

Regione Veneto - Provincia di Verona

**COMUNE DI VERONA**

**PROGETTO DI UN NUOVO PARCHEGGIO  
PLURIPIANO RE TEODORICO IN ADERENZA E  
CONTINUITA' FUNZIONALE ALL'ESISTENTE  
PARCHEGGIO MULTIPIANO IN VIALE  
DELL'INDUSTRIA**

**RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA**

(AI SENSI DEL D.M. 14/01/2008)



**STUDIO  
NUCCI**

Dott. Geol. Enrico Nucci  
Dott. Ing. Elena Nucci

Via Albere 132 - 37137 Verona  
Via Gardesana 48 - 37010 Torri  
tel e fax: 045/8622408  
cell : 0039 335.7597710  
e mail: [studionuccisrl@gmail.com](mailto:studionuccisrl@gmail.com)

**Dott. Geol. Enrico Nucci**



Committente:

**ENTE FIERE DI VERONA**

Cod. Rif. SNSRL01916

Data: 29/06/2016

## INDICE

1	PREMESSA.....	3
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	4
3	DESCRIZIONE DEL PROGETTO .....	5
4	RELAZIONE GEOLOGICA.....	7
4.1	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DEL TERRITORIO .....	7
4.2	INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO .....	8
4.3	INQUADRAMENTO IDROGRAFICO E IDROGEOLOGICO .....	11
4.4	INQUADRAMENTO SISMOTETTONICO .....	14
4.5	ANALISI DEL PIANO DI ASSETTO TERRITORIALE (P.A.T.) .....	18
5	RELAZIONE GEOTECNICA .....	21
5.1	CAMPAGNA INDAGINI.....	21
5.1.1	Trincee esplorative .....	22
5.1.2	Sondaggio a carotaggi continuo.....	23
5.2	PARAMETRIZZAZIONE GEOTECNICA .....	24
5.2.1	Prove penetrometriche dinamiche SPT.....	25
5.2.2	Metodo dei cumuli nei saggi con escavatore.....	27
5.2.3	Indagini geofisiche in aree limitrofe.....	28
5.2.4	Quadro sismico .....	28
6	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE .....	30
	BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO.....	32

Codice di Rif.: SNSRL01916

Verona, 29 GIUGNO 2016

## 1 PREMESSA



**Figura 1:** Vista da Google Earth, al centro la situazione attuale con l'esistente a destra del lotto.

Nell'ambito del progetto per la realizzazione di un nuovo padiglione della Fiera di Verona è stato condotto il presente studio preliminare in ottemperanza al D.M. 14/01/2008, finalizzato alla definizione del modello geologico e geotecnico di progetto e più specificatamente:

- *all'inquadramento geografico, geologico, idrogeologico e sismico del territorio;*
- *alla caratterizzazione geotecnica dei terreni costituenti il sottosuolo;*
- *all'individuazione delle possibili problematiche di carattere geologico, geotecnico, idraulico ed ambientali, connesse all'esecuzione dell'intervento.*

Stante il livello preliminare della progettazione si sono utilizzate le numerose informazioni a carattere bibliografico ed in particolare la preziosa Relazione Geologica Geotecnica redatta dalla Società SGS srl a firma del Dott. Marzola e Ing. Fusina nel 2000 ( in quel periodo lo scrivente ne era Direttore Tecnico e Amministratore Delegato e aveva partecipato alla stesura della stessa) in cui erano state eseguite approfondite indagini per il primo Parcheggio Multipiano , ma indagando accuratamente anche il sedime del raddoppio in esame.

Si hanno pertanto importanti indagini dirette costituite da sondaggi a carotaggio continuo, pozzetti geognostici mediante escavatore meccanico, prove di permeabilità, che consentono di avere a disposizione un quadro conoscitivo completo ed altamente affidabile.

## 2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La presente relazione è stata redatta in ottemperanza alla seguente Normativa di riferimento e alle seguenti raccomandazioni:

### **ORDINANZA DEL PRESIDENTE DEL CONSIGLIO 20.03.2003 N°3274 (G.U. 08.05.2003 N°105)**

Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normativa tecnica per le costruzioni in zona sismica.

### **DELIBERA DEL CONSIGLIO REGIONALE DEL VENETO 03.12.2003 N°67**

Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 20.03.2003 n°3274 “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica” – Approvazione della classificazione sismica e direttive per l'applicazione.

### **ORDINANZA DEL PRESIDENTE DEL CONSIGLIO 28.04.2006 N°3519**

Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone.

### **DELIBERA DELLA GIUNTA REGIONALE 18.12.2007 n°4148**

Art. 32, 37 e 38 delle Norme tecniche di attuazione del Piano di Assetto Territoriale del Comune di Verona (P.A.T.).

### **DELIBERA DELLA GIUNTA REGIONALE DEL VENETO 22.01.2008 N°71**

Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 28 aprile 2006, n. 3519 “Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone” – Direttive per l'applicazione. Adozione del provvedimento n°96/CR del 7 agosto 2006.

### **D.M. 14.01.2008 - NUOVE NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI**

### **CIRC. MIN. 02.02.2009 N° 617**

Istruzioni per l'applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

### **DELIBERA DELLA GIUNTA REGIONALE DEL VENETO 05.11.2009 N°107**

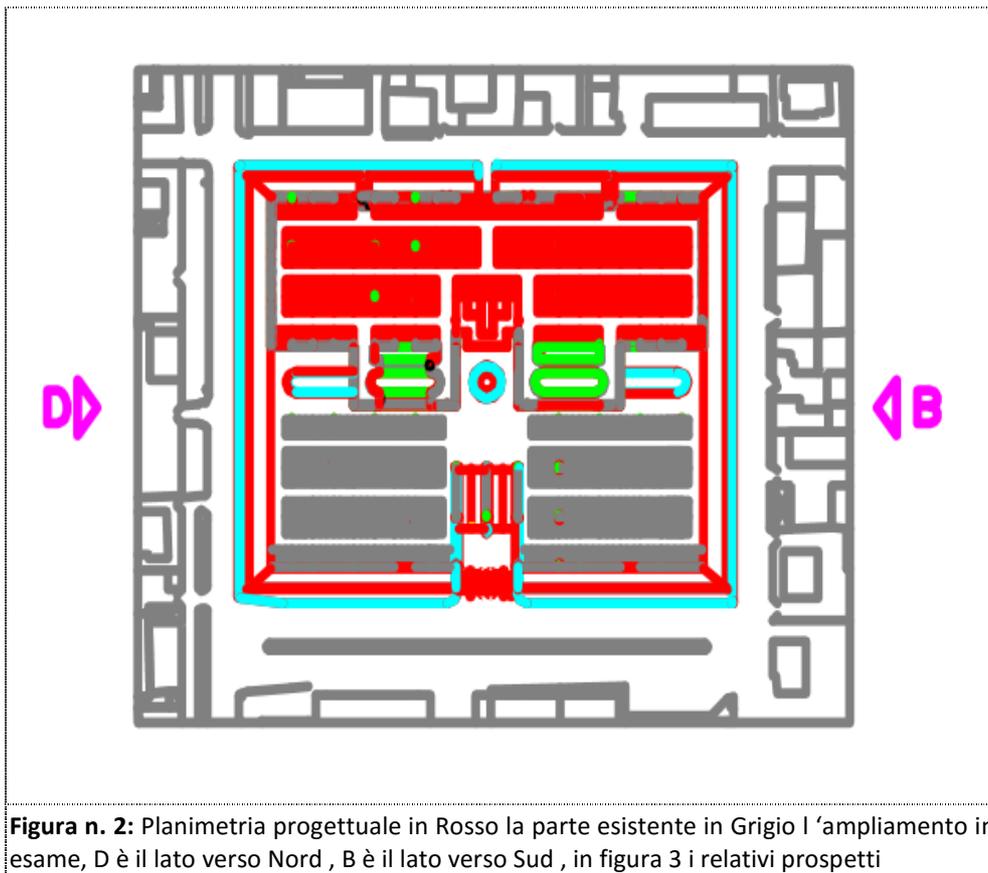
Piano di Tutela delle Acque (P.T.A.)

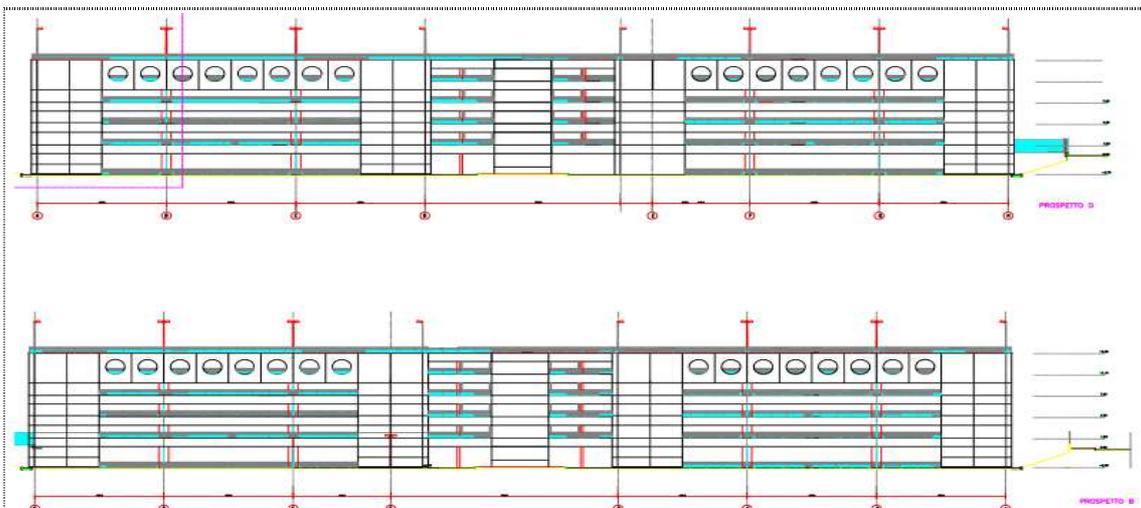
### 3 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Il progetto in esame prevede in pratica il raddoppio del Parcheggio multipiano esistente realizzato nei primi anni 2000.

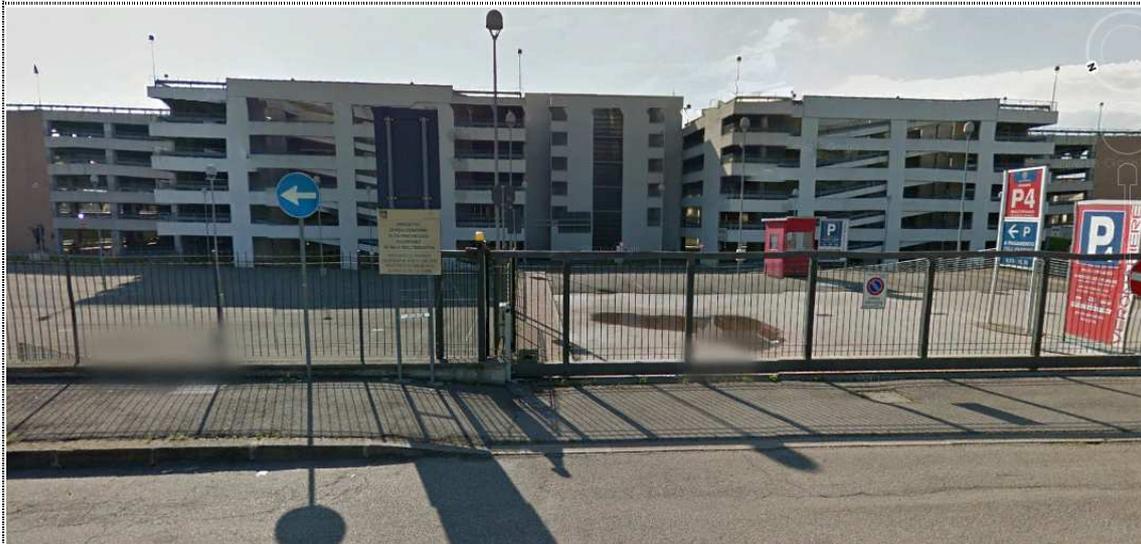
L'obiettivo è che tale attività sia in coerente aderenza e continuità funzionale in modo che l'opera completata sembri stata edificata non in due fasi ma in un'unica azione realizzativa. Nell'immagini seguenti sono raccolte la Planimetria del Progetto Preliminare e i relativi prospetti verso Nord e Sud.

In analogia con l'esistente vi sarà un piano seminterrato rispetto la viabilità circostante che si raggiungerà come attualmente con un leggero scivolo di avvicinamento





**Figura n. 3 :** Prospetti del Parcheggio Multipiano, sopra visto da Nord e sotto visto da Sud



**Foto n. 1 :** Vista prospettica della porzione esistente da ovest , si noti lo scivolo di accesso in discesa.

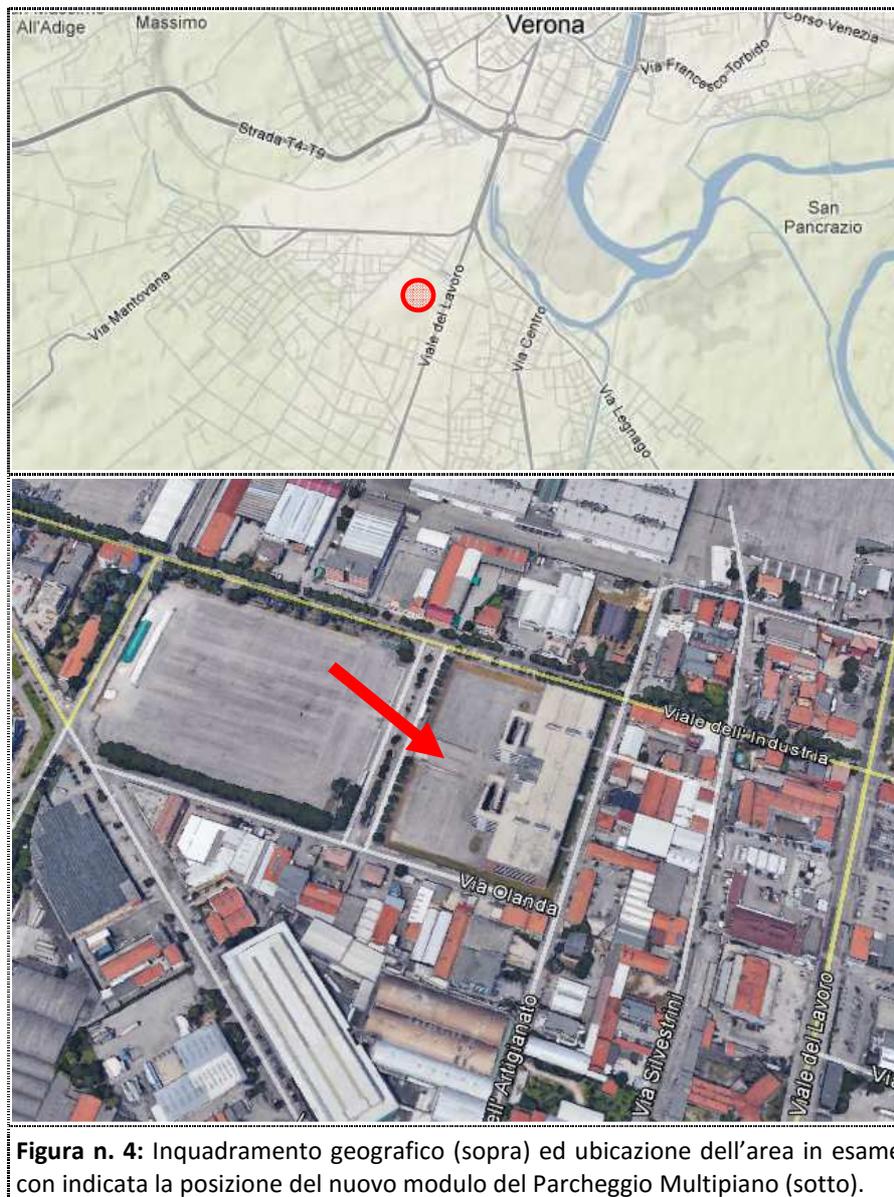


**Foto n. 2 e 3:** Viste aeree da Sud Est e da Nord Ovest, si noti anche qui la leggera depressione e lo scivolo

## 4 RELAZIONE GEOLOGICA

### 4.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DEL TERRITORIO

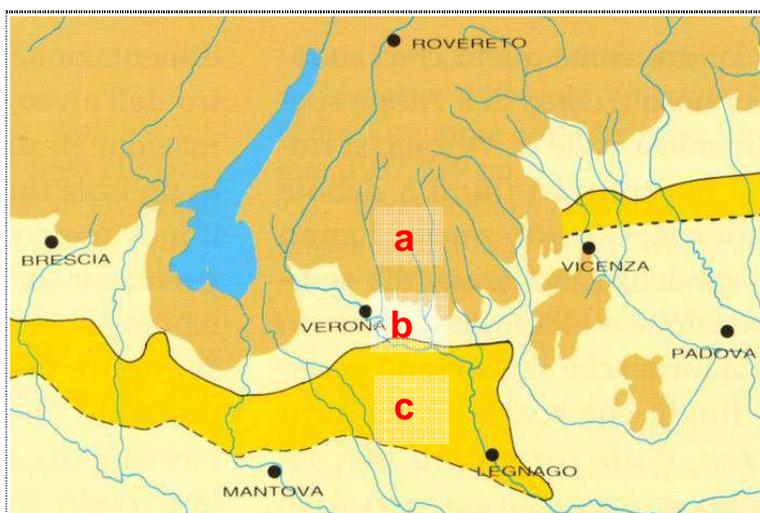
Inserito nella zona fieristica del Comune di Verona, fra Viale dell'Industria a Nord e via dell'Artigianato ad Est, il lotto di futuro intervento si colloca in un'area dal profilo morfologico sub-pianeggiante, leggermente degradante verso Sud Est. Quota altimetrica di riferimento di 63 m ca. s.l.m.



Per l'ubicazione dell'area si fa riferimento all'Elemento n. 123162 ("Verona Sud - Ovest") in scala 1:5.000 della Carta Tecnica Regionale.

## 4.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Dal punto di vista geologico - geomorfologico generale il sito progettuale si inserisce nell'ambito dell'Alta Pianura Veronese posta tra le propaggini lessinee e la linea delle risorgive. L'intero territorio della Provincia di Verona è infatti schematizzabile in tre differenti contesti geomorfologici e geolitologici di seguito descritti.

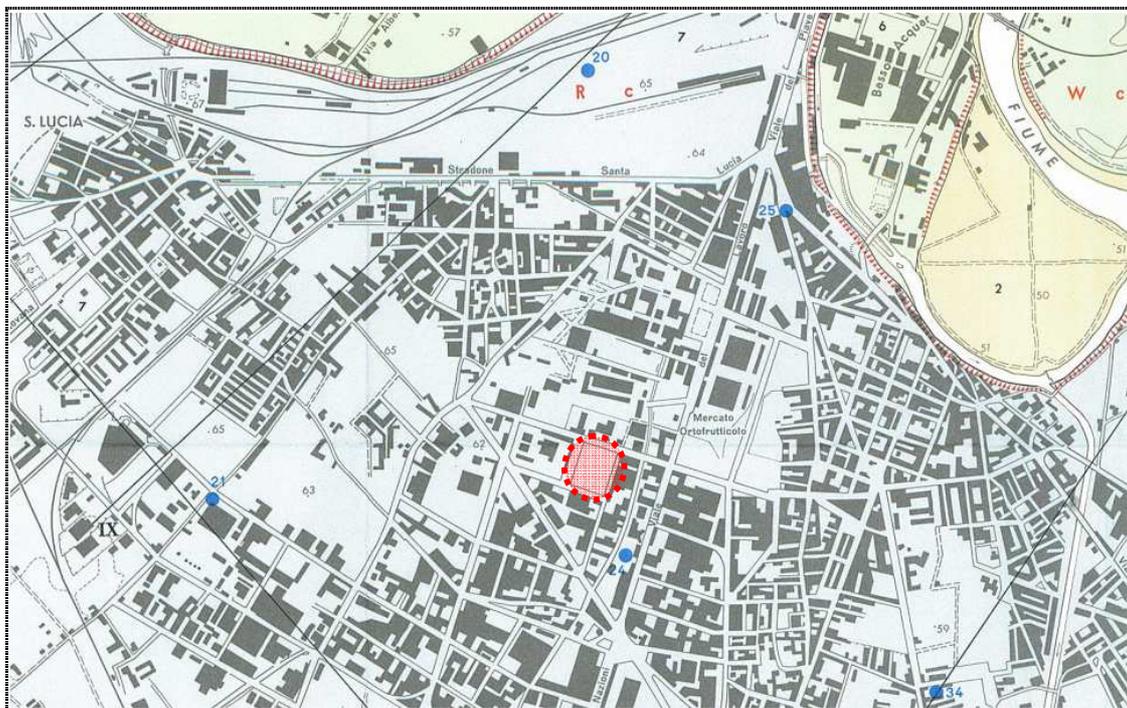


**Figura n. 5:** Posizione rispetto Verona dei tre contesti geomorfologici e geolitologici sopra elencati. (da Turri e Ruffo - 1992).

- a) **SETTORE COLLINARE – MONTUOSO.** Quest'area del territorio veronese è caratterizzata dai Monti Lessini, costituiti da un tavolato roccioso prevalentemente calcareo che, proteso verso la pianura degrada progressivamente fino ad immergere sotto i depositi alluvionali dell'Alta Pianura. Formato da una successione di rocce di età compresa fra il Mesozoico ed il Cenozoico, l'altopiano lessineo appare inciso longitudinalmente da una serie di valli ad orientamento circa Nord – Sud, confluenti nell'Alta Pianura dell'Adige.
- b-c) **PIANURA ALLUVIONALE DEL FIUME ADIGE.** L'evoluzione geomorfologica e geologica della pianura veronese è legata principalmente all'interferenza fra il Fiume Adige, le variazioni climatiche che si sono succedute durante il Quaternario e le conseguenti variazioni di portata del corso d'acqua a carattere fluvio-glaciale. L'alternanza di fasi di espansione e di ritiro del ghiacciaio che occupava il Lago di Garda e la Val d'Adige, con le conseguenti variazioni del flusso idrico e del trasporto solido, hanno determinato la costruzione dello spesso materasso alluvionale che viene denominato Antica Conoide dell'Adige, che si estende, con forma a ventaglio, dallo sbocco della Val d'Adige fino a Legnago. Fra la parte apicale del conoide, caratterizzata da granulometrie prevalentemente grossolane (Alta Pianura - *b* in figura 5), e la parte più distale del conoide stesso (Media e Bassa Pianura - *c* in figura 5) si determina una progressiva diminuzione granulometrica dei depositi.

Con specifico riferimento alla porzione di territorio in esame, ed in particolare alla figura 6 riportata di seguito, si rileva una morfologia pianeggiante in cui gran parte delle evidenze morfologiche sono riconducibili all'evoluzione dell'idrografia attuale e pregressa (terrazzi, orli di scarpata, etc.). L'agente morfogenetico principale è rappresentato dal fiume Adige con il suo grande conoide ed il suo piano di divagazione, scavato e terrazzato, all'interno del conoide stesso. L'ambito dell'Antico Conoide e quello del piano di divagazione sono separati da una scarpata morfologica alta circa 10 m che si trova a Nord Est rispetto il sito oggetto di studio, a ridosso della località Basso Acquar.

Per un inquadramento cartografico a tematismo *geologico e geomorfologico* di dettaglio dell'area in esame, si fa riferimento alla "Carta Geologica del territorio del Comune di Verona", in scala 1:20.000 (De Zanche e Sorbini - 1977) della quale si riporta un estratto di seguito.



**Figura n. 6:** Estratto della "Carta Geologica del territorio del Comune di Verona", in scala 1:20.000 (da De Zanche e Sorbini - 1977).

**LEGENDA**

- |   |  |  |
|---|--|--|
| 2 |  | Alluvioni prevalentemente sabbioso - limose, attuali e recenti, dell'Adige modellate nell'alveo würmiano. <b>Quaternario</b> .       |
| 6 |  | Alluvioni terrazzate fluvioglaciali e fluviali dell'antico conoide dell'Adige, ghiaiose e ciottolose ( <b>c</b> ). <b>Würm (W)</b> . |
| 7 |  | Alluvioni terrazzate fluvioglaciali e fluviali dell'Antico Conoide dell'Adige, ghiaiose e ciottolose ( <b>c</b> ). <b>Riss (R)</b> . |
|   |  | Orlo di terrazzo in depositi fluvioglaciali e fluviali.  |
| 3 |  | Pozzo per acqua.   |

Sotto l'aspetto *geolitologico*, l'Alta Pianura Veronese deriva dall'accumulo di grandi quantitativi di materiali granulari (ghiaie, ciottoli, sabbie e limi) la cui successione stratigrafica riflette le variazioni climatiche e, con esse, la capacità di trasporto della rete idrografica. Nel Quaternario, infatti, lo scioglimento delle coltri glaciali atesine, dovuto all'incremento di temperatura post-glaciale, potenziò enormemente la capacità di trasporto della rete idrografica, permettendo così l'accumulo di ingenti quantità di sedimenti prevalentemente grossolani. Come già accennato in precedenza, l'eterogeneità granulometrica dei depositi è da mettere in relazione con le variazioni del regime idrico nel tempo: la deposizione di ciottoli e ghiaie è espressione di momenti ad alta energia, mentre quella di sabbie e limi di momenti a bassa energia. La successione di episodi erosivi e deposizionali è all'origine della formazione dei terrazzi fluviali che caratterizzano l'intorno dell'area in studio.

Con riferimento alla figura 6 riportata alla pagina precedente, l'area di interesse ricade in corrispondenza delle ALLUVIONI FLUVIOGLACIALI E FLUVIALI DEL TERRAZZO RISSIANO, GHIAIOSE E CIOTTOLOSE, rinvenibili sino a parecchie decine di metri di profondità da piano campagna (v. stratigrafia tabella riportata di seguito).

La dominanza di litologie di natura granulare (salvo occasionali intercalazioni lentiformi coesive) risulta confermata dalle prove effettuate durante la campagna geognostica. Va altresì detto che l'ubicazione del sito in un ambito cittadino e quindi fortemente antropizzato, ha reso possibile la presenza di materiale di riporto nel primissimo sottosuolo.

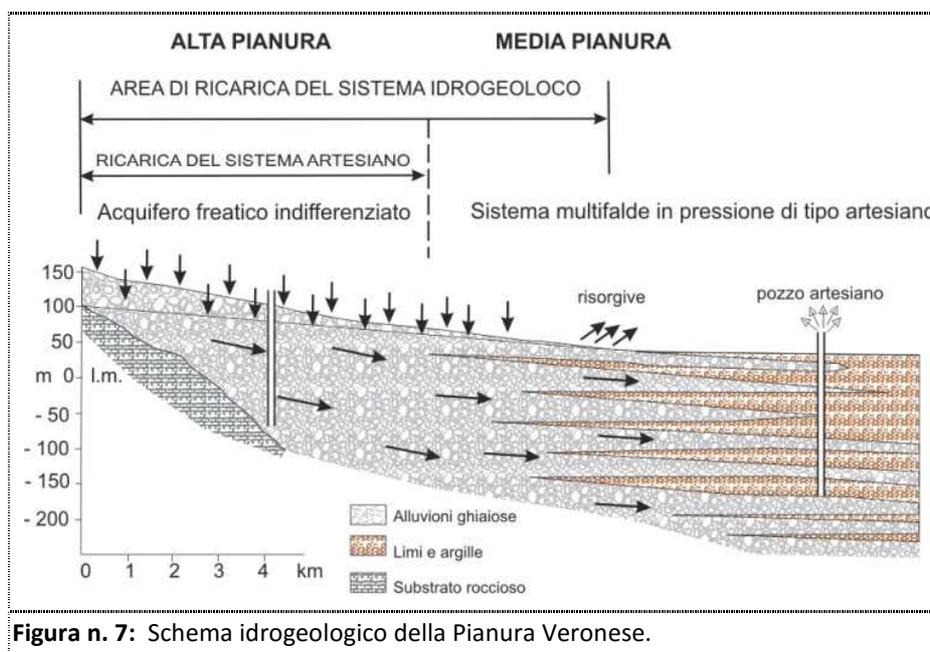
In tal senso la stratigrafia dei Sondaggi (vedi tabella seguente) eseguiti in corrispondenza del sito di interesse progettuale evidenzia, al di sotto di uno strato più superficiale di materiale di riporto e/o rimaneggiato di natura ghiaiosa in abbondante matrice limo sabbiosa, la presenza di un sottosuolo caratterizzato da sedimenti prevalentemente grossolani con ghiaia ciottolosa in matrice sabbiosa, debolmente limosa.

<u>SONDAGGI</u>	PROFONDITÀ (m da p.c.)	LITOLOGIA
	0,0 ÷ 1,3	<i>Terreno riportato</i>
	1,3 ÷ 20,0	<i>Ghiaia in matrice sabbiosa con rare intercalazioni argillose e sabbiose</i>

### 4.3 INQUADRAMENTO IDROGRAFICO E IDROGEOLOGICO

Dal punto di vista *idrografico* il principale corso d'acqua naturale che scorre nelle vicinanze è il Fiume Adige, la cui sponda destra dista circa 2 km a Nord Est dall'area di intervento. Il fiume scorre in direzione Sud completamente incassato tra due muri di sponda, praticamente continui, realizzati nel corso degli ultimi tre secoli, per mitigare i fenomeni di esondazione che hanno interessato la città fino alla seconda metà del secolo scorso. Oltre all'idrografia naturale è presente sul territorio una rete idrografica artificiale gestita dai Consorzi di bonifica; in particolare, ad una distanza di circa 60 m a Nord dal sito di progetto, si segnala il canale artificiale Conagro che scorre in direzione Ovest – Est.

Per quanto riguarda l'aspetto *idrogeologico*, la schematizzazione del territorio provinciale già trattata in precedenza, viene di seguito riproposta anche da questo punto di vista:

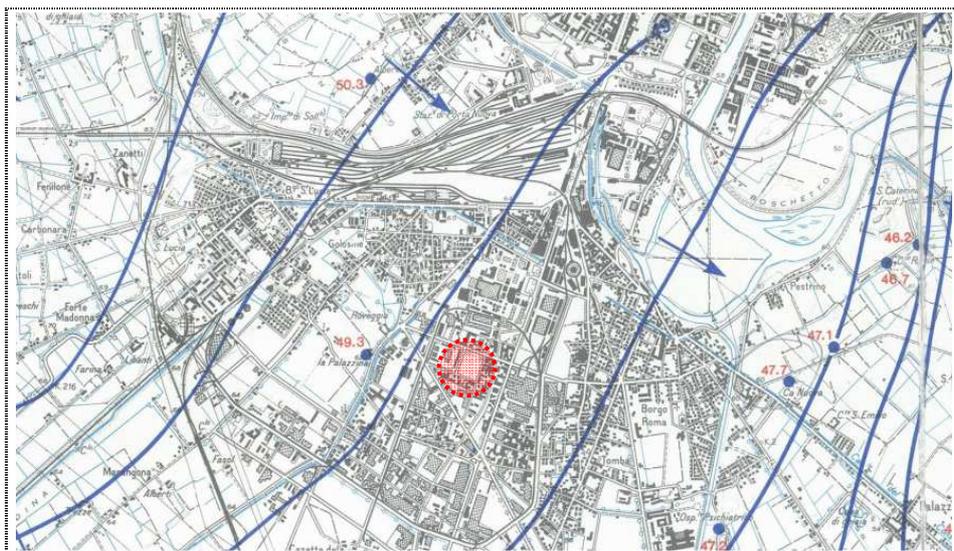


- a) **SETTORE COLLINARE – MONTUOSO.** La natura prevalentemente calcarea unitamente all'assetto strutturale ha favorito l'instaurarsi di un ben sviluppato carsismo. In tal senso, i fenomeni carsici e di fratturazione sono talmente numerosi ed importanti che fanno prevalere il deflusso sotterraneo a discapito di quello superficiale;
- b) **SISTEMA DELLA PIANURA ALLUVIONALE - ALTA PIANURA.** Tale unità, compresa fra i Monti Lessini a Nord, le colline moreniche dell'anfiteatro gardesano ad Ovest e la fascia delle risorgive a Sud, rappresenta una delle più cospicue riserve idriche sotterranee del Veneto. L'Alta Pianura è infatti sede di un acquifero freatico indifferenziato con direzione di deflusso approssimativamente Nord Ovest – Sud Est. L'elevata permeabilità e l'omogeneità del sottosuolo permettono l'infiltrazione delle acque superficiali e fanno di questo territorio "area di ricarica" degli acquiferi;

- c) **SISTEMA DELLA PIANURA ALLUVIONALE - MEDIO - BASSA PIANURA.** A partire dal limite inferiore della fascia dei fontanili, prende inizio il tipico ambiente di Bassa Pianura caratterizzato dall'affioramento di terreni da fini a molto fini. Il sottosuolo, costituito da alternanze di orizzonti continui limo - argillosi e strati permeabili, è caratterizzato dalla sovrapposizione di *acquiclude* e di falde idriche in pressione. In questa porzione di territorio prevalgono pertanto depositi a permeabilità medio bassa, utili come protezione delle acque di qualità profonde.

Fra l'Alta e la Medio-Bassa Pianura, vi è una fascia ("delle risorgive") ove il livello della superficie freatica interseca la superficie topografica con conseguente venuta a giorno della falda in una serie di scaturigini, fosse o risorgive di origine naturale. I depositi ghiaioso - sabbiosi che costituiscono il sottosuolo dell'Alta Pianura e quindi del sito di interesse progettuale, rappresentano un importante acquifero freatico indifferenziato, che ospita una falda di elevata potenzialità la cui tavola d'acqua si trova a profondità variabile dal piano campagna in ragione della topografia dei luoghi e del gradiente della falda stessa; in linea generale la profondità della falda diminuisce da N verso la porzione SE della città (v. fig. 8).

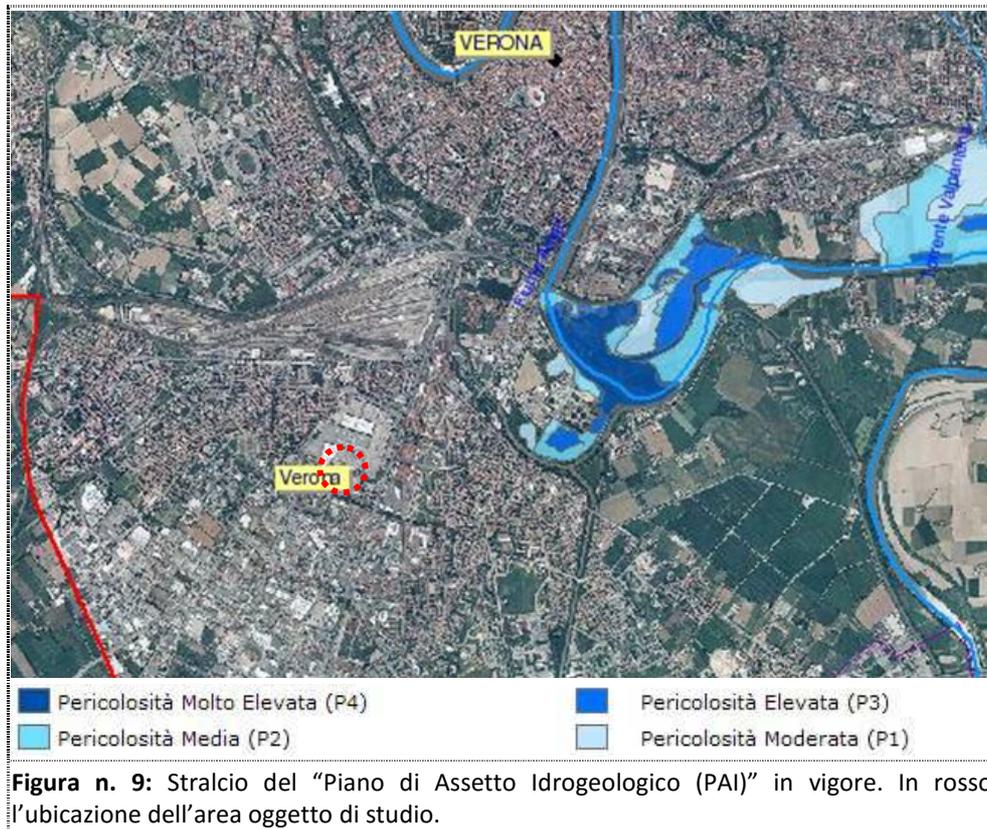
Dall'analisi dei dati di alcuni pozzi misurati in periodo di morbida nel 1986, tratti dalla "Carta idrogeologica dell'Alta Pianura dell'Adige" (Dal Prà e De Rossi – 1989 – vedi fig. 8), si evince come l'acquifero freatico abbia una direzione di deflusso da NW a SE e come la falda in periodo di morbida sia collocata ad una quota sul livello del mare pari a circa 48,50 m. Considerando che l'altezza topografica media del sito in oggetto è di circa 63 m s.l.m., si evince che la falda freatica si attesta ad una profondità minima pari a circa 14 -15 m dal piano campagna, peraltro in linea con quanto misurato durante l'esecuzione dei sondaggi a carotaggio continuo.



**Figura n. 8:** Stralcio della "Carta Idrogeologica dell'Alta Pianura dell'Adige" (Dal Prà e De Rossi). I numeri a fianco dei punti blu (pozzi) e delle linee blu (isofreatiche) indicano la quota sul livello del mare della superficie della falda, misurata nel 1986. In rosso la zona oggetto di intervento.

Per quanto riguarda la permeabilità, l'ambito di pianura ove ricade l'area in esame, è caratterizzato da una permeabilità primaria per porosità generalmente alta, dovuta alla natura prevalentemente grossolana dei depositi presenti; tuttavia è possibile che vi siano porzioni di terreno dotate di permeabilità minore, in relazione al tipo di deposito ed alle caratteristiche granulometriche, tessiturali ed al grado di cementazione dello stesso. L'alta permeabilità dei depositi presenti, collegata al fatto che il sito progettuale ricade in area di ricarica degli acquiferi, determina un elevato grado di vulnerabilità idrogeologica dell'acquifero.

Dal punto di vista *idrografico - amministrativo* il sito oggetto di studio rientra nell'ambito amministrativo dell'Autorità di Bacino del Fiume Adige e dal punto di vista della pericolosità idraulica secondo il Piano di Assetto Idrogeologico, non ricade all'interno di aree soggette a rischio idraulico, le quali risultano invece limitate alle porzioni limitrofe alle sponde dell'Adige.

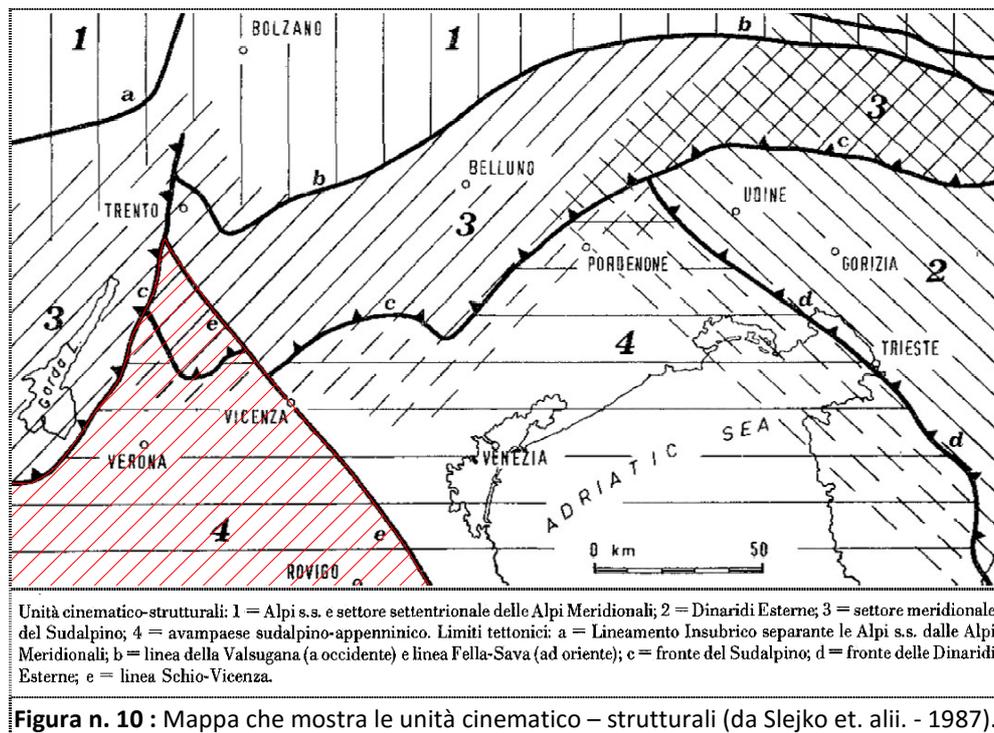


#### 4.4 INQUADRAMENTO SISMOTETTONICO

Sulla base della cinematica, della geodinamica e dell'evoluzione tettonica nel Pleistocene medio - Olocene, l'Italia Nord - orientale è suddivisibile in quattro unità cinematico - strutturali (v. figura 10):

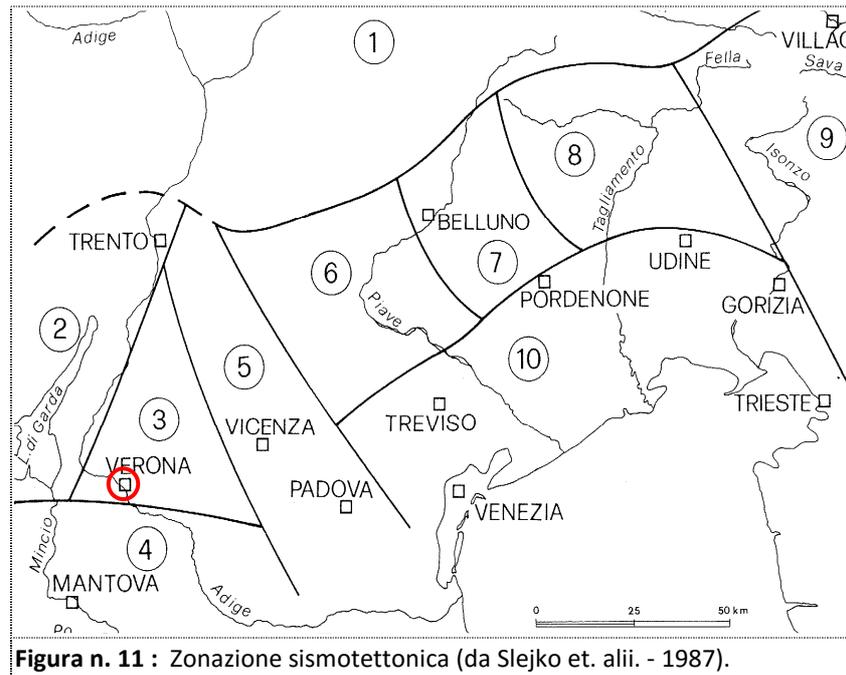
- Alpi e settore settentrionale delle Alpi Meridionali (Unità 1);
- Dinaridi Esterne (Unità 2);
- Settore meridionale del Sudalpino (Unità 3);
- **Avampaese sudalpino - appenninico (Unità 4).**

Il sito d'interesse si trova nell'"avampaese sudalpino - appenninico", unità che presenta una crosta con blande ondulazioni e con alti della Moho sia nel settore lessineo che in quello adriatico (Istria occidentale e alto meso - Adriatico). In particolare il sito in esame ricade nel settore lessineo, sorta di apofisi padana interposta nel Sudalpino, sovrascorsa ad occidente dai sistemi di embricazione dell'area Garda - Trento, mentre ad Est la linea Schio - Vicenza funge da svincolo trascorrente rispetto alle unità alloctone orientali. In questa unità si raggiungono profondità ipocentrali superiori ai 20 km.



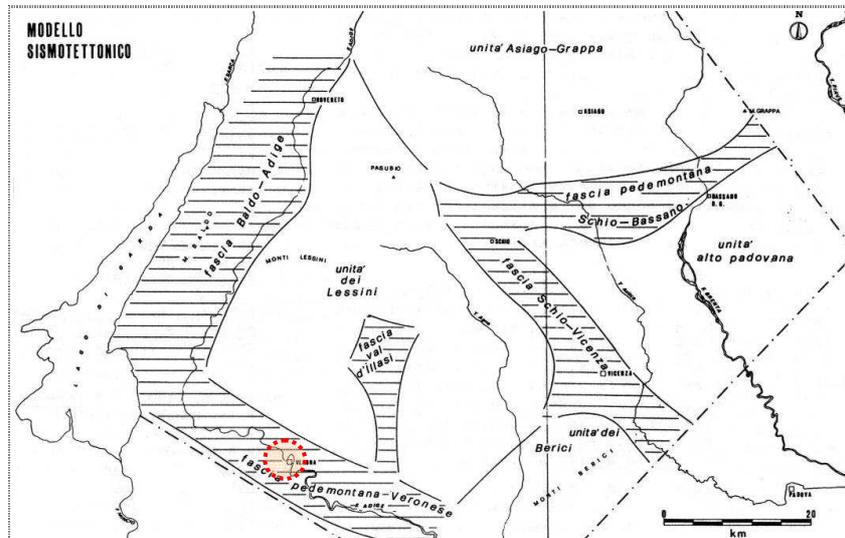
Sempre con riferimento allo stesso intervallo di tempo (Pleistocene medio - Olocene), prendendo in considerazione l'evoluzione geodinamica, le informazioni geodetiche e le caratteristiche della sismicità, è possibile individuare analogie geodinamiche nelle suddette unità cinematico - strutturali, in modo da suddividere l'area in dieci zone sismotettoniche (v. fig. 11 alla pagina seguente).

- |   |  |
|---|--|
| Area alpina settentrionale (Zona 1)             | Area feltrina (Zona 6);                      |
| Area benacense (Zona 2);                        | Area bellunese (Zona 7);                     |
| Area lessinea (Zona 3);                         | Area carnico – friulana (Zona 8);            |
| Area della pianura mantovano-veronese (Zona 4); | Area dinarica (Zona 9);                      |
| Area di svincolo scledense (Zona 5);            | Area veneto – friulana e istriana (Zona 10). |



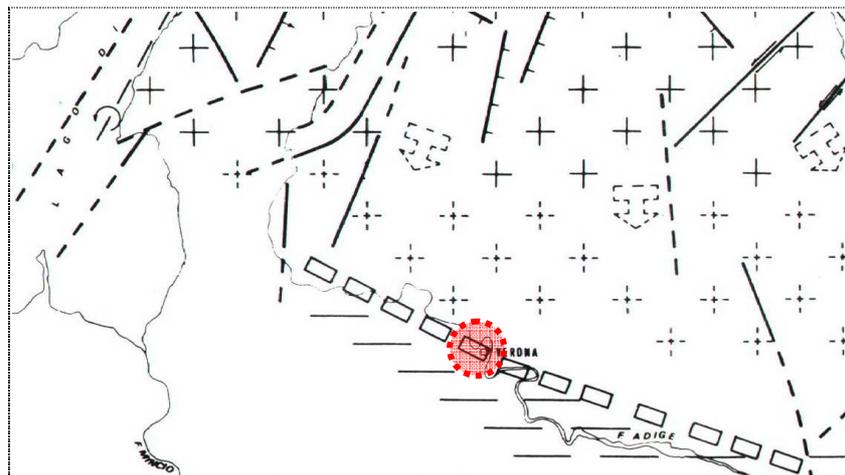
L'area in esame si trova all'interno dell'area sismotettonica *lessinea* (Zona 3) al confine con quella della *Pianura mantovano - veronese* (Zona 4). Dal punto di vista neotettonico l'area lessinea è soggetta a sollevamenti e deformazioni non accentuate con blando basculamento verso Sud, mentre l'altra è caratterizzata da prevalente abbassamento con basculamento verso l'avanfossa appenninica. L'attività sismica è bassissima e collegabile probabilmente con strutture sepolte. Entrando ancora più nel dettaglio, con riferimento alla figura riportata alla pagina successiva, tratta dal *Modello sismotettonico dell'area fra il Lago di Garda e il Monte Grappa* (Panizza et. alii. - 1981), si evidenziano, oltre alle *Unità strutturali*, anche le *Fasce sismotettoniche*. Le *Unità strutturali* mostrano ciascuna una propria omogeneità geologico – strutturale (formazioni geologiche con medesimo significato tettonico) e presentano una attività neotettonica prevalentemente di tipo areale con sismicità ridotta. Le *Fasce sismotettoniche* coincidono e comprendono i limiti fra le *Unità strutturali*, l'attività neotettonica è di tipo lineare e mostrano una certa frequenza di attività sismica. La porzione di territorio in esame ricade all'interno dell'area definita come "Fascia Pedemontana veronese".

Con specifico riferimento alla figura 12 riportata alla pagina seguente, si evidenzia che l'area in oggetto ricade nella "*fascia pedemontana veronese*".



**Figura n. 12** : Modello sismotettonico dell'area fra il Lago di Garda e il Monte Grappa (Panizza et. alii. - 1981).

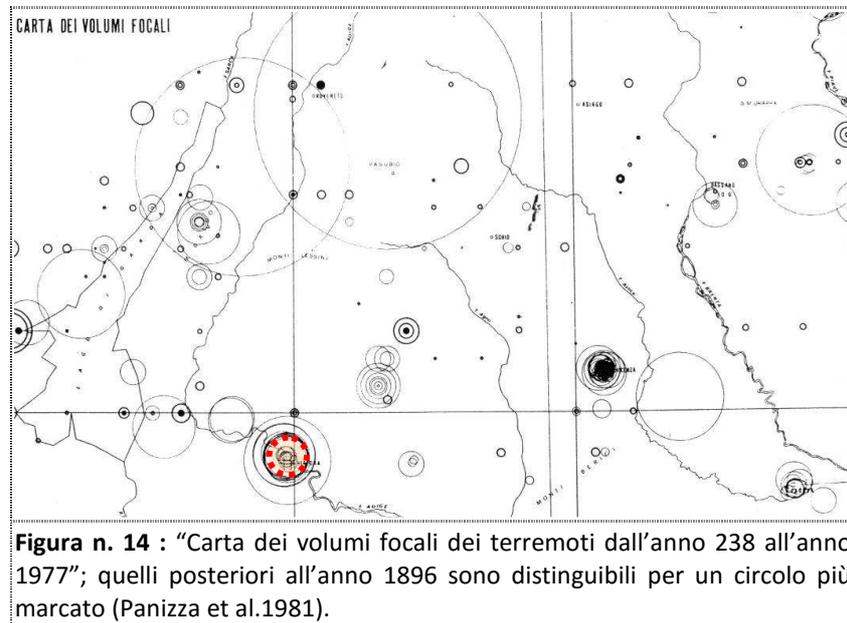
L'elemento peculiare di quest'ambito sismotettonico è una fascia di deformazione interessata da una serie di faglie aventi direzione variabile da E - O a NO – SE. La fascia pedemontana è stata individuata per il netto passaggio tra il margine meridionale dei Lessini e la pianura pedemontana in veloce abbassamento, per l'andamento anomalo dell'alveo dell'Adige dopo il suo sbocco nell'Alta Pianura e per la presenza nel sottosuolo di ammassi calcarei estremamente fratturati e di acque termali e sorgenti termali, a profondità varie.



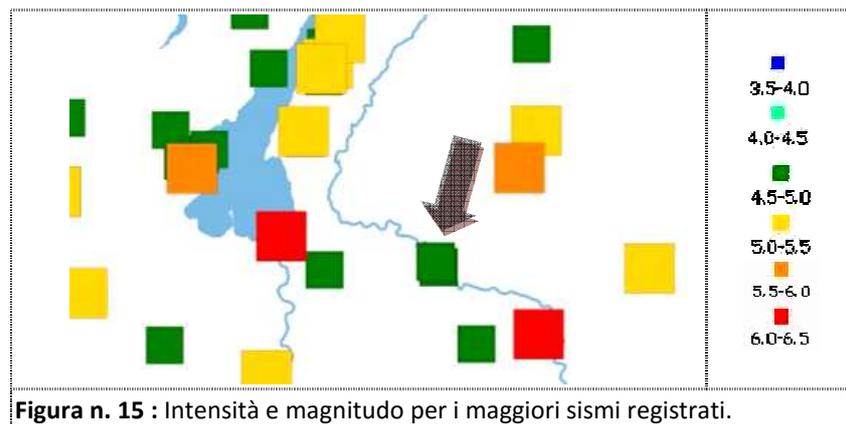
**Figura n. 13** : Carta Neotettonica del Veronese e zone limitrofe; intervallo rappresentato (700.000 B.P. – Attuale) (da Panizza et. alii.- 1981).

	Fascia di deformazione (certa o probabile) non meglio precisabile
	Zona interessata da sollevamento probabile
	Zona interessata da abbassamento

Questa zona del veronese è caratterizzata da numerose ed importanti manifestazioni di paleosismicità, come è mostrato nella figura 14 riportata alla pagina seguente.



Va altresì detto che le informazioni circa gli epicentri e le intensità dei terremoti, evidenziati in figura 14, antecedenti al periodo delle misure strumentali (1896: nascita del Bollettino della Società Sismologica Italiana), risultano ovviamente poco attendibili. Il Catalogo dei Forti Terremoti d'Italia, redatto dall'INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia) e contenente 58.164 osservazioni macrosismiche, riporta gli epicentri dei terremoti e le magnitudo ( $M_w$ ) anche in corrispondenza del territorio in esame che, come si osserva dalla figura seguente, sono comprese tra 4,5 e 5,0  $M_w$ .



Alla luce della storia sismica del territorio, sinteticamente discussa nelle pagine precedenti, in riferimento alla classificazione sismica definita dall'O.P.C.M. 3274/03 e 3519/06, il Comune di Verona rientra in zona 3. Sulla base del sopralluogo effettuato in corrispondenza del sito oggetto di intervento, l'area di interesse progettuale non presenta potenziali criticità di carattere geomorfologico e geologico la cui presenza potrebbe, in caso di terremoto, esaltare gli effetti di un'onda sismica.

#### 4.5 ANALISI DEL PIANO DI ASSETTO TERRITORIALE (P.A.T.)

Con specifico riferimento al progetto in esame, l'analisi del P.A.T. del Comune di Verona, delle tavole e delle Norme tecniche (approvate con D.G.R. n°4148 in data 18 Dicembre 2007) ha evidenziato quanto segue.

Dalla "Carta dei vincoli e della Pianificazione Territoriale" (Tav. 1) emerge che il sito di progetto ricade in:

- AREA DI RICARICA DEGLI ACQUIFERI (art. 32).

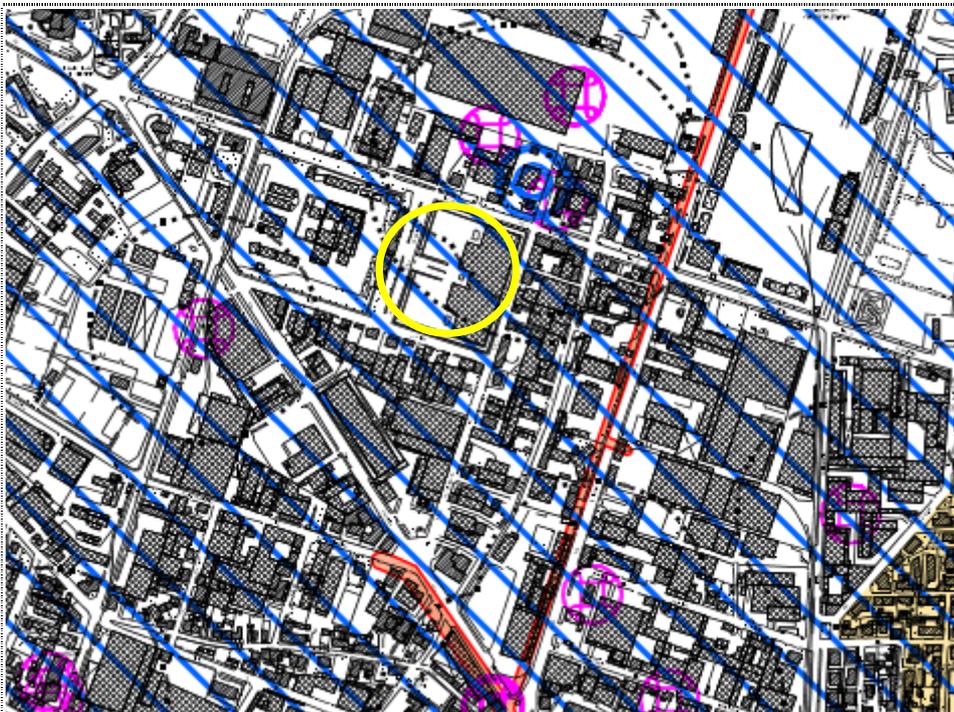


Figura n. 16: Estratto dalla "Carta dei vincoli e della pianificazione territoriale" del P.A.T. di Verona (Tav. 1).

LEGENDA



AREE DI RICARICA DEGLI ACQUIFERI (ART. 32)



IMPIANTI DI COMUNICAZIONE ELETTRONICA E FASCE DI RISPETTO (ART. 29)

L'area in esame è posta all'interno della *fascia di ricarica degli acquiferi* (art. 32), circostanza che comporta una prevenzione nei riguardi della falda freatica. In riferimento alle opere in progetto e nel contesto idrogeologico in cui queste andranno ad inserirsi, tale vincolo non rappresenta tuttavia elemento tale da inibire l'esecuzione degli interventi previsti.

Dalla “Carta delle invarianti” (Tav. 2) emerge che in corrispondenza del sito di interesse progettuale non grava alcun tipo di vincolo legato alla presenza di ambiti territoriali caratterizzati da particolari evidenze ed unicità geologiche.

Infine dalla “Carta delle fragilità” (Tav. 3) il sito ricade in:

- TERRENO OTTIMO SECONDO LE PENALITÀ AI FINI EDIFICATORI (art. 37)
- ZONA A VULNERABILITÀ DEGLI ACQUIFERI ALTA (UNITÀ “A”) (art. 38);



**Figura n. 17** : Estratto dalla “*Carta delle Fragilità*” del P.A.T. di Verona (Tav. 3).

**LEGENDA**

	<b>PENALITÀ AI FINI EDIFICATORI (ART. 37)</b>
	TERRENO OTTIMO
	<b>VULNERABILITÀ INSTRINSECA DEGLI ACQUIFERI (ART. 38)</b>
	UNITÀ A

In relazione alle Norme Tecniche di Attuazione del P.A.T., all’interno delle aree caratterizzate da *terreno ottimo* (art. 37) non vi è alcun limite all’edificabilità.

Per quanto riguarda l’appartenenza ad ambiti caratterizzati da *vulnerabilità alta degli acquiferi* (art. 38) è necessario verificare la compatibilità di qualsiasi intervento urbanistico ed edilizio con il grado di vulnerabilità; tutti gli interventi, inoltre, devono rispettare le previsioni del Piano Regionale di Tutela delle Acque (PTA) adottato con D.G.R.V. n. 4453 del 29 Dicembre

2004 e successivamente approvato con D.G.R.V. n. 107 del 05 Novembre 2009.

In tal senso, alla luce del contesto geologico – idrogeologico locale e di quanto previsto dal progetto, in relazione alle previsioni del P.T.A. è possibile affermare che:

- l'intervento in esame non interferirà con il regime delle acque sotterranee essendo che, rispetto a piano campagna, le strutture di fondazione presenteranno un franco di oltre 10 m rispetto alla superficie freatica in periodo di morbida;
- l'ampliamento progettuale non comporterà la realizzazione di sistemi di smaltimento su suolo di acque reflue in quanto è previsto l'allaccio alla rete fognaria comunale, mentre probabilmente saranno installati dei pozzi perdenti per la gestione delle acque meteoriche;
- la dispersione al suolo delle acque meteoriche garantirà sicuramente un opportuno livello di franco dalla superficie freatica, poiché la soggiacenza della falda è pari a circa 15 m da piano campagna.

Per tutto quanto sopra convenuto, si ritiene che gli interventi in progetto non vadano ad incidere sulla vulnerabilità degli acquiferi in quanto non modificano le condizioni idrografiche, idrogeologiche ed idrochimiche locali e globali dell'area in cui ricade il sito di interesse progettuale.

**Non esiste pertanto alcun vincolo o limitazione di carattere urbanistico, geologico e idrogeologico in relazione all'intervento in progetto.**

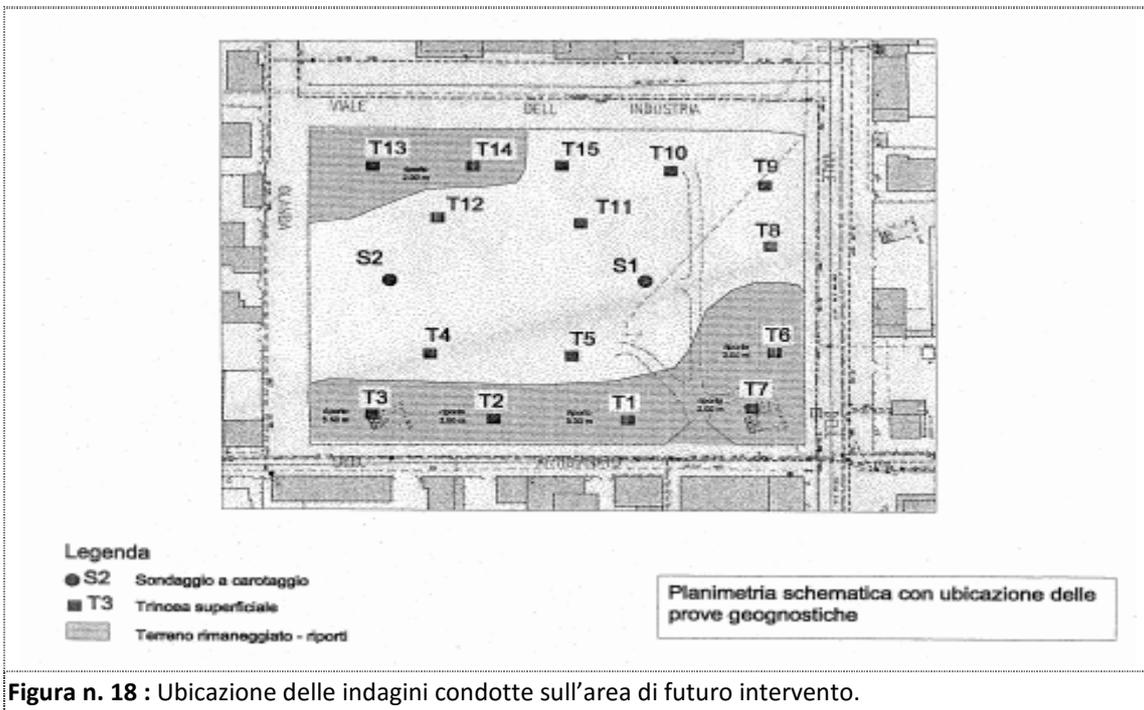
## 5 RELAZIONE GEOTECNICA

### 5.1 CAMPAGNA INDAGINI

Finalizzata a ricostruire il modello geologico, idrogeologico e geotecnico dell'area in esame, nel mese di Agosto 2000 era stata condotta una mirata campagna geognostica attraverso l'esecuzione delle seguenti indagini:

- n. 15 trincee esplorative mediante escavatore meccanico;
- n. 2 sondaggi a carotaggio continuo spinti fino a oltre 20.00 m da p.c.;
- n. 6 prove penetrometriche dinamiche (SPT) all'interno dei fori di sondaggio;
- n. 5 prove di permeabilità in foro di sondaggio

L'ubicazione delle indagini, distribuite uniformemente all'interno del lotto ove sorgerà il nuovo padiglione fieristico, è riportata nella figura sottostante ed in ALLEGATO 2.



**Figura n. 18** : Ubicazione delle indagini condotte sull'area di futuro intervento.

### 5.1.1 Trincee esplorative

Gli scavi geognostici, eseguiti con escavatore meccanico e spinti a profondità variabili (3.30 ÷ 4.20) da piano campagna, hanno permesso di:

- ▬ prendere visione diretta della stratigrafia superficiale dell'area;
- ▬ verificare l'eventuale presenza di materiale di riporto o rimaneggiato;
- ▬ fornire la caratterizzazione geotecnica dei materiali rinvenuti;
- ▬ valutare il comportamento degli stessi in funzione della stabilità degli scavi;
- ▬ verificare la presenza della falda o di eventuali venute d'acqua laterali.

di seguito viene riportata una tabella riepilogativa di quanto rinvenuto durante lo scavo.

**TRINCEE DOVE SI È RINVENUTE LA GHIAIA NATURALE NEL PRIMO METRO DI PROFONDITÀ:  
T4,T5,T8,T9,T10,T11,T15**

**TRINCEE DOVE SI È RINVENUTO LA GHIAIA NATURALE AD OLTRE 2 METRI DI PROFONDITÀ:  
T6, T7,T14**

**TRINCEE DOVE SI È RINVENUTO GHIAIA NATURALE AD OLTRE 3,5 METRI DI PROFONDITÀ:  
T1,T2,T3**

I materiali che interessano i primi metri di sottosuolo al di sotto di un orizzonte di spessore variabile di materiale di riporto (UNITÀ R), sono sostanzialmente costituiti da terreni prevalentemente ghiaiosi in matrice sabbiosa (UNITÀ Gs) in cui si è localmente osservata una pseudocementazione sottoforma di concrezioni di carbonato di calcio che favorisce la verticalità e la stabilità delle pareti da scavo.

Risulta importante evidenziare che:

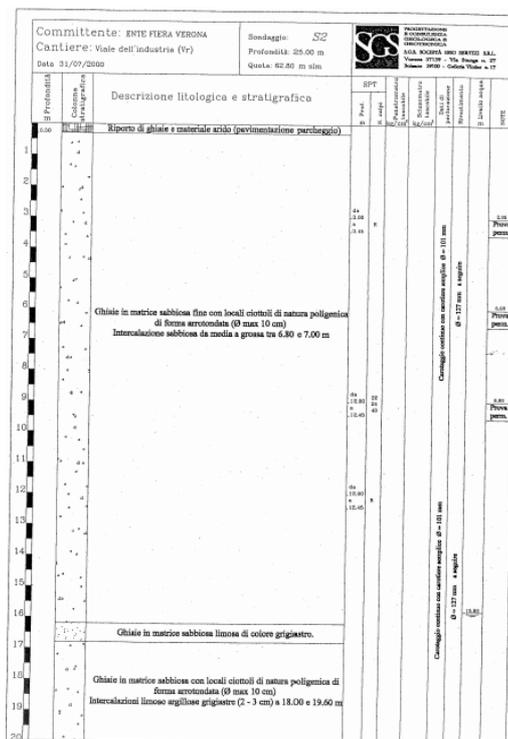
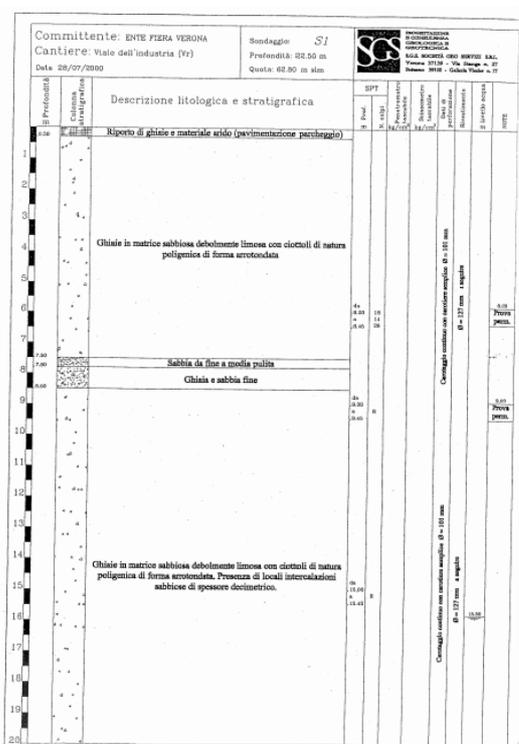
- ▬ gli scavi nei depositi naturali ghiaiosi hanno mostrato delle pareti generalmente stabili a breve termine con locali scavarnamenti in corrispondenza di livelli poco addensati;
- ▬ le porzioni caratterizzate dalla presenza di riporto terroso con ghiaia era poco addensati.
- ▬ gli scavi non hanno evidenziato venute d'acqua né dalle pareti né da fondo scavo.

### 5.1.2 Sondaggi a carotaggio continuo

I sondaggi a carotaggio continuo sono stati realizzati in corrispondenza dell'area dove sorgerà il nuovo ampliamento ed il Parcheggio Multipiano esistente e hanno raggiunto la profondità di oltre 20,00 m da piano campagna. La loro realizzazione ha consentito di ricostruire fedelmente la stratigrafia del sottosuolo attraverso l'osservazione diretta dei materiali presenti, nonché di investigarne la continuità verticale.

I carotaggi erano stati effettuati con una sonda a rotazione dotata di una torre di spinta alta 6 m, su cui è stata montata una testa di rotazione a velocità regolabile, in grado di imprimere un movimento rotatorio ad una batteria di aste della lunghezza di 1,5 m o 3 m ciascuna. In funzione della profondità, il carotaggio è stato eseguito con carotiere semplice da  $\varnothing = 127$  mm, a inizio foro, e con carotiere da  $\varnothing = 101$  mm per tutto il resto della profondità. Il sostegno delle pareti dei fori di sondaggio è stato ottenuto lasciando in sito durante la perforazione tubazioni metalliche di rivestimento da  $\varnothing = 127$  mm e procedendo poi con il carotiere a diametro inferiore. La campionatura continua rimaneggiata erano state adeguatamente sistemata in apposite cassette catalogatrici.

Al fine di verificare le qualità geotecniche dei terreni attraversati, nel corso dell'esecuzione del sondaggio sono state effettuate sei *Prove Penetrometriche Dinamiche* (S.P.T.) che verranno descritte nel paragrafo successivo. Mentre le stratigrafie dei sondaggi sono di seguito riportate



Alla luce dei sondaggi effettuati emerge come il sottosuolo dell'area in esame sia costituito prevalentemente da depositi grossolani ghiaiosi sabbiosi fino alla profondità di indagine.

Durante l'esecuzione dei sondaggi era stata intercettata la falda alla profondità di circa 15 - 16 m da piano campagna.

## 5.2 Parametrizzazione Geotecnica

### 5.2.1 Prove penetrometriche dinamiche SPT

Nel corso della perforazione erano state effettuate alcune prove penetrometriche dinamiche del tipo "SPT" (*Standard Penetration Test*). La prova SPT consente di determinare la resistenza che un terreno offre alla penetrazione dinamica di un campionatore infisso (punta aperta) o di un'asta a punta conica (punta chiusa) a partire dal fondo di un foro di sondaggio e di correlarla alle caratteristiche e al tipo di terreno. Con la prova vengono registrati i colpi necessari per infiggere la punta conica o il tubo campionatore di 45 cm nel terreno presente a fondo foro, attraverso l'energia trasmessa in superficie alla batteria di aste, dai colpi di un maglio del peso di 63.5 kg lasciato cadere da un'altezza di 0,76 m.

I valori che vengono misurati durante l'esecuzione della prova SPT sono i seguenti:

- $N_1$  = numero di colpi di maglio necessari a provocare l'avanzamento della punta conica o del campionatore per i primi 15 cm, assunti come tratto di "avviamento";
- $N_2$  = numero di colpi che provoca la penetrazione della punta conica nei successivi 15 cm;
- $N_3$  = numero di colpi necessari per gli ultimi 15 cm di avanzamento.

Si assume come resistenza alla penetrazione il valore:  $N_{SPT} = N_2 + N_3$

Nella tabella che segue sono riportati i dati raccolti durante l'esecuzione delle prove:

SONDAGGIO	N° SPT	PROF. SPT (m)	UNITÀ	$N_{SPT} = N_2 + N_3$	PUNTA
S1 - S2	1	5.60 ÷ 6.05	Gs	38	CONICA
	2	9.00 ÷ 9.45	Gs	Rif.	
	3	15.00 ÷ 15.45	Gs	Rif.	
	4	3.00 ÷ 3.45	Gs	Rif.	
	5	10.00 ÷ 10.45	Gs	68	
	6	12.00 ÷ 12.45	Gs	Rif	

Ai valori ottenuti è stata applicata una correzione  $C_N$  per tenere conto dell'influenza del sovraccarico litostratigrafico. Tale correzione è applicabile attraverso formule di più autori come ad esempio:

$$C_N = 1 / (p'_0)^{0.5} \quad (\text{Liao S. e Whitman R. V., 1986})$$

$$C_N = 1 / (p'_0)^{0.56} \quad (\text{Jamiolkowski M. et alii, 1985; Tokimatsu K., 1988})$$

Il valore corretto diventa quindi:  $N_{\text{corr}} = C_N * N_{\text{SPT}}$

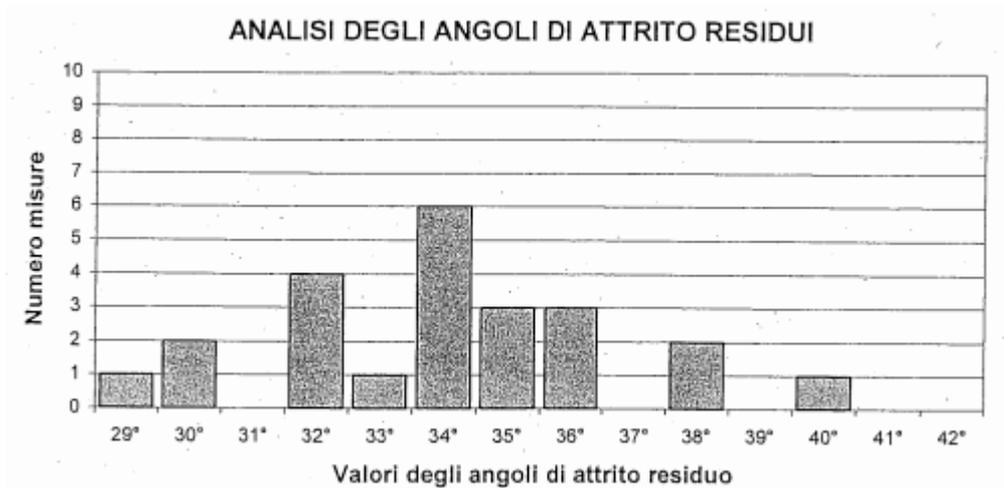
Nel caso specifico si è ritenuto opportuno utilizzare la formula di normalizzazione di "Jamiolkowski et alii. - Tokimatsu". Tuttavia, dal momento che con pressioni molto ridotte tale metodo comporta eccessive sovrastime, per i primi metri d'indagine si è cautelativamente preferito non applicare nessun tipo di correzione al valore di  $N_{\text{SPT}}$  ottenuto in fase di indagine.

Nel presente studio le prove penetrometriche eseguite a suo tempo sono state essenzialmente utilizzate per risalire ad una serie di parametri geotecnici quali in particolare l'angolo di attrito  $\phi'$  che risulterebbe compreso tra i  $35 - 38^\circ$  ( ma come noto gli SPT in ghiaia sono falsati dalla presenza di ciottoli) e la coesione che risulta pari a zero.

### 5.2.2 Metodo dei cumuli nei saggi con escavatore

L'esecuzione delle trincee geognostiche ha consentito, come è uso comune in presenza di materiali granulari, di eseguire il metodo dei cumuli. Ovvero la determinazione con clisimetro dell'inclinazione con cui la ghiaia si dispone in condizioni di riposo naturale. La media delle misure effettuate consente una efficace stima dell'angolo di attrito residuo, così come illustrato nell'immagine seguente.





L'applicazione del metodo empirico di Sanglerat la cui formula e riporta poco sotto consente poi un'analisi comparativa tra il metodo dei cumuli e quello appunto osservazionale di Sanglerat.

$$\phi' = 36^\circ + \phi'_1 + \phi'_2 + \phi'_3 + \phi'_4,$$

dove:

- $\phi'_1$  è la correzione in relazione al grado di addensamento
- $\phi'_2$  è la correzione relativa alla forma e alla rugosità dei grani
- $\phi'_3$  è la correzione relativa alla dimensione dei grani
- $\phi'_4$  è la correzione relativa alla granulometria.

I valori delle correzioni da apportare per il calcolo di  $\phi'$  sono riportati nella tabella seguente:

VALORI DELL'ANGOLO DI ATTRITO INTERNO DI MATERIALI GRANULARI			
Grado di addensamento	$\phi'_1$	Molle	-6°
		Media	0°
		Serrata	+6°
Forma e rugosità	$\phi'_2$	Spigolosa	+1°
		Media	0°
		Arrotondata	-3°
		Assai arrotondata	-5°
Dimensione	$\phi'_3$	Sabbia	0°
		Ghiaia fine	+1°
		Ghiaia grossa	+2°
Granulometria	$\phi'_4$	Uniforme	-3°
		Media	0°
		Estesa	+3°

IL confronto tra le due metodologie descritte porta a sintetizzare che l'angolo di attrito residuo da assumersi nei calcoli della portanza è :  $\phi = 34^\circ \div 35^\circ$

### 5.2.3 Indagini geofisiche in aree limitrofe

Pur a livello di Progetto di Preliminare si ritiene utile riportare i risultati di alcune indagini sismiche che lo scrivente ha recentemente fatto eseguire proprio per l'ENTE FIERA nell'ambito dell'ampliamento del PADIGLIONE 10 che si colloca a poche centinaia di metri dal Parcheggio Multipiano in esame ed in un contesto geologico di alta affidabilità (Grande Conoide dell'Adige).

Tale l'indagine sismica ha permesso di misurare la velocità di propagazione delle onde di taglio e ottenere così il modello verticale delle velocità ( $V_{s30}$ ) e una stima dell'addensamento dei materiali con ricostruzione bidimensionale del loro andamento, nonché la curva dei rapporti spettrali HVSR del sito e la frequenza spettrale. È stato inoltre possibile individuare la categoria di sottosuolo di riferimento per la definizione dell'azione sismica di progetto, ai sensi delle "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni – D.M. del 14 gennaio 2008".

Lo stendimento sismico ReMi aveva fornito un modello litostratigrafico abbastanza coerente con quello dedotto a seguito delle altre indagini condotte. In particolare la prova ha individuato la presenza di un sismostrato superficiale a densità media di spessore pari a circa 3,0 m caratterizzato da valori di  $V_s$  nell'ordine di 220 m/s, poggiante su un sismostrato più rigido la cui velocità risulta compresa tra 520 m/s e 580 m/s. **La categoria del sottosuolo di fondazione è quindi la B.**

Il test di Nakamura ha permesso di ricavare la curva HVSR dalla quale si nota, nell'intervallo di frequenza significativo ai fini strutturali, un picco di modesta ampiezza in corrispondenza di 1,5 Hz che può essere attribuito all'interfaccia bedrock - copertura posta ad una profondità nell'ordine di un centinaio di metri.

### 5.2.4 Quadro sismico

In riferimento alla classificazione sismica definita dall'O.P.C.M. 3274/03 il Comune di Verona è inserito in zona 3.

La normativa vigente definisce la *pericolosità sismica di base* del sito di costruzione in termini di accelerazione massima orizzontale attesa  $a_g$  in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido ( $V_{S30} > 800$  m/s) con superficie topografica orizzontale, nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente  $S_e(T)$ , con riferimento a prefissate probabilità di superamento ( $P_{vR}$ ), in funzione del periodo di riferimento  $V_R$ .

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 Gennaio 2008 la stima di tale parametro viene definita mediante un approccio "*sito dipendente*" e non più tramite un criterio "*zona dipendente*". Infatti, secondo quanto riportato nell'allegato A del D.M. del 14/01/2008, definite le coordinate del sito interessato dal progetto, questo sarà sempre compreso tra quattro punti della griglia di accelerazioni ("*reticolo di riferimento*") tramite media pesata, utilizzando la formula:

$$p = \frac{\sum_{i=1}^4 \frac{p_i}{d_i}}{\sum_{i=1}^4 \frac{1}{d_i}}$$

- p valore del parametro di interesse nel punto in esame;
- $p_i$  valore del parametro di interesse nell' $i_{esimo}$  punto della maglia elementare contenente il punto in esame;
- $d_i$  distanza del punto in esame dall' $i_{esimo}$  punto della maglia suddetta.

Si otterranno così i parametri spettrali:

$a_g$  accelerazione orizzontale massima;

$F_0$  valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

$T^*_c$  periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Nel presente caso di studio i parametri spettrali caratteristici sono stati valutati considerando una classe d'uso III (affollamenti significativi) ed una vita nominale  $V_N \geq 75$  anni. In tali ipotesi il periodo di riferimento  $V_R$  risulta pari a 75 anni. In riferimento allo stato limite di salvaguardia della vita (SLV), [definito come condizione in cui "a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali"], considerando una probabilità di superamento  $P_{vR}$  del 10% nel periodo di riferimento  $V_R$  pari a 75 anni cui corrisponde un tempo di ritorno di 712 anni, sono stati calcolati i parametri di progetto riportati nella pagina seguente.

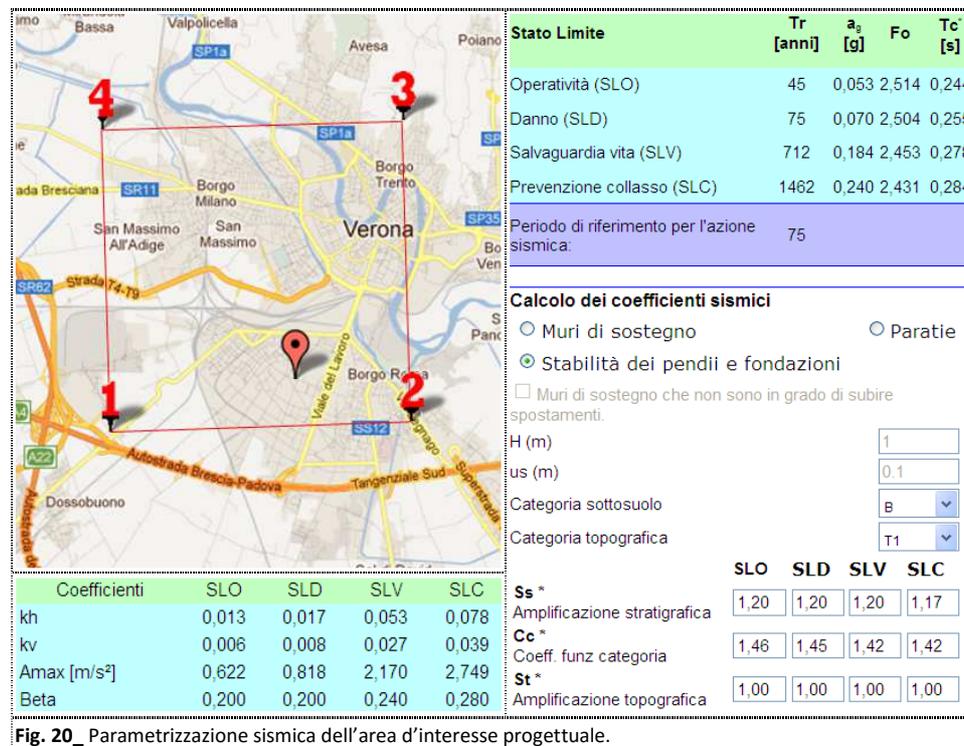


Fig. 20. Parametrizzazione sismica dell'area d'interesse progettuale.

PARAMETRO SISMICO	VALORI
Accelerazione orizzontale massima $a_g$ [g]	0,184
Valore max. fatt. di amplificazione $F_0$	2,453
Periodo inizio tratto vel. cost. spettro $T_c^*$ [s]	0,278

Sulla base dell'orografia del territorio esaminato e considerato l'effetto topografico sulla risposta sismica locale, si ritiene che il coefficiente di amplificazione topografica debba essere posto pari a:  $S_T = 1,00$ .

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, la normativa definisce varie categorie di "sottosuolo di fondazione" (A, B, C, D, E, S1, S2) secondo cui il sottosuolo locale viene classificato sulla base delle specifiche caratteristiche geotecniche. Queste categorie, correlate alla specifica accelerazione orizzontale su suolo di categoria A ( $a_g$ ) definiscono le azioni sismiche di progetto.

Alla luce delle indagini effettuate è possibile inserire il sito nella categoria di suolo di fondazione denominata "B" così definita: "Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s30}$  compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero  $N_{spt30} > 50$  nei terreni a grana grossa e  $C_{u30} > 250$  kPa nei terreni a grana fina)".

## 6 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Alla luce di quanto riportato nelle pagine precedenti si possono esporre le seguenti considerazioni riassuntive e conclusive:

Il rilievo dei luoghi e le indagini condotte non hanno evidenziato alcun elemento di criticità, in atto o quiescente, di natura geologica, geomorfologica o idrogeologica.

Durante la campagna indagini è stata intercettata la falda freatica durante i sondaggi a carotaggio continuo ad una profondità pari a circa 15 - 16 m da piano campagna. L'escursione annuale con morbida a fine estate (per effetto irrigazione a scorrimento alta pianura) è di circa 3 m, le misure rilevate nella presente relazione sono relative al periodo di agosto.

Il modello litostratigrafico locale del primo sottosuolo è costituito, al di sotto del primo metro circa di terreno riportato, da depositi granulari di origine fluvioglaciale di natura ghiaiosa e sabbiosa (unità Gs) granulometricamente ben classati ed addensati. Localmente però lo spessore di riporto ha raggiunto oltre i 3 m di profondità. Questo tema dovrà essere approfondito sia sotto l'aspetto della quota delle fondazioni sia sotto l'aspetto Ambientale

Con specifico riferimento al P.A.T. del Comune di Verona, non esistono vincoli o limitazioni di carattere geologico, geotecnico ed idrogeologico in relazione all'intervento in progetto. In particolare, in relazione all'art. 38 del P.A.T. l'intervento progettuale non andrà ad incidere sulla vulnerabilità degli acquiferi in quanto non verranno modificate le condizioni idrografiche, idrogeologiche ed idrochimiche locali e globali.

Il calcolo della capacità portante non è stato eseguito stante il carattere preliminare della presente ma è confermata l'idoneità dell'unità Gs a costituire sedime di fondazione mediante l'utilizzo di fondazioni superficiali di tipo diretto. Tale unità, di natura granulare, darà luogo prevalentemente a cedimenti di tipo immediato (legati alla distorsione dello scheletro solido a volume costante), che si esauriranno durante le fasi costruttive dell'opera e saranno comunque contenuti. Analisi più precise andranno in tal senso sviluppate in funzione della reale geometria di fondazione e degli effettivi carichi ultimi e di esercizio.

Si consiglia di adottare pendenze di scavo non superiori a 50°. Qualora non vi fosse lo spazio disponibile per realizzare tali geometrie e/o in corso d'opera si verificasse il venir meno delle condizioni di sicurezza (presenza di materiali di qualità scadente, fenomeni d'instabilità incipienti), sarà necessario ricorrere ad adeguati sistemi di sostegno, siano essi provvisori o definitivi. Si consiglia infine di evitare accumuli di materiale in corrispondenza dei cigli di scavo e di mantenere in efficienza la copertura dei fronti con teli impermeabili, al fine di evitarne l'erosione in caso di eventi piovosi persistenti.

In riferimento allo stato limite ultimo di salvaguardia della vita (SLV), considerando per l'intervento una classe d'uso III ed una vita nominale  $V_N \geq 75$  anni, per la caratterizzazione sismica del sito sono stati calcolati i seguenti parametri di progetto:  $a_g$  [g] pari a 0,184,  $F_0$  pari a 2,453 e  $T^*_c$  [s] pari a

0,278,  $S_T$  pari a 1,00. Alla luce delle indagini eseguite in adiacenza è possibile inserire il sito nella categoria di suolo di fondazione denominata "B". Nell'ambito dell'intervallo di frequenza di interesse strutturale non si rilevano picchi di risonanza del terreno significativi.

In ultimo il tema idraulico: la trasformazione in termini di impermeabilizzazione è relativa,, essendo l'area attualmente già asfaltata e pertanto il nuovo parcheggio multipiano non porterà incrementi di portata delle acque meteoriche e conseguentemente non saranno richiesti gli studi relativi al dimensionamento dei sistemi di mitigazione per dimostrarne l' Invarianza Idraulica.

Quindi a norma del D.M. 14.01.2008 non si ravvisano impedimenti di carattere geologico o geotecnico alla realizzazione dell'opera in progetto.

Dott. Geol. Enrico Nucci



A handwritten signature in blue ink is written over a circular professional stamp. The stamp contains the text: "ORDINE DEI GEOLOGI", "Dr. Geol. ENRICO NUCCI", and "N° 263". The outer ring of the stamp also includes "REGIONE DEL VENETO".

## BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

La stesura del presente documento è stata eseguita facendo riferimento ai seguenti testi e documenti:

**Associazione Geotecnica Italiana**

Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche (1977)

**Associazione Geotecnica Italiana**

Aspetti geotecnici della progettazione in zona sismica (2005)

**Carlo Cestelli Guidi**

Geotecnica e Tecnica delle Fondazioni 2 – Hoepli (1991)

**Pietro Colombo - Francesco Coleselli**

Elementi di Geotecnica – Zanichelli (1996)

**Renato Lancellotta**

Geotecnica - Zanichelli (1987)

**Joseph E. Bowles**

Fondazioni – Progetto e analisi – Mc Graw- Hill (1991)

**Sorbini et alii.**

Geologia e geomorfologia di una porzione della pianura a Sud Est di Verona (1984)

**De Zanche V. e Sorbini L.**

Geologia del territorio del comune di Verona (1977)

**Dal Prà e De Rossi**

Carta idrogeologica dell'Alta Pianura dell'Adige (1989)

**AA.VV.**

Note illustrative della Carta Geologica d'Italia – Foglio 49 VERONA - Servizio Geologico d'Italia

**Turri E. e Ruffo S.**

"Etsch Adige. Il fiume, gli uomini. la storia" - Cierre Edizioni, Verona 1992.

