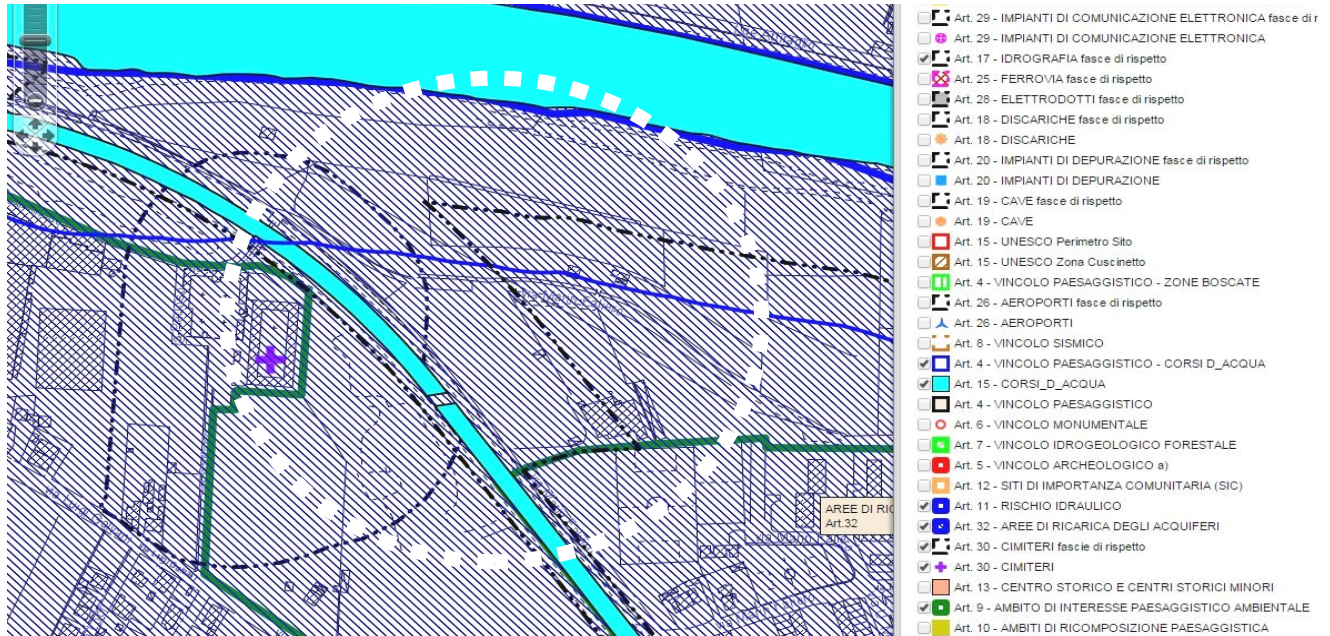


FIG. 4: SCHEDA NORMA 98 DA P.I. VIGENTE

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:



AREE DI RICARICA DEGLI ACQUIFERI - art. 32



FIG. 5: ESTRATTO PAT_1 "CARTA DEI VINCOLI"- LEGENDA³

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.

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

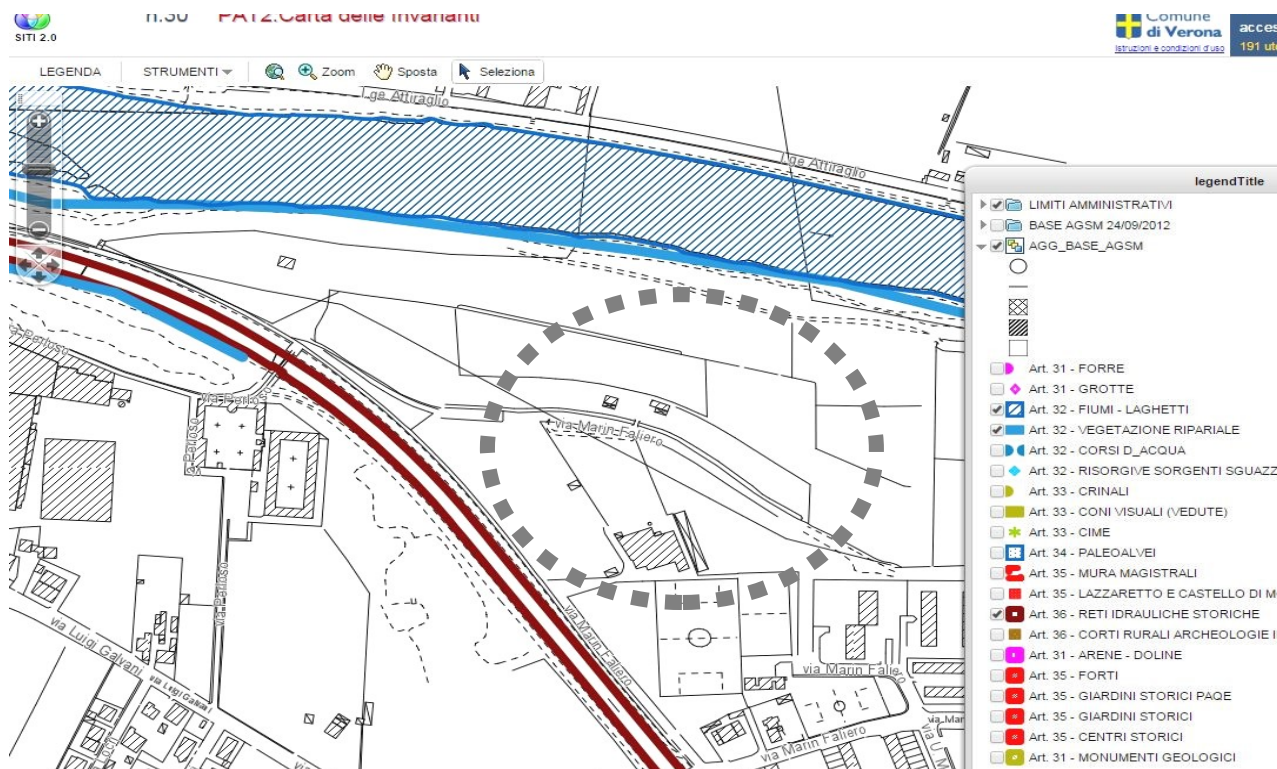


FIG. 6: ESTRATTO PAT_2 "CARTA DELLE INVARIANTI"⁴

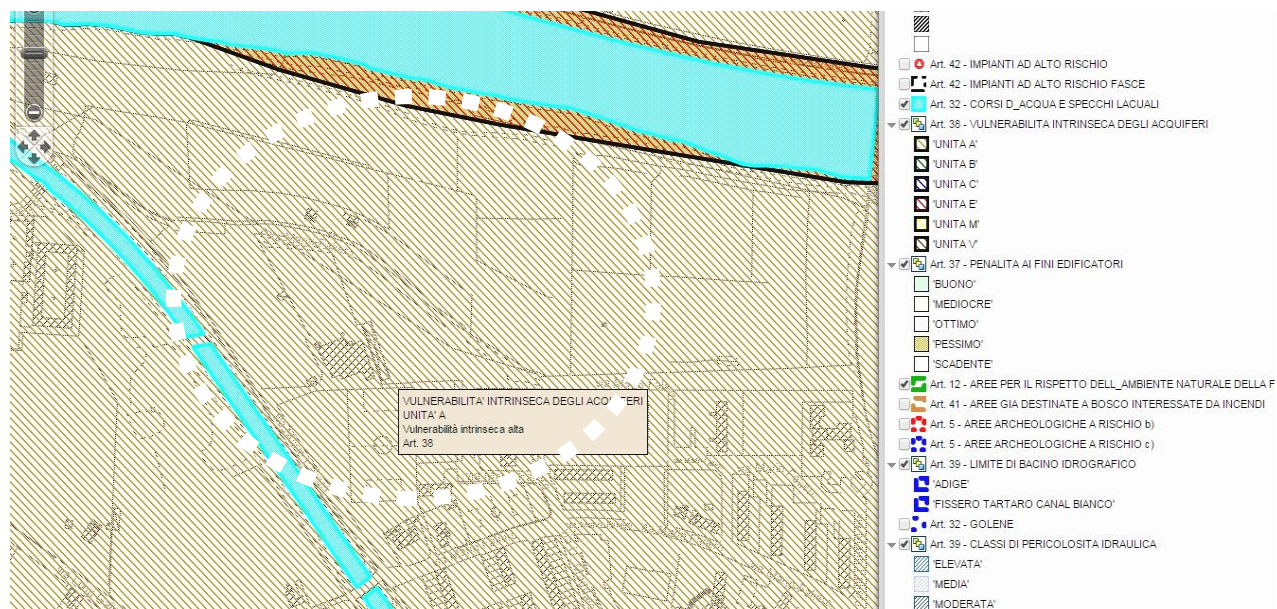


FIG. 7: ESTRATTO PAT_2 "CARTA DELLE FRAGILITÀ" - LEGENDA⁵

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	

⁴ <http://mapserver4.comune.verona.it/siti/MG/igis.aspx> (Invarianti)

⁵ <http://mapserver4.comune.verona.it/siti/MG/igis.aspx> (Fragilità)

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: 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.

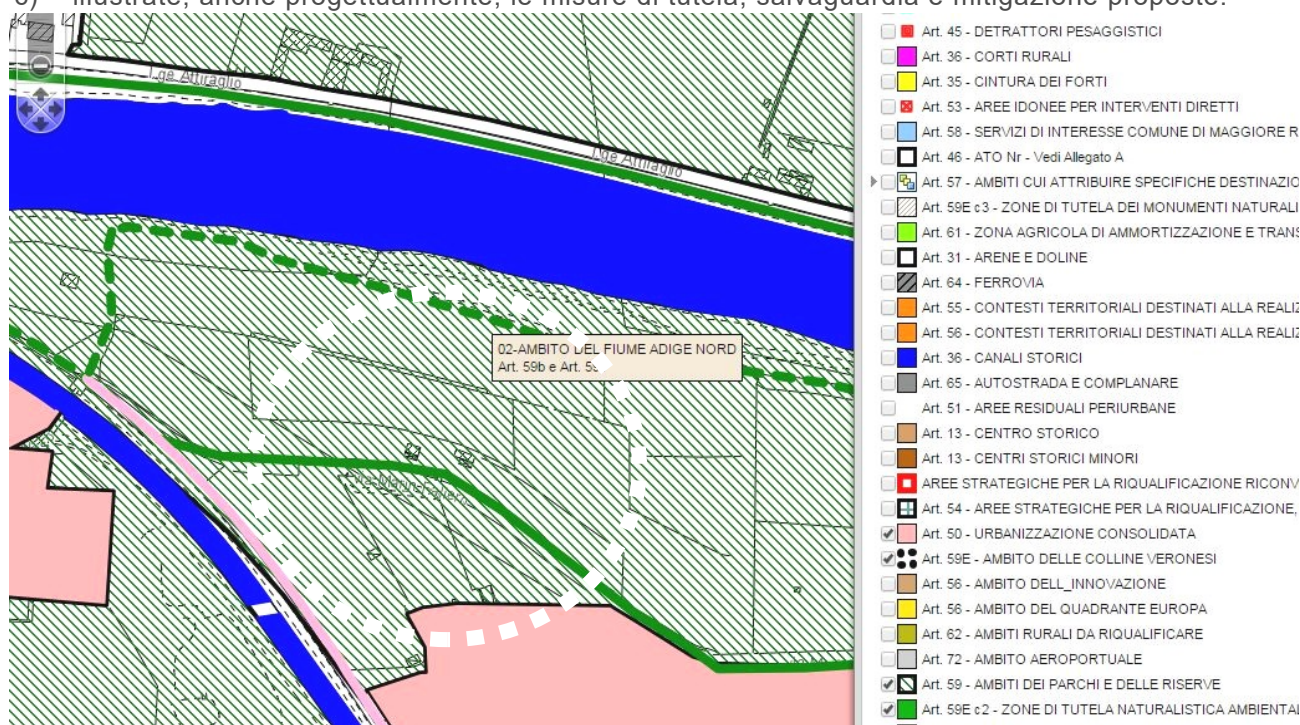


FIG. 8: ESTRATTO PAT_2 "CARTA DELLE TRASFORMABILITÀ" -

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 5 : 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.



FIG. 9: PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPM



FIG. 10: INDAGINE SISMICA PASSIVA CON TROMINO

TABELLA 6: 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.

7. RISULTATI DELLE INDAGINI: MODELLO GEOLOGICO DEL SOTTOSUOLO

8. 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. 7: 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 e ben addensate. 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 Vs30, riferibile alla zona e non al singolo sito, è compresa tra 180 e 360 [m/s] (con Nspt 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.

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. 17/01/2018.

TABELLA 8: STRATIGRAFIA SCAVO

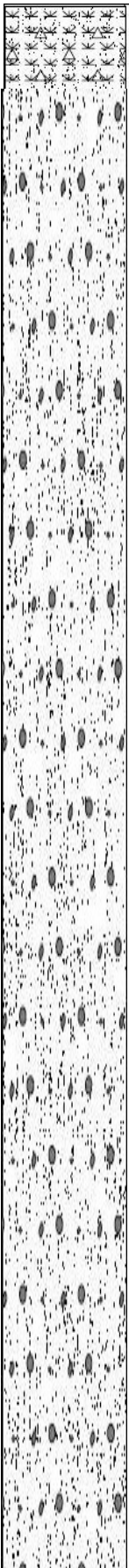
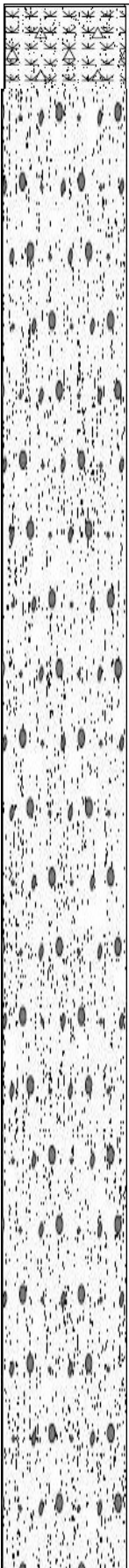
Profondità m	Stratigrafia	Descrizione litologica
1		Litotipo 1: Suolo misto a terreno granulare da poco a mediamente addensato. Presente da 0 a circa 0,8 m di profondità.
2		
3		
4		Litotipo 2: Depositi di ghiaia e sabbia mediamente addensate. Presente da circa 0,8 m, sotto il L1 sino a circa 15 m di profondità.
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		

TABELLA : PARAMETRI GEOTECNICI DI RIFERIMENTO PER L2.

Peso di volume $[\text{t/m}^3]$ Da 1,8 a 1,85

Angolo d'attrito (L2) F ($^\circ$) Da 32 a 38

Coesione non drenata (L2) C_u $[\text{kg/cm}^2]$ Da 0,00 a 0,01

Densità relativa (per le sabbie L2) D_r % Da 70 a 80

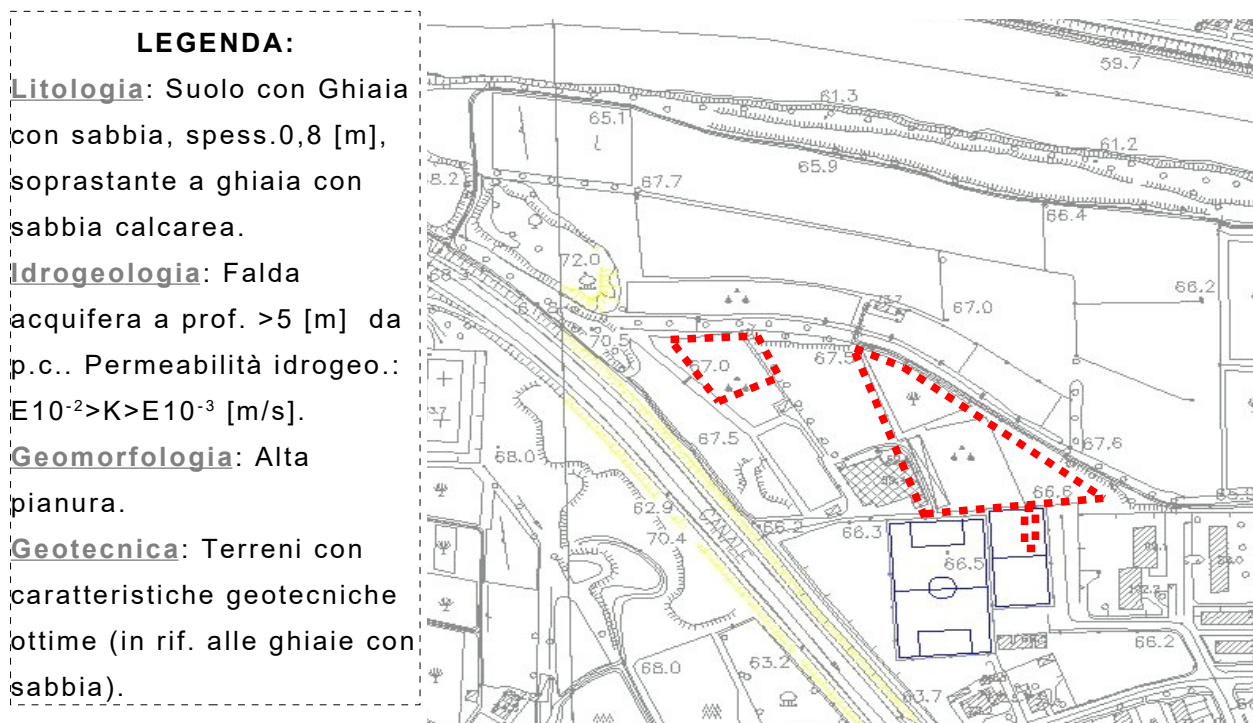


FIG. 11: CARTA GEOLOGICA

9. 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 $1 \times 10^{-2} \geq k \geq 1 \times 10^{-3}$ [m/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.

10. 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.

11. 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 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°

media

→ 0

estesa

+ 3°

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

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.

Angolo d'attrito interno = Road Bridge Specification.

$$\phi = 15 + \sqrt{15 N_{spt}}$$

Modulo edometrico strati incoerenti = Farrent.

$$M(Kg/cmq) = 7,1 N_{spt}$$

Densità relativa = Gibbs & Holtz -----

$$Dr(\%) = 21 \sqrt{\frac{N_{spt}}{\sigma - 0,7}}$$

Modulo di Young = Schmerrtmann sabbia media

$$E(Kg/cmq) = 2BN_{spt}$$

dove B=6 per sabbie medie Ghiaie

Modulo dinamico di taglio = Ohsaki & Iwasaki sabbie pulite
sabbie pulite ghiaie a=650 b=0,94.

$$G_0(t/mq) = aN_{spt}^b \text{ dove per}$$

In base ai risultati ed alle elaborazioni precedenti suggeriamo l'impiego dei seguenti parametri geotecnici:

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)	Cu	[kg/cm ²]	Da 0,00 a 0,01
Densità relativa (per le sabbie L2)	Dr	%	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.

TABELLA 11: STORIA SISMICA DEL TERRITORIO COMUNALE (FINO AL 2011)

Seismic history of Verona

[45.438, 10.994]

Total number of earthquakes: 126

Effects	Earthquake occurred:			Numero di osservazioni macrosismiche	Intensità epicentrale	Mw = 0.423*Io+2.182
Is	Anno mese Gi Or Mi Se			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'OGLIO		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
2-3	1854 12 29 01:45	Liguria occidentale- Francia		86		6.73 ±0.16

(parte 1 segue parte 2)

F	1857 02 01	PARMENSE	22	6-7	5.09 ±0.25
F	1859 01 20 07:55	COLLALTO	36	6	4.98 ±0.32
3	1860 07 19	VALDOBBIADENE	10	6-7	4.97 ±0.44
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

16. CENNI DI TETTONICA PROFONDA

L'area in oggetto appartiene alla media pianura padana dove, dal punto di vista stratigrafico, almeno per le prime decine di metri di profondità, si rilevano alternanze di strati con granulometrie comprese tra le ghiaie e sabbie, fini e medie, e le argille fini, collocabili cronologicamente ad attività Pleistoceniche ed Oloceniche. Tale situazione è la conseguenza dell'azione di deposito e di erosione svolta, a partire dal Pleistocene, dal sistema fluvio glaciale locale ed in particolare quello che era presente a partire dal basso Garda nelle fasi glaciali. I depositi superficiali presenti nel sito sono prevalentemente costituiti da ghiaia con limo e sabbia. Per quanto riguarda la struttura tettonica profonda, notizie precise si trovano nelle pubblicazioni dell'AGIP mineraria (1959). L'area in esame, che nel suo complesso rappresenta la zona di raccordo tra la terminazione occidentale della dorsale ferrarese e la monoclinale Alpino-Padana, risente, anche nei riguardi della distribuzione dei depositi più profondi, degli influssi dovuti alle strutture sinclinaliche di Piadena e Cremona, poste direttamente a O e che, unitamente alla dorsale ferrarese, hanno sicuramente controllato l'evoluzione della zona (Pellegrini 1969). La monoclinale Alpino Padana è scomposta da faglie che peraltro, almeno nella zona in esame, presentano rigetti per lo più limitati; di conseguenza la loro influenza sui depositi alluvionali sovrastanti dovrebbe essere molto ridotta. Nella zona studiata la bibliografia non mostra la presenza di strutture tettoniche attive quali faglie o sovrascorrimenti o pieghe. Dagli studi sulla neotettonica dell'area risulta che la zona in oggetto è stata interessata dal Pliocene inferiore e per tutto il Pleistocene da una lenta subsidenza non compensata del tutto dalla sedimentazione. Tra la fine del Pleistocene e l'Olocene inferiore il motivo tettonico predominante è l'abbassamento continuo e generalizzato di tutta l'area in esame, così come probabilmente anche in buona parte della pianura padana. Tale abbassamento non è da considerarsi uniforme, ma differenziato, con spessori diversi dei sedimenti. Dall'Olocene inferiore ad oggi si sarebbe avuto l'abbassamento relativo seguito da stabilità nell'area.

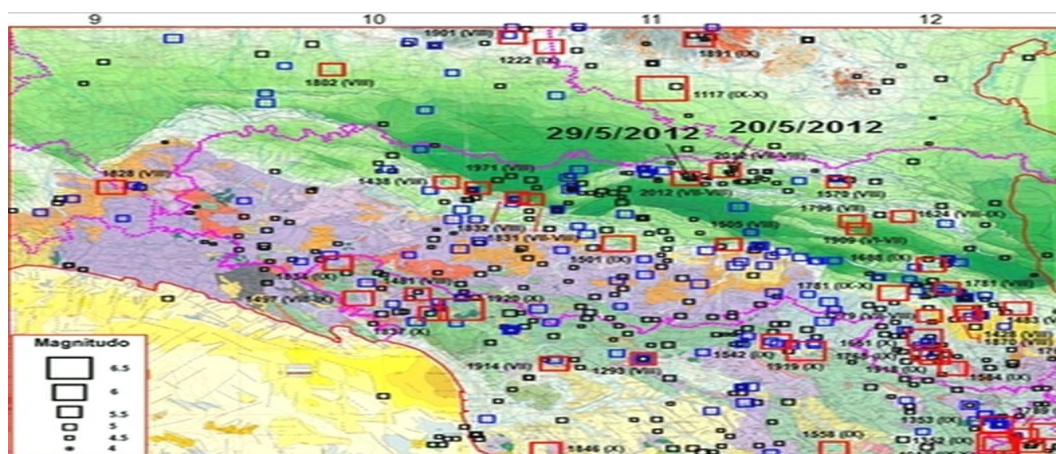


FIG. 13: LOCALIZZAZIONE DEGLI EPICENTRI DEI PRINCIPALI TERREMOTI⁹

⁹<http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/primo-piano/2013/terremoti-emiliani-2012-tra-certezze-storiche-e-indagini-scientifiche>

Gli studi sulla pericolosità sismica promossi dall'INGV hanno permesso la definizione della nuova zonazione sismogenetica del territorio nazionale, tale zona sismogenetica è indicata come “ZS9”, che prevede l'individuazione di 36 „Zone sorgenti“, i cui limiti sono stati tracciati sulla base di informazioni tettoniche o geologico-strutturali e di differenti caratteristiche della sismicità, quali la distribuzione spaziale e la frequenza degli eventi, massima magnitudo rilasciata, ecc...

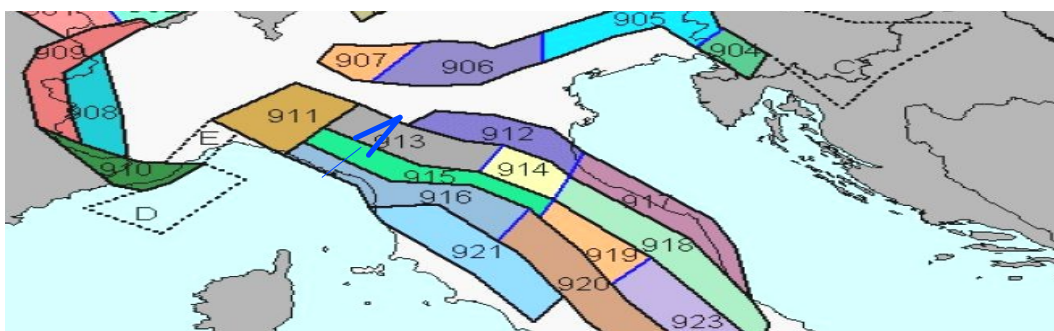


FIG. 14: ZONAZIONE SISMICA ITCS044¹⁰

In riferimento al D.I.S.S. (Database of individual Seismogenic Sources) 3.1.1, la zona d'indagine ricade nelle Zona sismogenetica 906 . La zona 906 rappresenta la porzione della monoclinale alpina padana. Sulla base dei meccanismi focali, i valori di magnitudo massima previsti sono pari a $M_{wmax} = 6,0$.

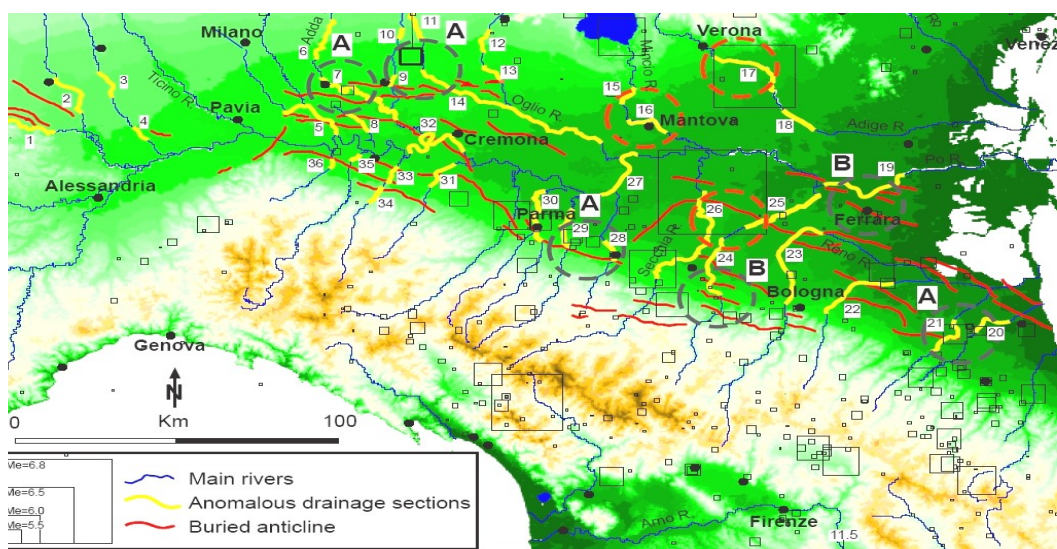


Fig. 5. Distribution of drainage anomalies in the Po Plain (marked in yellow). Dashed black circles labelled A outline areas where an anomaly, a fold axis, and a historical earthquake coincide. Dashed black circles labelled B indicate areas where surface evidence corresponds to buried anticlines, but no historical earthquakes are reported. Dashed red circles highlight areas that require further investigations: see text for discussion. Drainage anomalies are numbered according to table 1.

FIG. 15: DISTRIBUZIONE DELLA ANOMALIE DI DRENAGGIO

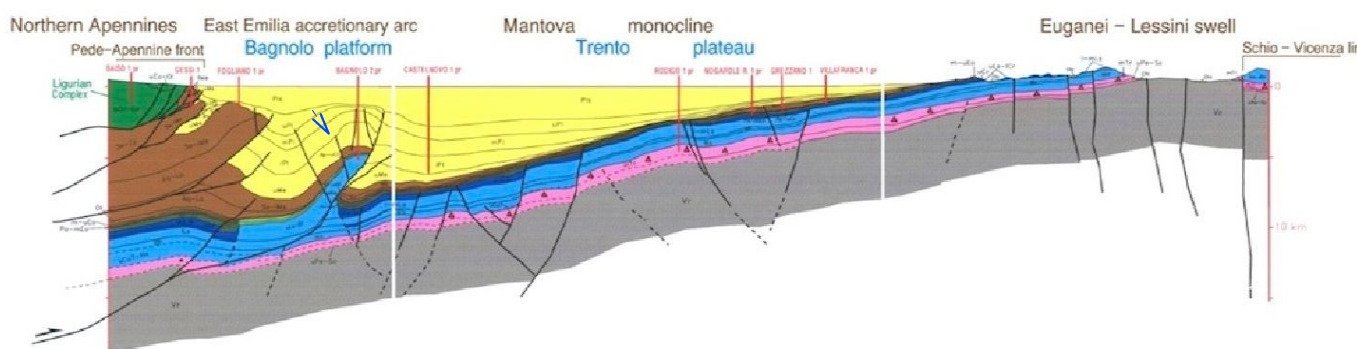


FIG. 16: SEZIONE GEOLOGICA (DIST. VERT. IN RAPP. 2:1 CON LE ORIZZ.)

¹⁰ <http://www.geostru.com/geoapp/mappa-sismogenetica.aspx>

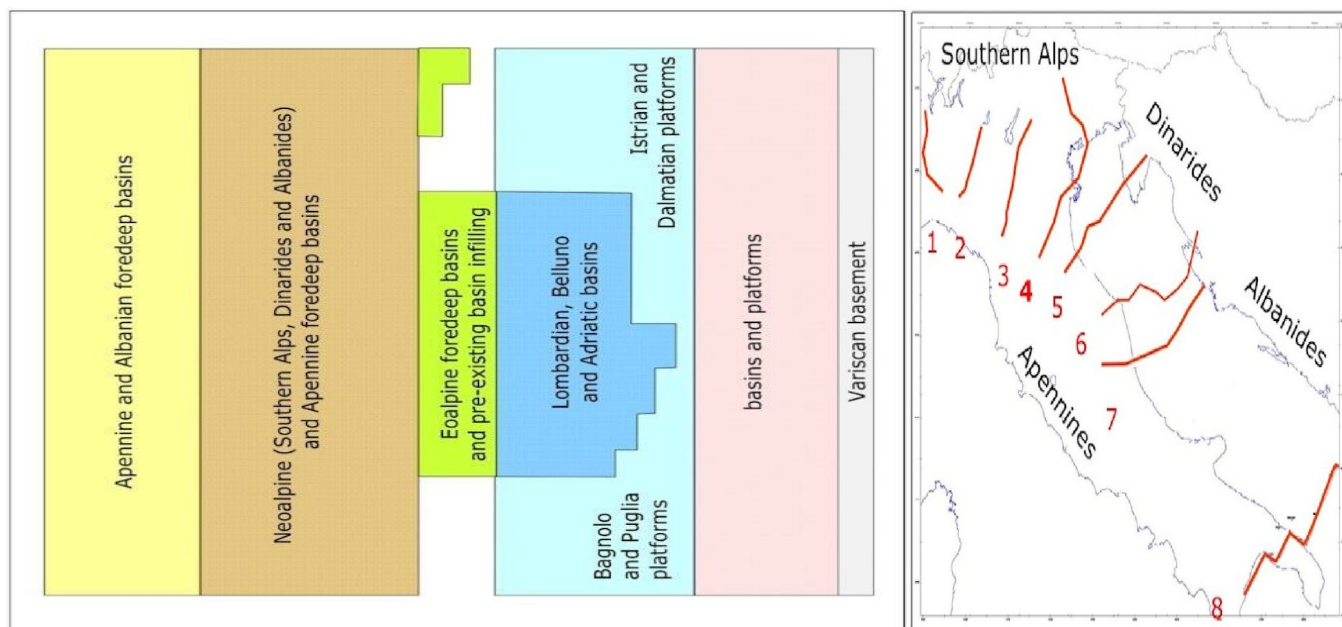


FIG. 17: COLONNA STRATIGRAFICA PER INTERPRETAZIONE DELLA SEZ. GEOLOGICA

L'area in esame, che nel suo complesso rappresenta la zona di raccordo tra la terminazione occidentale della dorsale appenninica e la monoclinale Alpino-Padana, risente, anche nei riguardi della distribuzione dei depositi più profondi, degli influssi dovuti alle strutture sinclinali di Piadena e Cremona, poste direttamente a O e che, unitamente alla dorsale ferrarese, hanno sicuramente controllato l'evoluzione dell'Adige in questa zona (Pellegrini 1969). La monoclinale Alpino Padana è scomposta da faglie che peraltro, almeno nella zona in esame, presentano rigetti per lo più limitati; di conseguenza la loro influenza sui depositi alluvionali sovrastanti dovrebbe essere molto ridotta. Nella zona studiata la bibliografia non mostra la presenza di strutture tettoniche attive quali faglie o sovrascorrimenti o pieghe. Dagli studi sulla neotettonica dell'area risulta che la zona in oggetto è stata interessata dal Pliocene inferiore e per tutto il Pleistocene da una lenta subsidenza non compensata del tutto dalla sedimentazione. Tra la fine del Pleistocene e l'Olocene inferiore il motivo tettonico predominante è l'abbassamento continuo e generalizzato di tutta l'area in esame, così come probabilmente anche in buona parte della pianura padana. Tale abbassamento non è da considerarsi uniforme, ma differenziato, con spessori diversi dei sedimenti. Dall'Olocene inferiore ad oggi si sarebbe avuto l'abbassamento relativo seguito da stabilità nell'area.

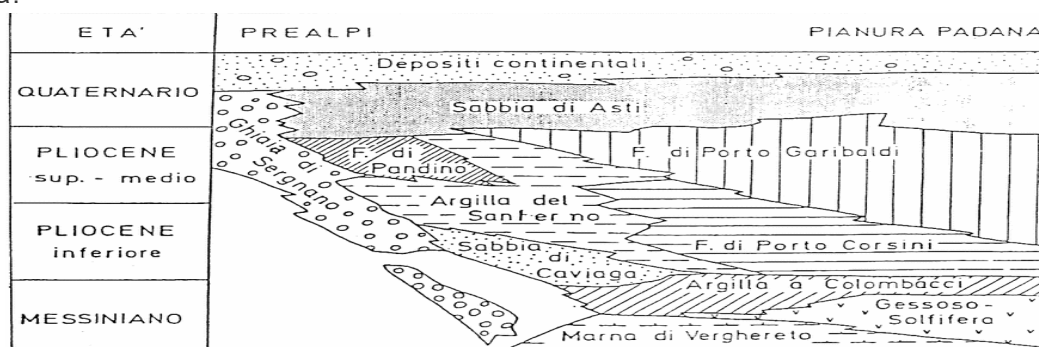


FIGURA 18: SCHEMA STRATIGRAFICO DEL QUATERNARIO (DA RIZZINI & DONDI 1978).

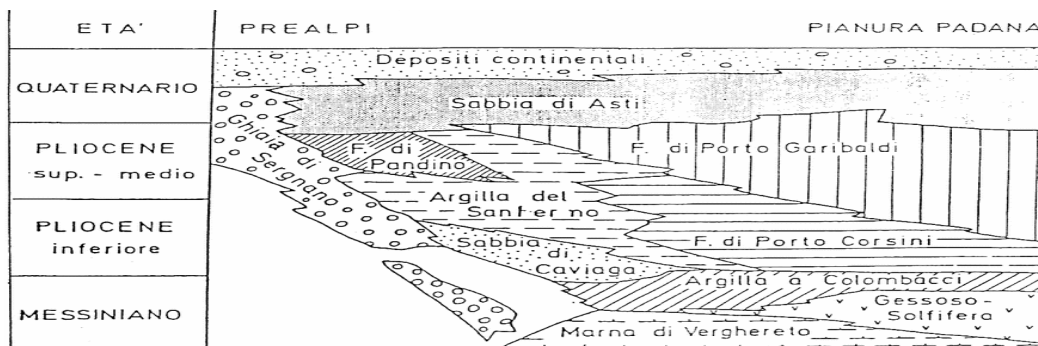


FIG. 19: STRATIGRAFIA SONDAGGIO RODIGO 1 (DA A. CASTELLARIN 1985 – AGIP).

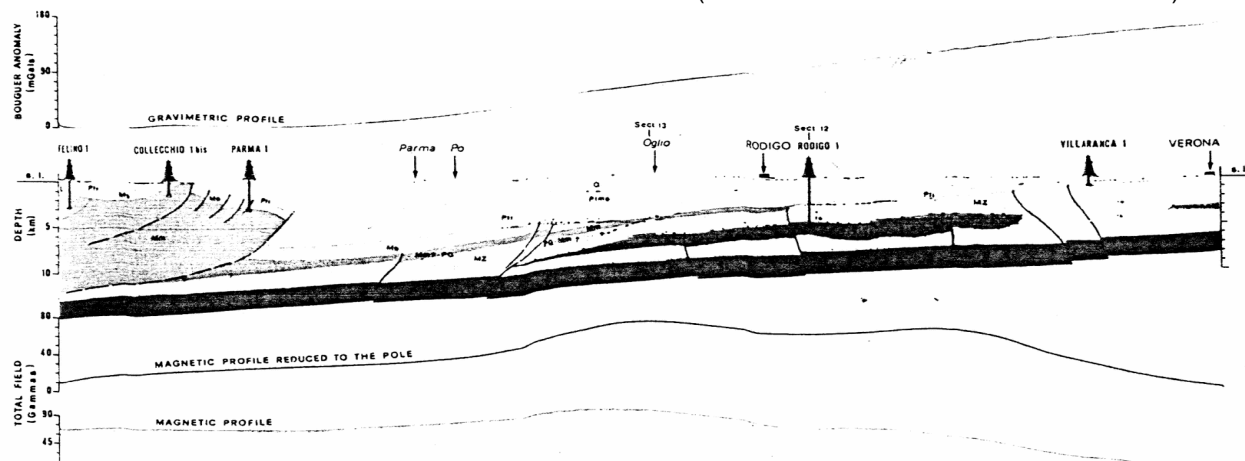


FIG. 20: SCHEMA TETTONICO PIANURA PADANA OCCIDENTALE

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, con particolare riferimento alla D.G.R. 11 luglio 2014, n. 2129 e alla Deliberazione della Giunta Regionale n. 244 del 09 marzo 2021 e all'Allegato A DGR 378/2021 entrano in vigore a partire dal 15 maggio 2021 il territorio comunale è in **Classe sismica 2**: Zona sismica. 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 12: ZONE SISMICHE E ACCELERAZIONI ORIZZONTALI DI PICCO AL SUOLO.

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

2 CRITERI

- Le “Norme tecniche” indicano 4 valori di accelerazioni orizzontali (a_g/g) di ancoraggio dello spettro di risposta elastico e le norme progettuali e costruttive da applicare; pertanto, il numero delle zone è fissato in 4.
- Ciascuna zona sarà individuata secondo valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo (a_g), con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, secondo lo schema seguente:

zona	accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10 % in 50 anni $[a_g/g]$	accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche) $[a_g/g]$
1	$> 0,25$	0,35
2	0,15-0,25	0,25
3	0,05-0,15	0,15
4	$< 0,05$	0,05

Classificazione sismica del Veneto

Mapa di pericolosità sismica

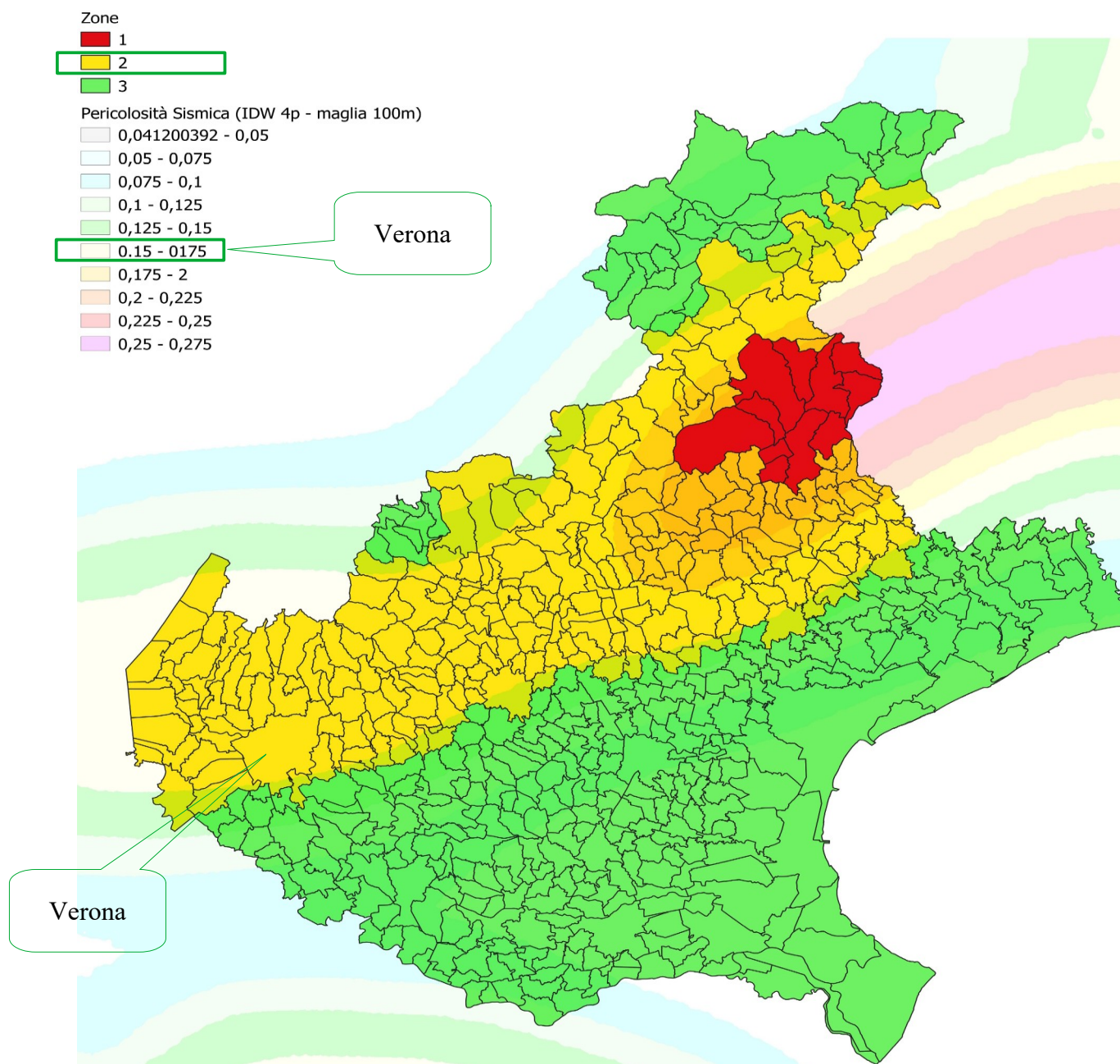


FIG. 21: MAPPA PERICOLOSITÀ SISMICA VENETO

¹¹ \\192.168.1.200\Dati\lex\Sismica_Normativa\Ord. n.3274 del 20 marzo 2003\opcm_3274-2003_all-1 p.1

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008, confermato poi nel D.M. 17 gennaio 2018, 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 Vs30, riferibile al singolo sito, è maggiore di 800 [m/s] e congruente con la descrizione stratigrafica secondo la Tab. 3.2.II pag. 46 NTC 17/01/18, il sito in esame ricade, quindi, nella categoria di sottosuolo A. In riferimento alle condizioni topografiche il sito è riferibile alla categoria T1: "Superficie piane, 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.III e Tab. 3.2.V pagg. 46 e 49 del N.T.C. 17/01/18).

TABELLA 13: CATEGORIE DI SOTTOSUOLO:¹²

Tab. 3.2.II – *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

¹² NuoveNTC180117-GUn820022018\NuoveNTC180117-GUn820022018.PDF P. 46 O 50

TABELLA 14: VALORI MASSIMI DEL COEFFICIENTE DI AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA S_T :¹³Tab. 3.2.V – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a 30°	1,2
T4	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di 30°	1,4

TABELLA 15: CATEGORIE TOPOGRAFICHE T:¹⁴

Tab. 3.2.III – Categorie topografiche

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

TABELLA 16: COEFFICIENTE S E CATEGORIE DI SOTTOSUOLO:¹⁵*Amplificazione stratigrafica*

Per sottosuolo di categoria A i coefficienti S_S e C_C valgono 1.

Per le categorie di sottosuolo B, C, D ed E i coefficienti S_S e C_C possono essere calcolati, in funzione dei valori di F_0 e T_C^* relativi al sottosuolo di categoria A, mediante le espressioni fornite nella Tab. 3.2.IV, nelle quali $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ è l'accelerazione di gravità e T_C^* è espresso in secondi.

Tab. 3.2.IV – Espressioni di S_S e di C_C

Categoria sottosuolo	S_S	C_C
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

TABELLA 17: COEFFICIENTE S E CATEGORIE DI SOTTOSUOLO:¹⁶

Categorie di suolo	S
A	1
B	1,25
C	1,25
D	1,35
E	1,25

¹³ NuoveNTC180117-GUn820022018\NuoveNTC180117-GUn820022018.PDF P. 49 O 53¹⁴ NuoveNTC180117-GUn820022018\NuoveNTC180117-GUn820022018.PDF P. 47 O 51¹⁵ NuoveNTC180117-GUn820022018\NuoveNTC180117-GUn820022018.PDF P. 48 O 52¹⁶ Pag. 68 La Liquefazione dei terreni – Giulio Riga – Flaccovio Editore (Cod. Biblio pers. F0039)

18. DEFINIZIONI DELLE SCELTE PROGETTUALI ED UBICAZIONE DEL SITO

Le caratteristiche progettuali ai fini dell'analisi sismica svolta sono le seguenti:

T A B E L L A 18 : P A R A M E T R I D ' I N G R E S S O U S A T I

Tipo di Costruzione: (Rif. §. 2.4.2 pag. 37 Suppl. ord. alla "G Ufficiale", n. 42 del 20 febb. 2018 - Serie generale NTC 17/01/18): Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale: 2.

Vita nominale "Vn" : (Rif. Tab. 2.4.I pag. 36 NTC 17/01/18): ≥ 50 anni

Classe d'uso: II (Rif. § 2.4.2 pag. 37 NTC 17/01/18): 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.

Coefficiente d'uso "Cu": (Rif. Tab. 2.4.II § 2.4.2 pag. 37 NTC 17/01/18): 1

Periodo di riferimento: (Rif. § 2.4.3 pag. 37 NTC 17/01/18) $V_r = V_n \times C_u = 50$ anni.

Categoria topografica: L'amplificazione sismica dovuta alla topografia, ovvero amplificazione topografica "St" (coefficiente topografico), risulta pari a 1 (rif. alla Tab. 3.2,III e Tab. 3.2.V pagg. 46 e 49 del NTC 17/01/18). T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$

Stato limite di Salvaguardia della Vita: (SLV) con $T_r = 475$ anni $V_R = 50$ anni

Ubicazione del sito: Coordinate WGS84: Lat 45.455431 Lng 10.961101

19. DETERMINAZIONE DELL'ACCELERAZIONE MASSIMA DI RIFERIMENTO ED IN GENERALE DEI PARAMETRI INDIPENDENTI

Tramite l'uso del Foglio di calcolo Spettri-NTCvers.1.0.3 rilasciato dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici è stata fatta la stima dell'accelerazione (a_g) di base e la stima dell'azione sismica di progetto.

TAB. 19¹⁷: VALORI DEI PARAMETRI a_g , F_0 , T_c^* PER I PERIODI DI RITORNO T_r DI RIFERIMENTO

Stato Limite	T_r [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_c^* [s]
Operatività (SLO)	30	0,042	2,494	0,235
	50	0,057	2,532	0,244
Danno (SLD)	72	0,069	2,494	0,253
	101	0,082	2,463	0,261
	140	0,097	2,412	0,265
	201	0,114	2,407	0,271
	475	0,161	2,432	0,277
Salvaguardia vita (SLV)	475	0,161	2,432	0,277
Prevenzione collasso (SLC)	975	0,208	2,466	0,280
	2475	0,291	2,385	0,290

¹⁷ Estratto da \\192.168.1.200\Dati\lavori\L_16\1672\sismica\Spettri-NTCver.1.0.3\1672-90-67Param_perlst_ssmc.xls

20. PARAMETRI DI DISAGGREGAZIONE

Modello di pericolosità sismica del territorio nazionale MPS04-S1 (2004). Informazioni sul nodo con ID: 12508 - Latitudine: 45.459 - Longitudine: 10.998

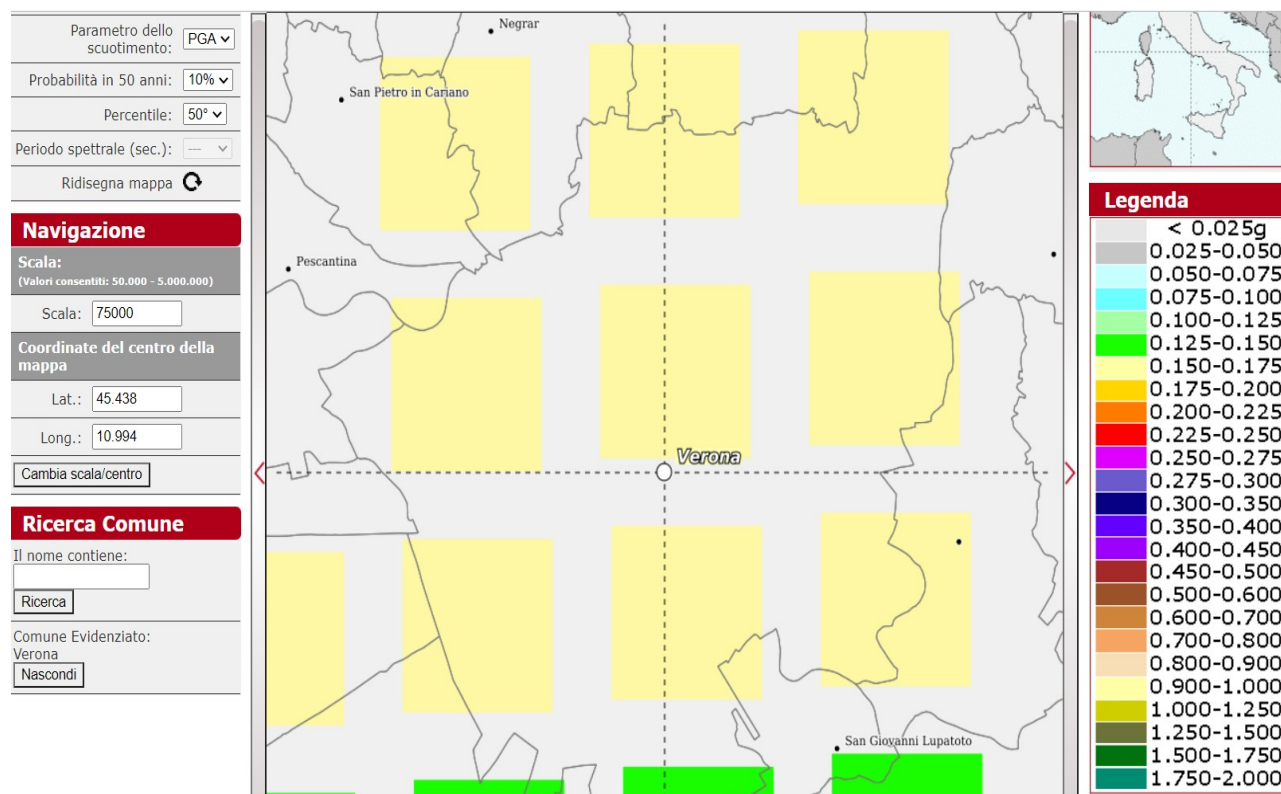


FIG. 22¹⁸: MAPPA INTERATTIVA PERICOLOSITÀ SISMICA

La mappa rappresenta il modello di pericolosità sismica per l'Italia e i diversi colori indicano il valore di scuotimento (PGA = Peak Ground Acceleration; accelerazione di picco del suolo, espressa in termini di g, l'accelerazione di gravità) atteso con una probabilità di eccedenza pari al 10% in 50 anni su suolo rigido (classe A, $V_{s30} > 800$ m/s) e pianeggiante. Le coordinate selezionate individuano un nodo della griglia di calcolo identificato con l'ID 12508 (posto al centro della mappa). Per ogni nodo della griglia sono disponibili numerosi parametri che descrivono la pericolosità sismica, riferita a diversi periodi di ritorno e diverse accelerazioni spettrali.

¹⁸ Estratto da 192.168.1.200/Dati/lavori/L_13/2013_01/1302/sismica/Parametri_pericolosità_sismica.xls by <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>

Curva di pericolosità

La pericolosità è l'insieme dei valori di scuotimento (in questo caso per la PGA) per diverse frequenze annuali di eccedenza (valore inverso del periodo di ritorno). La tabella riporta i valori mostrati nel grafico, relativi al valore mediano (50mo percentile) ed incertezza, espressa attraverso il 16° e l'84° percentile.

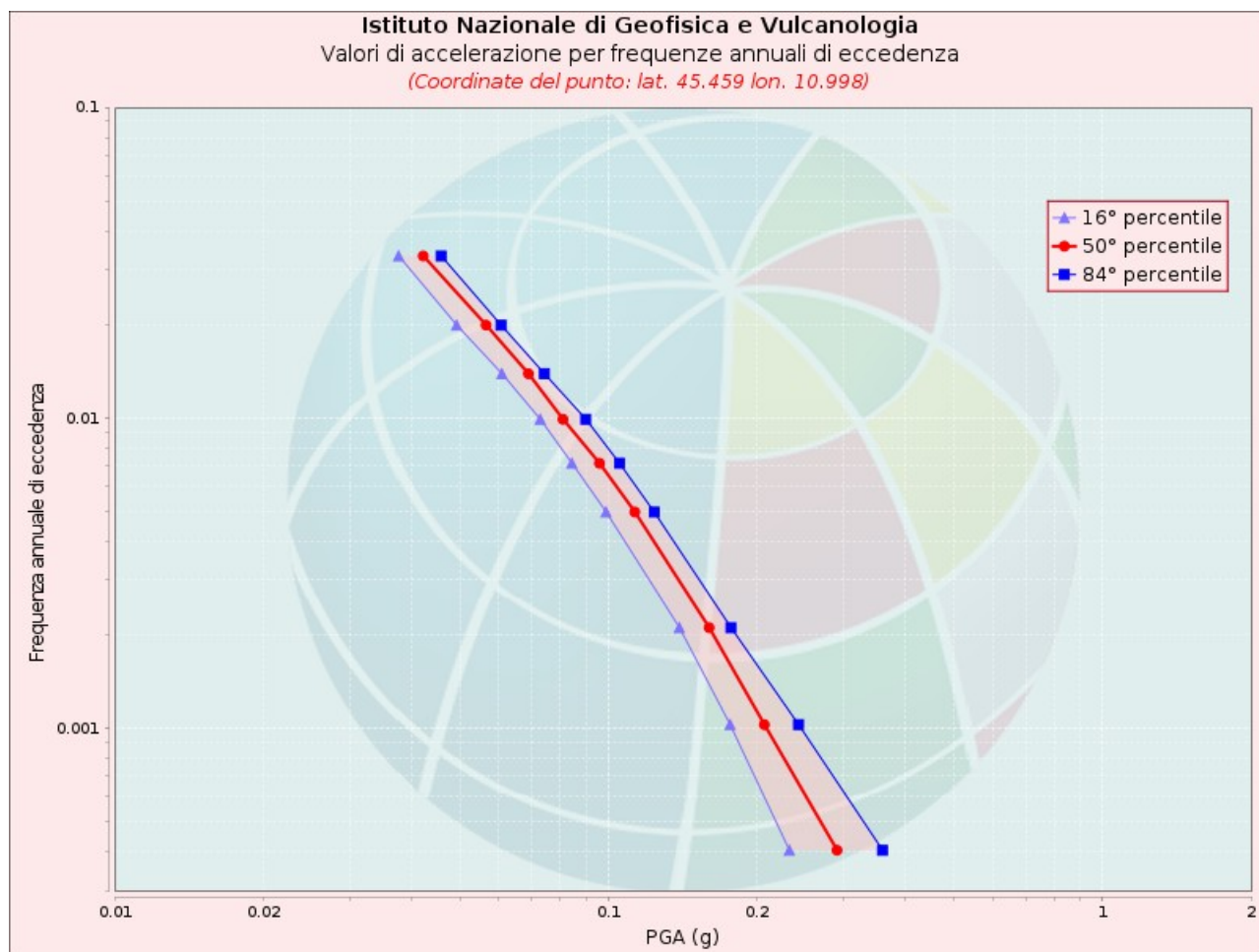


FIG. 23¹⁹: CURVA DI PERICOLOSITÀ

TAB. 20²⁰: VALORI DI ACCELERAZIONE PER FREQUENZE ANNUALI DI ECCEDENZA

Valori di accelerazione per frequenze annuali di eccedenza			
Frequenza annuale di ecc.	PGA (g)		
	16° percentile	50° percentile	84° percentile
0.0004	0.233	0.291	0.359
0.0010	0.176	0.207	0.243
0.0021	0.139	0.160	0.177
0.0050	0.099	0.113	0.124
0.0071	0.084	0.096	0.105
0.0099	0.073	0.081	0.090
0.0139	0.061	0.069	0.074
0.0199	0.049	0.057	0.061
0.0332	0.038	0.042	0.046

¹⁹ Estratto da \\192.168.1.200\Dati\lavori\L_13\2013_01\1302\ismica\Parametri_pericolosità_sismica.xls by <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>

²⁰ Estratto da \\192.168.1.200\Dati\lavori\L_13\2013_01\1302\ismica\Spettri-NTCver.1.0.3\Spettri-NTCver.1.0.3.xls

Spettri a pericolosità uniforme

Gli spettri indicano i valori di scuotimento calcolati per 11 periodi spettrali, compresi tra 0 e 2 secondi. La PGA corrisponde al periodo pari a 0 secondi. Il grafico è relativo alle stime mediane (50mo percentile) proposte dal modello di pericolosità.

I diversi spettri nel grafico sono relativi a diverse probabilità di eccedenza (PoE) in 50 anni. La tabella riporta i valori mostrati nel grafico.

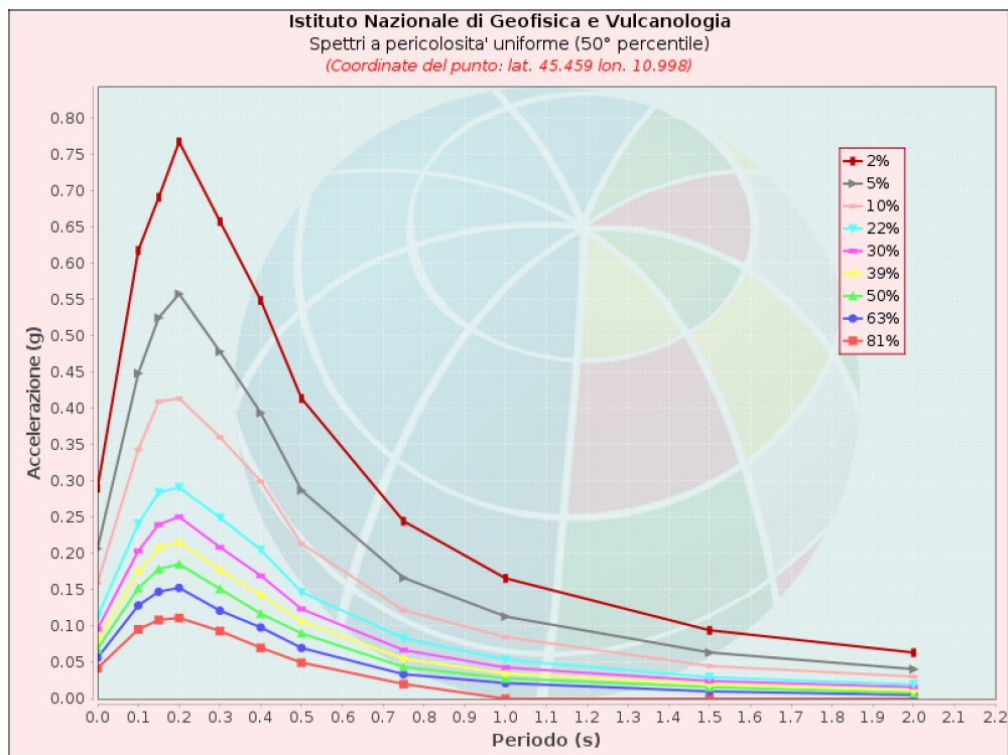


FIG. 24²¹: SPETTRI DI PERICOLOSITÀ UNIFORME

TAB. 21²²: SPETTRI DI PERICOLOSITÀ UNIFORME

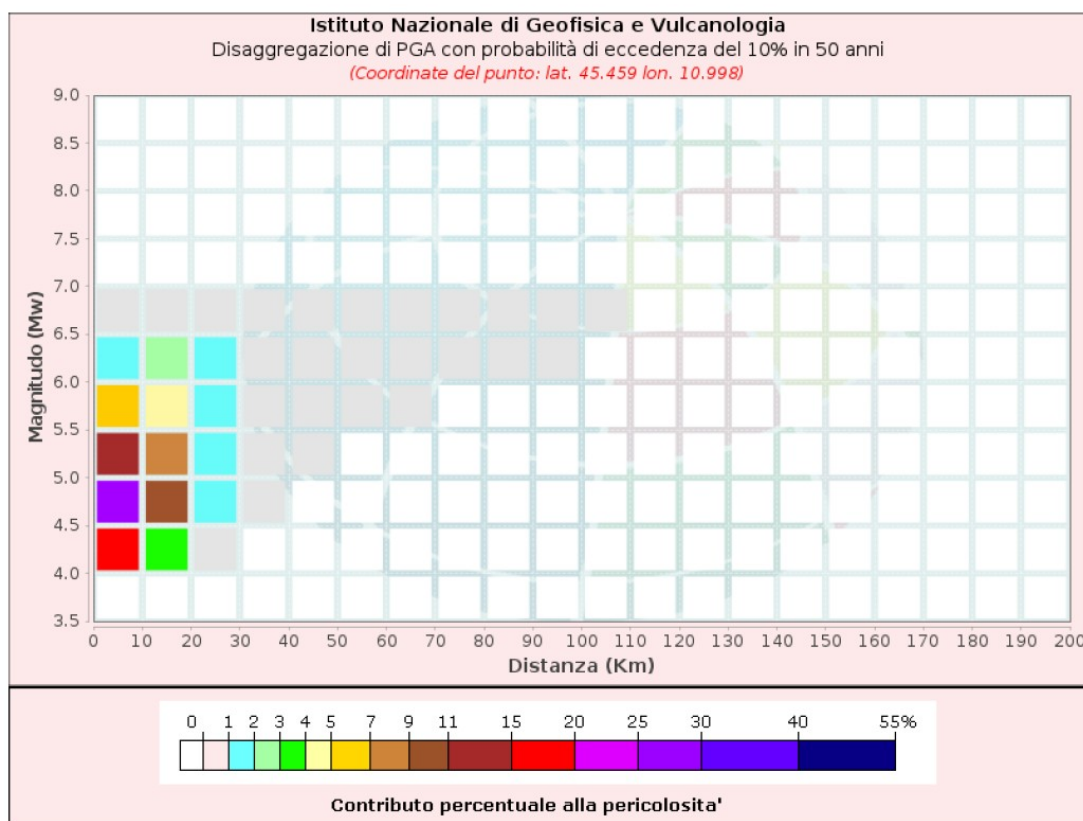
Spettri a pericolosità uniforme (50° percentile)											
PoE in 50 anni	Accelerazione (g)										
	Periodo (s)										
	0.0	0.1	0.15	0.2	0.3	0.4	0.5	0.75	1.0	1.5	2.0
2%	0.291	0.618	0.691	0.768	0.658	0.549	0.414	0.245	0.166	0.094	0.064
5%	0.207	0.449	0.525	0.558	0.479	0.394	0.287	0.167	0.113	0.064	0.041
10%	0.160	0.344	0.410	0.414	0.360	0.300	0.214	0.122	0.085	0.045	0.031
22%	0.113	0.241	0.284	0.291	0.250	0.205	0.147	0.083	0.054	0.030	0.020
30%	0.096	0.204	0.240	0.251	0.209	0.170	0.124	0.067	0.043	0.024	0.016
39%	0.081	0.176	0.208	0.215	0.177	0.143	0.106	0.055	0.035	0.020	0.011
50%	0.069	0.152	0.179	0.186	0.151	0.117	0.090	0.044	0.028	0.016	0.008
63%	0.057	0.129	0.148	0.153	0.122	0.098	0.070	0.034	0.022	0.010	0.005
81%	0.042	0.096	0.109	0.112	0.093	0.070	0.050	0.020	0.000	0.000	0.000

²¹ Estratto da \\192.168.1.200\Dati\lavori\L_13\2013_01\1302\ismica\Parametri_pericolosità_sismica.xls by <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>

²² Estratto da \\192.168.1.200\Dati\lavori\L_13\2013_01\1302\ismica\Spettri-NTCver.1.0.3\Spettri-NTCver.1.0.3.xls

Grafico di disaggregazione

Il grafico rappresenta il contributo percentuale delle possibili coppie di valori di magnitudo-distanza epicentrale alla pericolosità del nodo, rappresentata in questo caso dal valore della PGA mediana, per una probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni. La tabella riporta i valori mostrati nel grafico ed i valori medi di magnitudo, distanza ed



Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni											
Distanza in Km	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.0000	16.1000	26.5000	12.6000	5.1800	1.8700	0.1840	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	3.8600	9.6700	7.7600	4.9500	2.5800	0.3120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	0.1550	1.1500	1.7600	1.6800	1.2300	0.1820	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	0.0000	0.0357	0.3530	0.5660	0.5520	0.0954	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.0000	0.0000	0.0325	0.1820	0.2460	0.0485	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0234	0.0505	0.0113	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0028	0.0149	0.0037	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0059	0.0026	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0032	0.0028	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0005	0.0013	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
170-180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
180-190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
190-200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Valori Medi: magnitudo = 5.01 ; distanza = 9.72 ; epsilon = 0.71

FIG. 25²³: DISAGGREGAZIONE DEL VALORE DI A(G) CON PROBABILITÀ DI ECCEDENZA DEL 10% IN 50 ANNI
Parametri di disaggregazione: **R** compresa tra 0 km e 30 km, **M** è compresa tra 4,0 e 6,5 per lo Stato limite di Salvaguardia della Vita (SLV).

²³ Estratto da 192.168.1.200/Dati\lavori\L_13\2013_01\1302\sismica\Parametri_pericolosità_sismica.xls by <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>

21. DETERMINAZIONE DELLA SISMICITÀ DI PROGETTO NEL SITO ESAMINATO

22. METODOLOGIA UTILIZZATA PER L'INDAGINE SISMICA

Lo strumento utilizzato per l'indagine sismica è il "Tromino", che consente di indagare i microtremori 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:

- le 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.

23. APPROFONDIMENTO DI III LIVELLO: INDAGINE DI SISMICA PASSIVA CON TROMINO

21101 T46-2016 Instrument: TRZ-0053/01-09 Start recording:221/07/2021 15:20:01
End recording:221/07/2021 16:30:02 Channel labels: North South; East West; Up Down Gps data not available Trace length: 0h10'00". Analyzed 97% trace (manual window selection)Sampling rate: 128 [Hz]
Window size: 20 s Smoothing type: Triangular window Smoothing: 10%.

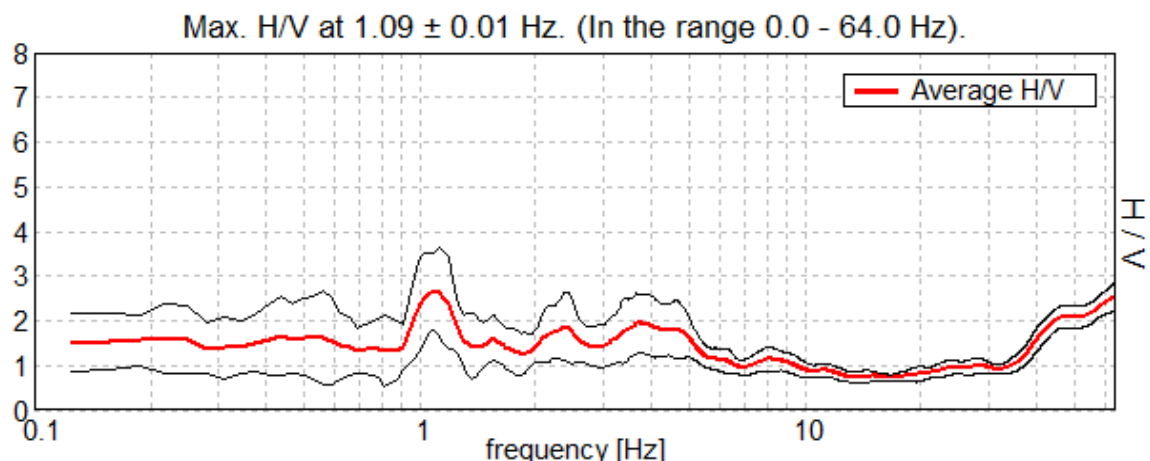


FIG. 26: RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

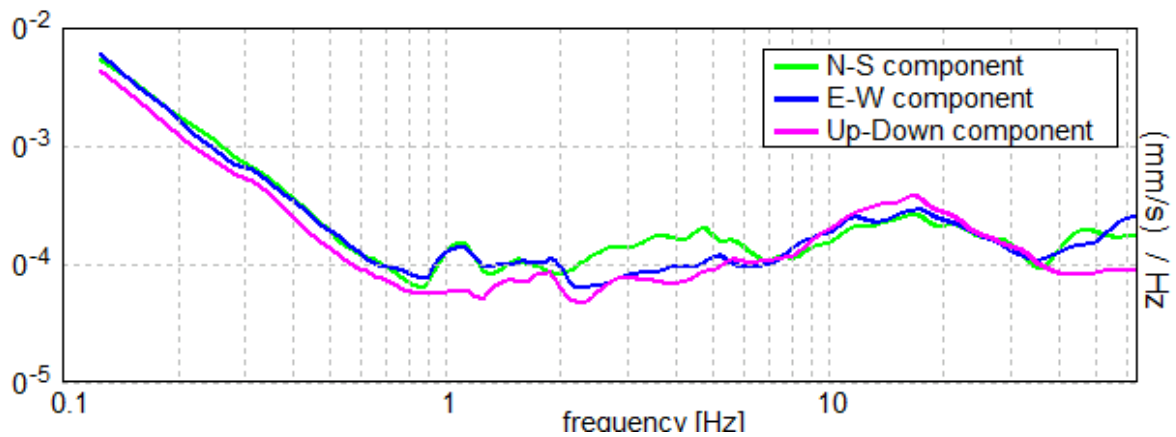


FIG. 27: SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

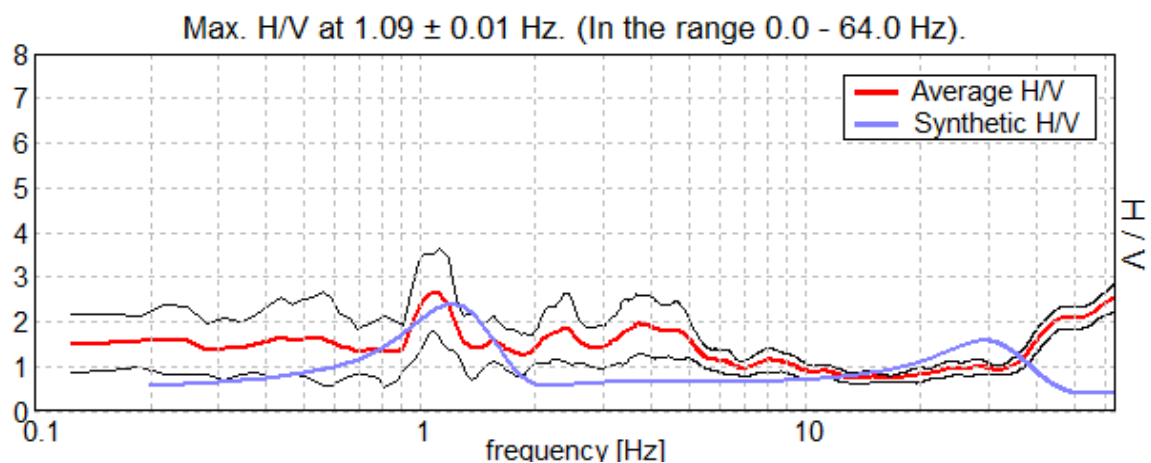


FIG. 28: H/V SPERIMENTALE VS. H/V SINTETICO

TABELLA 22: STRATIGRAFIA SISMICA:

Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
0.80	0.80	100	0.35
7.60	6.80	199	0.35
9.60	2.00	215	0.35
24.60	15.00	245	0.35
41.60	17.00	280	0.35
60.60	19.00	315	0.35

$$Vs(1.0-31.0) = 243 \text{ m/s}$$

NB: La frequenza di risonanze, più attendibile, del sottosuolo risulta avere il picco a tra 1,0 e 1,1 [Hz]. L'accelerazione massima al suolo è data da: $a_{\max}^{24} = a_g$ (SxFt) = $0,161 \times 1,25 \times 1 = 0,20125 \text{ g}$.

0,20125

Ft fattore di amplificazione topografica

S: Categoria del suolo

²⁴Vedere pag. 69 La Liquefazione dei terreni – Giulio Riga – Flaccovio Editore.

TABELLA 23: COEFFICIENTE S E CATEGORIE DI SOTTOSUOLO:²⁵

Categorie di suolo	S
A	1
B	1,25
C	1,25
D	1,35
E	1,25

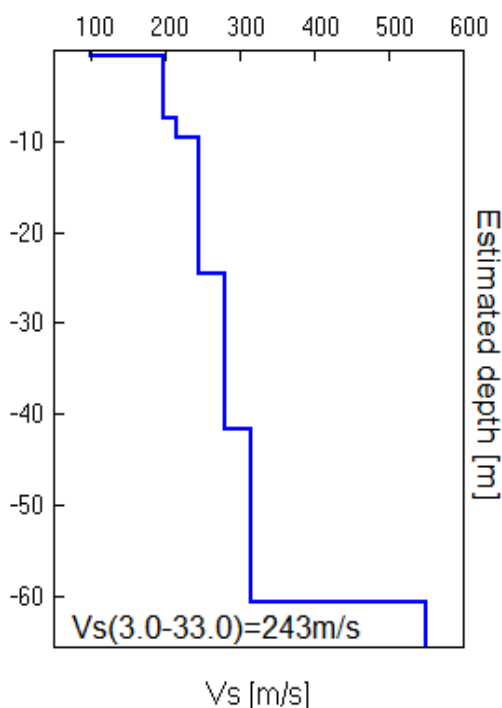


FIG. 29: ANDAMENTO DELLA V_s CON LA PROFONDITÀ

TABELLA 24: PARAMETRIZZAZIONE SISMICA SECONDO LE LINEE GUIDA SESAME, 2005.

Secondo le linee guida SESAME, 2005.

Max. H/V at 1.09 ± 0.01 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).			
Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	$1,09 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$220.0 > 200$	OK	
$?_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $?_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 49 times	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro:			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	Hz	OK	no
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	2.125 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.08 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm ?_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.0378 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.0378 < 0.1$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.3893 < 1.78$	OK	
L_w	lunghezza della finestra		

²⁵ Pag. 68 La Liquefazione dei terreni – Giulio Riga – Flaccovio Editore (Cod. Biblio pers. F0039)

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

24. PROPOSTE DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO SISMICO

Si suggerisce inoltre di valutare le seguenti raccomandazioni:

- Deve essere adottato un unico tipo di fondazione per una data struttura;
 - La rigidezza deve essere tale da trasmettere al terreno nel modo più uniforme possibile le azioni ricevute dalla sovrastruttura;
 - La rigidezza della fondazione nel suo piano deve essere in grado di assorbire gli effetti degli spostamenti orizzontali relativi tra gli elementi strutturali verticali.
- La verifica eseguita sull'area di studio ha permesso di appurare che il sito di intervento è:
- Esente da pericoli di instabilità dei pendii e arrecati dalla presenza di faglie sub-superficiali.
 - La probabilità di liquefazione è remota.

25. R E L A Z I O N E G E O T E C N I C A 26. 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] Livello della falda freatica.
- 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 1-2. 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 1-2 ad una profondità inferiore a 10 [m]
- 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: la verifica alla Liquefazione del terreno di fondazione fatta ha dato il seguente esito: suscettibilità alla liquefazione risulta poco probabile.**
- Addensamento eccessivo in caso di sisma: non si ritiene necessario fare la verifica.
- Distanza da faglie: non si ritiene necessario fare la verifica.

27. 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:

$tg\phi'd = tg\phi'k/1,0 \rightarrow 35^\circ$ [L1] $c'd = c'k/1,0 \rightarrow 0,0$ [kg/cmq] $cud = cuk/1,0 \rightarrow 0,0$ [L2] [kg/cmq]

$qu d = quK/1,6$ (resistenza a compressione uniassiale per le rocce)

28. AZIONI NELLE VERIFICHE AGLI STATI LIMITE

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:

Per la progettazione di elementi strutturali che coinvolgano azioni di tipo geotecnico (plinti, platee, pali, muri di sostegno, ...) le verifiche nei confronti degli stati limite ultimi strutturali (STR) e geotecnici (GEO) si eseguono adottando due possibili approcci progettuali, fra loro alternativi.²⁶

Nell'*Approccio 1*, le verifiche si conducono con due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definiti per le azioni (γ_F), per la resistenza dei materiali (γ_M) e, eventualmente, per la resistenza globale del sistema (γ_R).

Nella *Combinazione 1* dell'*Approccio 1*, per le azioni si impiegano i coefficienti γ_F riportati nella colonna A1 della Tabella 2.6.I. Nella *Combinazione 2* dell'*Approccio 1*, si impiegano invece i coefficienti γ_F riportati nella colonna A2. In tutti i casi, sia nei confronti del dimensionamento strutturale, sia per quello geotecnico, si deve utilizzare la combinazione più gravosa fra le due precedenti.

Nell'*Approccio 2* si impiega un'unica combinazione dei gruppi di coefficienti parziali definiti per le Azioni (γ_F), per la resistenza dei materiali (γ_M) e, eventualmente, per la resistenza globale (γ_R). In tale approccio, per le azioni si impiegano i coefficienti γ_F riportati nella colonna A1.²⁷

²⁶ (Tabella 2.6.1 p. 39 NTC 17-01-18)

²⁷ (§ 2.6.1 p. 44 NTC 17-01-18)

I coefficienti γ_M e γ_R sono definiti nei capitoli successivi.

Tab. 2.6.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU

		Coefficiente γ_F	EQU	A1	A2
Carichi permanenti G_1	Favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali $G_2^{(1)}$	Favorevoli	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevoli	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

⁽¹⁾ Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali o di una parte di essi (ad es. carichi permanenti portati) sia ben definita in fase di progetto, per detti carichi o per la parte di essi nota si potranno adottare gli stessi coefficienti parziali validi per le azioni permanenti.

Nella Tab. 2.6.I il significato dei simboli è il seguente:

γ_{G1} coefficiente parziale dei carichi permanenti G_1 ;

γ_{G2} coefficiente parziale dei carichi permanenti non strutturali G_2 ;

γ_{Qi} coefficiente parziale delle azioni variabili Q.

Nel caso in cui l'azione sia costituita dalla spinta del terreno, per la scelta dei coefficienti parziali di sicurezza valgono le indicazioni riportate nel Capitolo 6.

Il coefficiente parziale della precompressione si assume pari a $\gamma_P = 1,0$.

Altri valori di coefficienti parziali sono riportati nei capitoli successivi con riferimento a particolari azioni specifiche.

FIG. 30: TABELLA 2.6.1 NTC 17-01-18

29. 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 25: PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO P_{VR} AL VARIARE DELLO STATO LIMITE CONSIDERATO²⁸

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

30. 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 17-01-18. 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 .

In accordo a quanto stabilito al §2.6.1 (DM 17-01-18), la verifica della condizione [6.2.1] 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).

I diversi gruppi di coefficienti di sicurezza parziali sono scelti nell'ambito di due approcci progettuali distinti e alternativi. Nel primo approccio progettuale (Approccio 1) le verifiche si eseguono con due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti ognuna

²⁸NTC 17/01/18 Tab. 3.2.1

delle quali può essere critica per differenti aspetti dello stesso progetto. Nel secondo approccio progettuale (Approccio 2) le verifiche si eseguono con un'unica combinazione di gruppi di coefficienti. Per le verifiche nei confronti di stati limite ultimi non espressamente trattati nei successivi paragrafi, da 6.3 a 6.11 (DM 17-01-18), si utilizza l'Approccio 1 con le due combinazioni (A1+M1+R1) e (A2+M2+R2). I fattori parziali per il gruppo R1 sono sempre unitari; quelli del gruppo R2 possono essere maggiori o uguali all'unità e, in assenza di indicazioni specifiche per lo stato limite ultimo considerato, devono essere scelti dal progettista in relazione alle incertezze connesse con i procedimenti adottati.

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 Rd. Esistono 2 approcci (DA1 e DA2) per la considerazione dei coefficienti parziali che sono riassunti nelle seguenti tabelle:

TABELLA 26: COMBINAZIONI DEI COEFFICIENTI PARZIALI (DM 17-01-18)

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 27: COEFFICIENTI PARZIALI RIFERITI ALLE RESISTENZE DEI MATERIALI²⁹

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

TABELLA 28: 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.

²⁹NTC 17/01/18 Tab. 6.2.II

31. STIMA PRELIMINARE DELLE RESISTENZE

I calcoli effettuati per determinare la Resistenza del sottosuolo in condizioni statiche, in riferimento al Litotipo 2, con fondazioni dirette continua 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. 17/01/2018.

Tali valori delle Resistenze comportano che le pressioni verticali permanenti (le Azioni) trasmesse dal nuovo fabbricato (Σs - kg/cm²) 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.

Verifica Liquefazione

Rif. Esempio pag. 137 e succ. del "La liquefazione dei terreni" Dario Flaccovio Ed. (Cod. Bibli. F0039)

Zona	ag	Categoria Suolo	S	PENDENZA MEDIA	FT
1	0,35	A	1	< 15°	1
2	0,25	B	1,25	> 15°	1,2
3	0,15	C	1,25	15° to 30°	1,2
4	0,05	D	1,35	> 30°	1,4
		E	1,25		

Dati del Sito

$a_{max} = agx (S \times FT) = 0,1610 \text{ g}$

M = 6

Dati sulla Stratigrafia

Strato 1 2

Profondità [m] 1 30

Densità [kN7mc] 18 18

Classificazione GP GW

Dati della DPM → SPT Prof. [m] Nm
29 8

Prof. Della falda acq. [m] = 1

Carico in superficie [kPa] -83,35

Contenuto di fini 68

Calcolo della Domanda di resistenza ciclica CSR (carico in superficie 0 kPa)

Calcolo della pressione totale [kPa]:

$\sigma_{vo} = 2,5 \times 17,5 + 3,1 \times 18 = 522 \text{ kPa}$ 99,55

Calcolo della pressione dei pori [kPa]:

$U_0 = (5,6-3) \times 9,81 = 274,68 \text{ kPa}$ 25,51

Calcolo della pressione effettiva [kPa]:

$\sigma'_{vo} = \sigma_{vo} - U_0 = 247,32 \text{ kPa}$

Calcolo dei coefficienti di riduzione:

$R_d = 1 - 0,00765 \times 5,6 = 0,78$

CSR = 0,17

Calcolo della Domanda di resistenza ciclica CSR (carico in superficie 98,06 kPa)

Calcolo della pressione totale [kPa]:

$$\sigma_{vo} = 2,5 \times 17,5 + 3,1 \times 18 + 98,06 \quad 620,06 \quad 197,61$$

Calcolo della pressione dei pori [kPa]:

$$U_0 = (5,6-3) \times 9,81 = \quad 264,87 \quad 25,51$$

Calcolo della pressione effettiva [kPa]:

$$\sigma'_{vo} = \sigma_{vo} - U_0 \quad 355,19 \quad 355,19$$

Calcolo dei coefficienti di riduzione:

$$R_d = 1 - 0,00765 \times 5,6 \quad 0,78$$

$$CSR = \quad 0,17 \quad 0,17$$

Calcolo della resistenza penetrometrica corretta, (N)₆₀

$$C_e = \quad 0,7 \quad (N)_{60} = N_m \times C_e \times C_b \times C_r \times C_s$$

$$C_b = \quad 1 \quad (N)_{60} = \quad 5,66$$

$$C_r = \quad 0,75$$

$$C_s = \quad 1$$

Fattore di correzione della pressione litostatica efficace C_n (senza carico)

$$C_N = (P_a / \sigma'_{vo})^{0,5} \quad 0,61$$

Calcolo della resistenza penetrometrica corretta, (N₁)₆₀

$$(N_1)_{60} = \quad 3,46$$

Fattore di correzione della pressione litostatica efficace C_n

$$C_N = (P_a / \sigma'_{vo})^{0,5} \quad 0,52$$

Calcolo della resistenza penetrometrica corretta, (N₁)₆₀

$$(N_1)_{60} = \quad 2,95$$

CALCOLO DI CRR 5,5 (capacità di resistenza ciclica per un terremoto di magnitudo 5,5)

Correzione di (N₁)₆₀ a un equivalente valore di (N₁)_{60cs} di sabbia pulita

$$(N_1)_{60cs} = \alpha + \beta (N_1)_{60}$$

$$\alpha = \exp[1,76 - (190 / (FC \times FC))] \quad 1,72 \quad 5,58$$

$$\beta = 0,99 + (FC)^{1,5} / 1000 \quad 1,55$$

$$(N_1)_{60cs} \text{ (senza carico)} \quad 10,94$$

$$(N_1)_{60cs} \quad 10,15$$

a	0,0480000000
b	-0,1248000000
c	-0,0047210000
d	0,0095780000
e	0,0006136000
f	-0,0003285000
g	-0,0000167300
h	0,0000037150

Calcolo di CRR eq (capacità di resistenza ciclica corretta)

$$CRR_{eq} = CRR_{5,5} \times MSF \times k_{\alpha} \times k_{\sigma}$$

0,12 senza carico 0,11 con carico

MSF 0,9996

fattore di correzione per la tensione tangenziale mobilitata:

k_{α} 1

k_{σ} 1

CALCOLO DEL FATTORE DI SICUREZZA

$F S_L = CRR_{eq} / CSR$

$F S_L = CRR_{eq} / CSR$

Calcolo della probabilità di liquefazione PL

RISULTATI PROVA DPM 1

$PL = 1 / (1 + (fs / 0,77)^{3,25})$

0,19 senza carico

0,19 **con carico**

SUSCETTIBILITÀ

PROBABILITÀ DI LIQUEFAZIONE E SUSCETTIBILITÀ

PROBABILITÀ DI LIQUEFAZIONE E SUSCETTIBILITÀ

ALLA LIQUEFAZIONE

ALLA LIQUEFAZIONE NON PROBABILE

ALLA LIQUEFAZIONE NON PROBABILE

Calcolo della probabilità di liquefazione PL

RISULTATI PROVA DPM 2

$PL = 1 / (1 + (fs / 0,77)^{3,25})$

0,17 senza carico

0,18 **con carico**

SUSCETTIBILITÀ

PROBABILITÀ DI LIQUEFAZIONE E SUSCETTIBILITÀ

PROBABILITÀ DI LIQUEFAZIONE E SUSCETTIBILITÀ

ALLA LIQUEFAZIONE

ALLA LIQUEFAZIONE NON PROBABILE

ALLA LIQUEFAZIONE NON PROBABILE



FIG. 31: PARTICOLARE SEDIMENTO GHIAIA IN MATRICE SABBIOSA DEL SITO 33. RISULTATI DELLE INDAGINI PENETROMETRICHE

TABELLA 29: STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVE DPM

Lavoro: 21201 Cantiere: VERONA - VR Falda: -5 da p.c.	DATI STRUMENTALI			Angolo della punta	45	[gradi]
	Peso del Maglio	30	[Kg]	Lunghezza aste	1	[m]
	Altezza di caduta	0,50	[m]	Peso delle aste	1,95	[Kg/m]
	Area della punta	10	[cm ²]			
	Passo di lettura	0,1	[m]			

Prof. [m]	Num Colpi	Num. Aste	Angolo d'Attrito int	Formula usata	Classificazione terreno	
0,00						
0,30	5	1	26		Suolo con ghiaia e sabbia da poco a mediamente addensato	
0,60	6	1	28	$\phi = 15 + \sqrt{15 N_{spt}}$		
0,90	8	1	30	$\phi = 15 + \sqrt{15 N_{spt}}$		
1,20	10	2	31	$\phi = 15 + \sqrt{15 N_{spt}}$	Ghiaia in matrice sabbiosa da mediamente a molto addensato, locali lenti con prevalenza di sabbia con altezza di circa 0,5 m.	
1,50	11	2	32	$\phi = 15 + \sqrt{15 N_{spt}}$		
1,80	13	2	33	$\phi = 15 + \sqrt{15 N_{spt}}$		
2,10	15	3	35	$\phi = 15 + \sqrt{15 N_{spt}}$		
2,40	16	3	36	$\phi = 15 + \sqrt{15 N_{spt}}$		
2,70	15	3	35	$\phi = 15 + \sqrt{15 N_{spt}}$		
3,00	17	4	36	$\phi = 15 + \sqrt{15 N_{spt}}$		
3,30	19	4	37	$\phi = 15 + \sqrt{15 N_{spt}}$		
3,60	18	4	37	$\phi = 15 + \sqrt{15 N_{spt}}$		
3,90	18	5	37	$\phi = 15 + \sqrt{15 N_{spt}}$		
4,20	19	5	37	$\phi = 15 + \sqrt{15 N_{spt}}$		
4,50	50	5	51	$\phi = 15 + \sqrt{15 N_{spt}}$		

3 4 . C O N S I D E R A Z I O N I C O N C L U S I V E

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 compattamento prima di procedere alla stesura del misto granulare di ritombamento, mediante 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] e 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. Nel caso che, durante i lavori esecutivi, si constatassero evidenti differenze rispetto a quando precedentemente indicato nella presente relazione, si raccomanda di contattare il sottoscritto che potrà verificare le eventuali anomalie geologiche.

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 al fine di verificarne lo stato di equilibrio.
- p) Nel paragrafo precedente sono indicate le Resistenze di progetto del terreno calcolate agli stati limite.
- q) Classificazione sismica del sito è in **Classe sismica 2**: Zona sismica.
- r) Categoria sottosuolo: C (vedasi relazione geologica). s) Classe d'uso: II.
- t) Categoria topografica: 1. u) Altitudine sito: 68 [m] s.l.m.
- v) La suscettibilità alla liquefazione risulta poco probabile.
- vi) Accelerazione orizzontale corrispondenti a: Verona AgMax = (vedasi relazione geologica e sismica).

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, geotecnica non dovrà essere considerata valida se riferita ad un altro [A] sito, o altro [B] lotto, o ad altro [C] progetto, diverso da quello previsto per il: Foglio 188 Mappale 72 96 (Proprietà comune di Verona), Foglio 188 Mappale 15, 120,227,231,235,240,241,242,243,244,245,246,247,248, 249 (Proprietà Campedelli Tiziana e Giorgio) e la posizione con Coordinate WGS84: Lat 45.455431 Lng 10.961101.

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. 17/01/2018.

TABELLA 30: 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 31: CASE HISTORY

Rif. Int.	Titolo	Committente
1361 17168 1837	Consulenze geologiche geotecniche	Privato

TABELLA 32: SITOLOGIA DI RIFERIMENTO

<http://www.geostru.com/geoapp/>

<http://csi.rm.ingv.it/>

<http://emidius.mi.ingv.it/DBMI11/>

<http://emidius.mi.ingv.it/CPTI>

<http://zonesismiche.mi.ingv.it/elaborazioni/download.php>

<http://www.geostru.com/geoapp/Parametri-Sismici.aspx>

TABELLA 33: INDICE COMUNICAZIONE

Data	Sito	Oggetto	Mittente	Destinatario	21201
18/11/2021	Parere negativo Regione Veneto Droghetti Vinci	Parere negativo Regione Veneto Droghetti Vinciguerra	a.monica.michelazzi@gmail.com	melli.geo@gmail.com	
29/11/2021	Prima richiesta Integrazioni	Prima richiesta Integrazioni	a.monica.michelazzi@gmail.com	melli.geo@gmail.com	

M E L L I D R . M A R C O
W W W . C O N S U L E N Z E M A R C O M E L L I . E U
U F F I C I O :
1] VIA LUIGI FANTONI, N.15 [RESIDENZA E³UFFICIO]
37069 VILLAFRANCA DI VERONA (VR)
2] VIA CAMPANA, N.20 [UFFICIO DI RAPPRESENTANZA]
46029 SUZZARA (MN)
T.M. 3358427595 FAX 02700426729
S K Y P E : M A R C O . M E L L I . 6 6
P E C : m a r c o m e l l i @ e p a p . s i c u r e z z a p o s t a l e . i t
E - M A I L : m e l l i . g e o @ g m a i l . c o m
P.IVA 01839040209 C.F. MLLMRC66S30L020D
NATO A SUZZARA (MN) IL 30/11/1966

Marco Melli

MARCO MELLI DR.
ISCRITTO ALL'ORDINE
DEI GEOLOGI DELLA
LOMBARDIA COL N. 971
SEZ. A - DAL 14/03/1997

ALLEGATO 1: CONSIGLI PRATICI IN CASO DI TERREMOTO

Se arriva il terremoto...



Cerca **riparo** all'interno di una porta in un muro portante o sotto una trave. Se rimani al centro della stanza potresti essere ferito dalla caduta di vetri, intonaco o altri oggetti.



Non precipitarti fuori per le scale: sono la parte più debole dell'edificio. Non usare l'ascensore: si può bloccare. In strada potresti essere colpito da vasi, tegole ed altri materiali che cadono.



Chiudi gli **interruttori** generali del gas e della corrente elettrica, alla fine della scossa, per evitare possibili incendi.



Esci **alla fine della scossa**. Indossa le scarpe: in strada potresti ferirti con vetri rotti. Raggiungi uno spazio aperto, lontano dagli edifici e dalle linee elettriche.



Non **bloccare le strade**. Servono per i mezzi di soccorso. Usa l'automobile solo in caso di assoluta necessità.

Servizio Sismico Nazionale: Il terremoto è un fenomeno naturale non prevedibile, che dura molto poco, quasi sempre un minuto. La sicurezza dipende dalla residenza dove ci si trova. Se è costruita o adattata in modo da resistere al terremoto non subirà danni gravi e proteggerà le persone. Ovunque ci si trovi è molto importante mantenere la calma e sapere cosa fare. Occorre prepararsi ad affrontare un terremoto sin da ora. Seguire alcune semplici norme di comportamento può salvare vite umane

3 5 . T E R R E M O T I N E L L ' A R T E E C U L T U R A



– Rappresentazione degli effetti a Messina del terremoto e maremoto del 5 febbraio 1783. Il terremoto avvenne in Calabria, ma anche Messina fu colpita duramente. (fonte: Ingv)

1 of 2

FIG. 32: DIPINTO CON RAPPRESENTAZIONE DEGLI EFFETTI DEL TERREMOTO ³²

P.S.: Matteo (7.21.24-29) Come una casa, per essere sicura contro le avversità atmosferiche, deve avere delle fondamenta solide, così il cristiano, per superare le difficoltà della vita, deve vivere in piena comunione con Gesù. Luca (6.48-49).

³² \\192.168.1.200\Dati\arg\arg_Modelli\GiulioRomanoLaCadutadegliDei.jpg

36. INDICE GENERALE TITOLI, FIGURE E TABELLE

1. Riferimenti Normativi.....	2
Tabella 1: Riferimenti Normativi.....	2
2. Relazione Geologica.....	3
3. Premessa.....	3
4. Descrizione Sintetica Del Progetto.....	4
Fig. 1: Estratto Di Mappa Catastale Con Aree Pua.....	4
Tabella 2: Ripartizioni Proprietà Aree Catastali.....	5
Tabella 3: Ripartizioni Ambiti D'intervento E Tipi Di Copertura.....	5
Tabella 4: Descrizione Del Tipo Di Copertura Future Aree P.U.A. Saval.....	5
Fig. 2: Planimetria Generale Variante.....	6
Fig. 3: Ortofoto Con Localizzazione P.U.A.....	7
Fig. 4: Scheda Norma 98 Da P.I. Vigente.....	7
5. Inquadramento Territoriale.....	8
Fig. 5: Estratto Pat_1 "Carta Dei Vincoli"- Legenda.....	8
Fig. 6: Estratto Pat_2 "Carta Delle Invarianti".....	9
Fig. 7: Estratto Pat_2 "Carta Delle Fragilità"- Legenda.....	9
Fig. 8: Estratto Pat_2 "Carta Delle Trasformabilità"-.....	10
6. Indagini Geognostiche Operate.....	11
Tabella 5: Dati Tecnici Dpm 30– 20.....	11
Fig. 9: Prova Penetrometrica Dinamica Dpm.....	11
Fig. 10: Indagine Sismica Passiva Con Tromino.....	12
Tabella 6: Classificazione Issmfe Dei Penetrometri Dinamici.....	12
7. Risultati Delle Indagini: Modello Geologico Del Sottosuolo.....	12
8. Stratigrafia - Categorie Del Suolo Di Fondazione Del Sito.....	12
Tab. 7: Modello Geologico Del Primo Sottosuolo.....	12
Fig. 11: Carta Geologica.....	15
9. Geologia, Geomorfologia E Idrogeologia Del Sito.....	15
10. Pericolosità Geologica E Idrogeologica E Fattibilità Del Sito.....	16
11. Parametri Geotecnici Naturali.....	16
Tabella 9: Valori Dell'angolo Di Attrito Interno Di Materiali Ghiaioso–Sabbiosi (L2):.....	16
Tabella 10: Parametri Geotecnici Di Riferimento Per L2.....	17
12. Relazione Sismica.....	18
13. Scenari Di Pericolosità Sismica Locale: Prima Fase Di Analisi.....	18
14. Relazione Sulla Modellazione Sismica Concernente La Pericolosità Di Base Del Sito Di Costruzione.....	18
15. Sismicità Storica.....	18
Fig. 12: Intensità Storia Sismica Del Territorio Comunale.....	18
Tabella 11: Storia Sismica Del Territorio Comunale (Fino Al 2011).....	19
16. Cenni Di Tettonica Profonda.....	21
Fig. 13: Localizzazione Degli Epicentri Dei Principali Terremoti.....	21
Fig. 14: Zonazione Sismica Itcs044.....	22
Fig. 15: Distribuzione Della Anomalie Di Drenaggio.....	22
Fig. 16: Sezione Geologica (Dist. Vert. In Rapp. 2:1 Con Le Orizz.).....	22
Fig. 17: Colonna Stratigrafica Per Interpretazione Della Sez. Geologica.....	23
Figura 18: Schema Stratigrafico Del Quaternario (Da Rizzini & Dondi 1978).....	23
Fig. 19: Stratigrafia Sondaggio Rodigo 1 (Da A. Castellarin 1985 – Agip).....	24
Fig. 20: Schema Tettonico Pianura Padana Occidentale.....	24
17. Caratteristiche Sismiche Del Territorio.....	24
Tabella 12: Zone Sismiche E Accelerazioni Orizzontali Di Picco Al Suolo.....	24
.....	25
Fig. 21: Mappa Pericolosità Sismica Veneto.....	25
Tabella 13: Categorie Di Sottosuolo:.....	26

Tabella 14: Valori Massimi Del Coefficiente Di Amplificazione Topografica St:	27
Tabella 15: Categorie Topografiche T:	27
Tabella 16: Coefficiente S E Categorie Di Sottosuolo:	27
Tabella 17: Coefficiente S E Categorie Di Sottosuolo:	27
18. Definizioni Delle Scelte Progettuali Ed Ubicazione Del Sito:	28
Tabella 18: Parametri D'ingresso Usati:	28
19. Determinazione Dell'accelerazione Massima Di Riferimento Ed In Generale Dei Parametri Indipendenti:	29
Tab. 19: Valori Dei Parametri Ag, Fo, Tc* Per I Periodi Di Ritorno Tr Di Riferimento:	29
20. Parametri Di Disaggregazione:	30
Fig. 22: Mappa Interattiva Pericolosità Sismica:	30
Fig. 23: Curva Di Pericolosità:	31
Tab. 20: Valori Di Accelerazione Per Frequenze Annuali Di Eccedenza:	31
Fig. 24: Spettri Di Pericolosità Uniforme:	32
Tab. 21: Spettri Di Pericolosità Uniforme:	32
Fig. 25: Disaggregazione Del Valore Di A(G) Con Probabilità Di Eccedenza Del 10% In 50 Anni:	33
21. Determinazione Della Sismicità Di Progetto Nel Sito Esaminato:	34
22. Metodologia Utilizzata Per L'indagine Sismica:	34
23. Approfondimento Di Iii Livello: Indagine Di Sismica Passiva Con Tromino:	34
Fig. 26: Rapporto Spettrale Orizzontale Su Verticale:	34
Fig. 27: Spettri Delle Singole Componenti:	35
Fig. 28: H/V Sperimentale Vs. H/V Sintetico:	35
Tabella 22: Stratigrafia Sismica:	35
Tabella 23: Coefficiente S E Categorie Di Sottosuolo:	36
Fig. 29: Andamento Della Vs Con La Profondità:	36
24. Proposte Di Mitigazione Del Rischio Sismico:	37
25. Relazione Geotecnica:	37
26. Premessa:	37
27. Criteri Di Progetto Geotecnico:	38
28. Azioni Nelle Verifiche Agli Stati Limite:	38
Fig. 30: Tabella 2.6.1 Ntc 17-01-18:	39
29. Stati Limite E Relative Probabilità Di Superamento:	39
Tabella 25: Probabilità Di Superamento Pv _r Al Variare Dello Stato Limite Considerato:	39
30. Resistenze Del Sottosuolo:	39
Tabella 26: Combinazioni Dei Coefficienti Parziali (Dm 17-01-18):	40
Tabella 27: Coefficienti Parziali Riferiti Alle Resistenze Dei Materiali:	40
Tabella 28: Coefficienti Parziali Riferiti Alle Resistenze Del Sistema:	40
31. Stima Preliminare Delle Resistenze:	41
32. Verifica Alla Liquefazione:	42
Fig. 31: Particolare Sedimento Ghiaia In Matrice Sabbiosa Del Sito:	45
33. Risultati Delle Indagini Penetrometriche:	45
Tabella 29: Stima Parametri Geotecnici Prove Dpm:	45
34. Considerazioni Conclusive:	46
Tabella 30: Bibliografia Di Riferimento:	48
Tabella 31: Case History:	48
Tabella 32: Sitologia Di Riferimento:	48
Tabella 33: Indice Comunicazione:	48
Allegato 1: Consigli Pratici In Caso Di Terremoto:	49
35. Terremoti Nell'arte E Cultura:	49
Fig. 32: Dipinto Con Rappresentazione Degli Effetti Del Terremoto:	49
36. Indice Generale Titoli, Figure E Tabelle:	50