

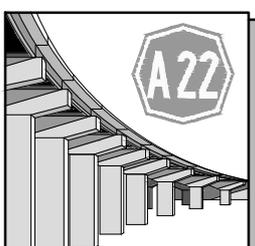
**ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROV. DI TRENTO**
dott.ing. ROBERTO BOSETTI
INSCRIZIONE ALBO N° 1027

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
dott. ing. Roberto Bosetti

autostrada del brennero

ALLARGAMENTO DELLA CARREGGIATA SUD AUTOSTRADALE
IN CORRISPONDENZA DELLA SALITA DI AFFI TRA
LA PROG. KM 201+285 E LA PROG. KM 203+930 E
RIFACIMENTO DEI SOVRAPPASSI AUTOSTRADALI
N°68 "RIVOLI-ZUANE" E N°69 "S.C. RIVOLI-CAPRINO"

1.2.4.1	RELAZIONI RELAZIONI GEOLOGICHE E GEOTECNICHE Viadotto delle Zuane Relazione geologica
----------------	---

0	MAG-2022	EMISSIONE	F. DI TORO	F. OSS PAPOT	C. COSTA
REVISIONE:	DATA:	DESCRIZIONE:	REDAZIONE:	VERIFICA:	APPROVAZIONE:
DATA: MAGGIO 2008			DIREZIONE TECNICA GENERALE		IL DIRETTORE TECNICO GENERALE E PROGETTISTA: 
NUMERO PROGETTO: 29/08					

ALLARGAMENTO DELLA CARREGGIATA SUD IN CORRISPONDENZA DELLA SALITA DI AFFI TRA LA PROGRESSIVA KM 201+285 E LA PROGRESSIVA KM 203+930 E RIFACIMENTO DEL VIADOTTO ZUANE

COMMITTENTE: Autostrada del Brennero S.p.A.

RELAZIONE GEOLOGICA

Ai sensi del D.M. 14/01/2008 e della Circolare del C.S.LL.PP. 617/2009

DATA: Gennaio 2012



DR. FRANCO DI TORO - GEOLOGIA APPLICATA E AMBIENTALE

P.TTA CAVOUR, 4 37047 - SAN BONIFACIO (VR)

TEL. E FAX: 0457610971 - CELL. +393355932261

C.F. DTRFNC63T14H783M P.I. 02513930236

E-MAIL: FRANCOGEO@LIBERO.IT POSTA CERTIFICATA: FRANCO.DITORO@EPAP.SIGUREZZAPOSTALE.IT

SOMMARIO

<i>1.0 INTRODUZIONE</i>	3
<i>2.0 UBICAZIONE DEL SITO E CARATTERISTICHE DEL PROGETTO</i>	4
<i>3.0 MODELLO GEOLOGICO</i>	5
<i>3.1 Geologia regionale</i>	5
<i>3.2 Caratteri geologici e stratigrafici</i>	5
<i>3.3 Lineamenti tettonici</i>	7
<i>3.4 Idrologia e idrogeologia</i>	7
<i>4.0 MODELLO SISMOTETTONICO</i>	8
<i>4.1 Sismicità regionale</i>	8
<i>4.2 Pericolosità sismica</i>	9
<i>5.0 CONCLUSIONI E INQUADRAMENTO DEI PROBLEMI GEOLOGICI</i>	10

1.0 INTRODUZIONE

La presente relazione riporta i risultati dell'indagine geologica e geotecnica relativa al progetto esecutivo per l'allargamento del viadotto "Zuane" nell'ambito del progetto di allargamento di un tratto della carreggiata sud compresa fra le progressive km 201+285 e 203+930 in località Zuane di Rivoli Veronese (VR).

Essa è redatta in conformità al D.M. 14/01/2008 "*Norme Tecniche sulle Costruzioni*" e alla relativa circolare esplicativa del C.S.LL.PP. n° 61 7/2009 "*Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008*".

In particolare la presente relazione ha come oggetto la caratterizzazione e la modellazione geologica del sito (ricostruzione dei caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e, più in generale, di pericolosità geologica del territorio) come previsto dai paragrafi 6.2.1, delle NTC e dai paragrafi C6.2.1 della Circolare esplicativa.

Per la stesura della presente relazione si è fatto ricorso ai dati disponibili nella bibliografia e cartografia esistenti e a ulteriori dati derivanti da indagini pregresse eseguite entro l'area di interesse.

2.0 UBICAZIONE DEL SITO E CARATTERISTICHE DEL PROGETTO

Il sito indagato è ubicato a valle della località Osteria Zuane, frazione del comune di Rivoli Veronese in provincia di Verona.

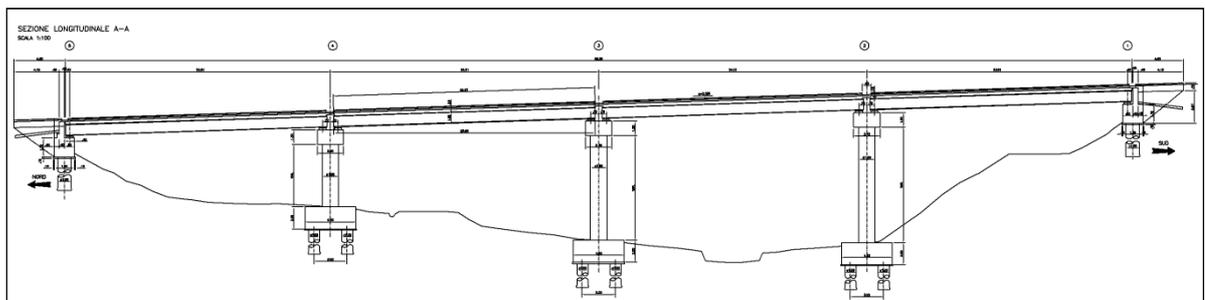
Esso si trova all'interno di una valletta generata dall'unione di due piccole vallecole che hanno apice a Osteria Zuane e che drenano le acque superficiali avviandole al F. Adige.



Individuazione del sito su CTR scala 1:5.000

L'opera in progetto consiste nell'allargamento del lato carreggiata sud del viadotto denominato "Zuane" tramite la realizzazione di un nuovo impalcato da affiancare all'esistente.

Il nuovo impalcato verrà appoggiato su delle nuove pile che saranno sostenute da una fondazione su pali.



Sezione longitudinale

3.0 MODELLO GEOLOGICO

3.1 Geologia regionale

L'area è rappresentata nella Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000, foglio n° 48 "Peschiera" edita a cura del Servizio Geologico d'Italia, reperibile sul sito dell'ISPRA alla sezione "Cartografia".

L'area è ubicata al margine settentrionale della Pianura Padana nella zona pedemontana compresa fra il Lago di Garda e la Val d'Adige, all'interno dell'Anfiteatro Morenico di Rivoli Veronese.

Questo settore è stato interessato nel Pleistocene superiore, dall'accumulo di sedimenti di origine glaciale e fluvio-glaciale che si sono depositi sul substrato roccioso emerso dal bacino marino padano a partire dal Pliocene a seguito dell'innalzamento della catena alpina.

Il passaggio dall'ambiente marino a quello continentale si verificò verosimilmente al termine del Pliocene medio come testimoniano le sabbie a ostrie e microfaune marine del Pliocene medio-inferiore affioranti sul M. San Bartolomeo a Salò.

Già nel Villafranchiano infatti sono presenti conglomerati e sabbie di origine continentale successivamente coperte dagli imponenti accumuli glaciali.

3.2 Caratteri geologici e stratigrafici

L'anfiteatro morenico di Rivoli Veronese occidentale è ubicato allo sbocco della Val Lagarina ed è caratterizzato dalla presenza di materiali incoerenti di origine glaciale, fluvio-glaciale e lacustre di età quaternaria che si sono accumulati al di sopra del substrato roccioso Meso-Cenozoico ad opera del ghiacciaio Atesino.



Stralcio della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 (F. 48 Peschiera) *a*¹ - Alluvioni sabbiose attuali e recenti; *fg*^{w2} - Alluvioni fluvio-glaciale ghiaiose; *fl*^{wR} - Sabbie argillose fluvio lacustri con livelli ciottolosi; *fg*^{R3} - Alluvioni fluvio-glaciale e fluviali ghiaiose; *m*^R - Morene ghiaiose talora cementate; *Gc*⁵⁻⁴ - Calcarei oolitici di S. Vigilio.

La successione stratigrafica comprende morene ghiaiose e depositi fluvio-glaciali Rissiani nonché depositi lacustri del Wurm e limitati lembi di alluvioni recenti.

Nel sottosuolo si alternano sedimenti grossolani (ghiaie grossolane talora cementate, ghiaie sabbiose e livelli anche di alcuni metri di limi e argille di origine lacustre e palustre ascrivibili alle fasi terminale del ciclo glaciale wurmiano.

I rilievi collinari sono formati da morenico ghiaioso grossolano talora cementato ricco in matrice fine limo-sabbiosa coperto da uno strato di alterazione rossastro; i ciottoli sono prevalentemente di natura calcareo-dolomitica e porfirica mentre le rocce a componente minerale silicea (graniti, scisti e gneiss) risultano meno abbondanti in quanto soggette a pedogenesi e degradazione.

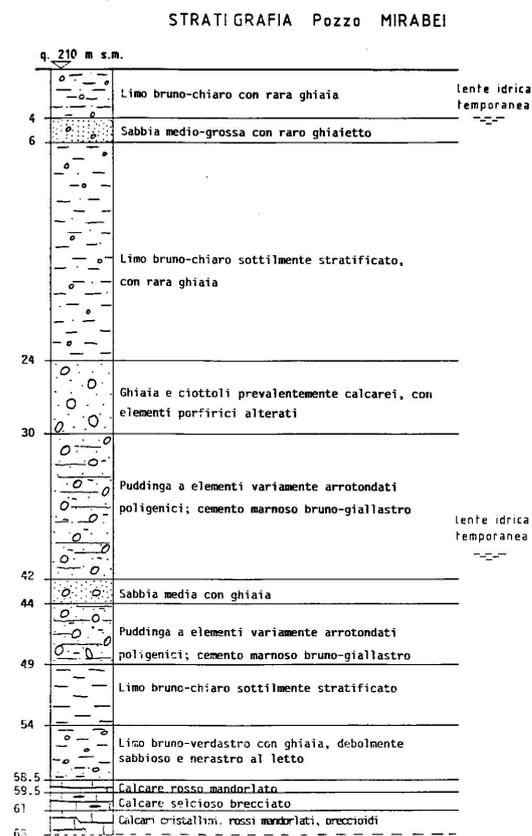
I cordoni morenici sono intervallati o interrotti dai percorsi degli antichi scaricatori glaciali che hanno deposto alluvioni e conoidi ghiaiose grossolane o molto grossolane contenenti al loro interno banchi di conglomerati con grossi trovanti porfirici o calcarei.

I materiali ghiaiosi fluvio-glaciali, che nella zona hanno spessore di circa 150 metri, sono coperti in superficie da uno strato pedogenizzato formato da ghiaia in matrice argillosa rossiccia potente circa 0,50-1,00 metri; al loro interno è possibile trovare livelli o lenti di materiali limosi.

All'interno delle cerchie moreniche si possono trovare anche depositi sabbioso-argillosi di origine lacustre la cui genesi è attribuibile alla formazione di bacini lacustri per sbarramento glaciale.

Il substrato roccioso affiora a nord sulle pendici del M. Baldo ed in alcuni lembi isolati nella zona di Rivoli Veronese (M. Rocca, M. Mesa e Castello) ed è costituito da calcari del Giurese medio.

Viene riportato a titolo di esempio la stratigrafia di un pozzo ubicato in località Mirabei in cui è evidente l'alternanza fra terreni grossolani ghiaioso-sabbiosi e terreni fini prevalentemente limosi; il substrato roccioso è in questo caso stato intercettato a 58 m.



3.3 Lineamenti tettonici

Il massiccio del M. Baldo e i Lessini occidentali sono interessati da una serie di strutture tettoniche che proseguono sepolte al di sotto della coltre alluvionale quaternaria nel basamento roccioso carbonatico Meso-cenozoico.

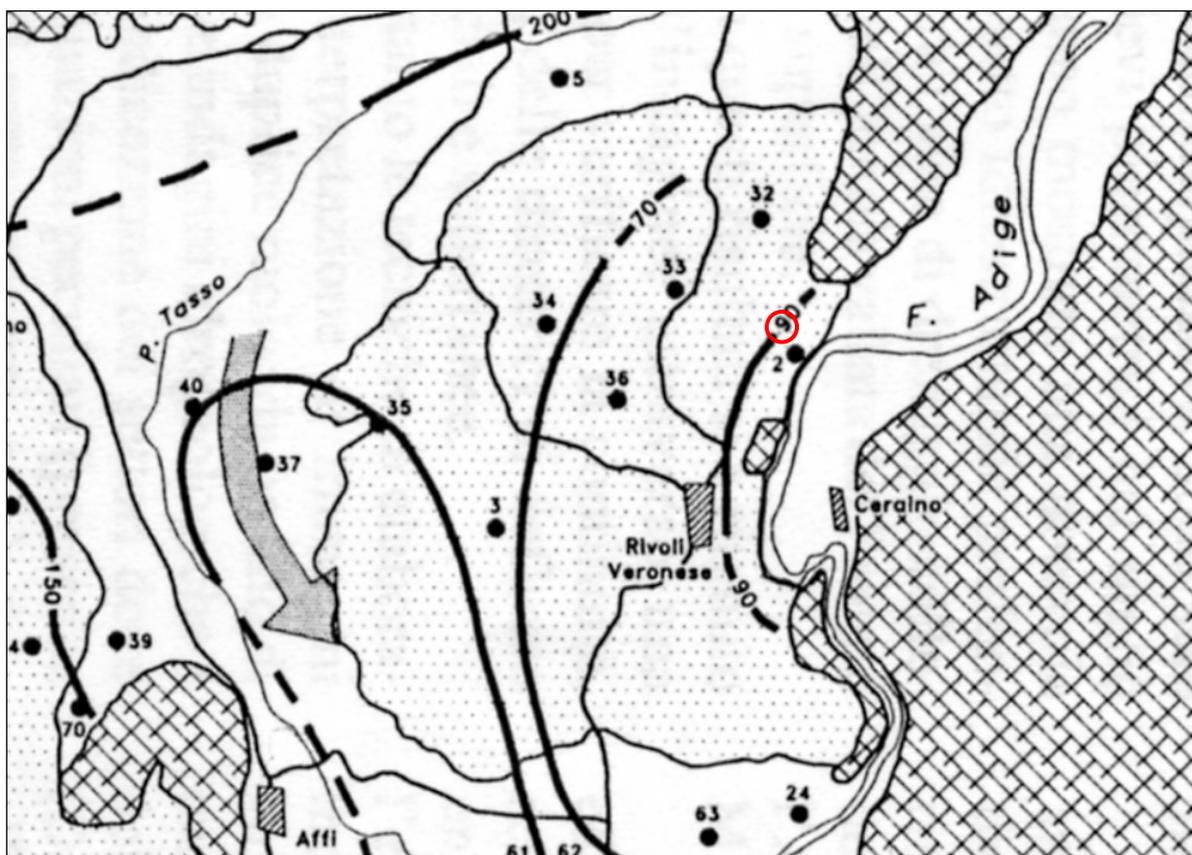
Esse sono rappresentate da pieghe, faglie e sovrascorrimenti a direttrice giudicariense (NE-SSO) con vergenza est la cui genesi è stata determinata dal sollevamento del massiccio granitico dell'Adamello in età terziaria.

3.4 Idrologia e idrogeologia

L'area è caratterizzata da una idrologia superficiale poco sviluppata dacchè le acque tendono ad infiltrarsi nel substrato ghiaioso permeabile.

Il solo elemento ideologico significativo è rappresentato dal torrente Tasso il cui alveo scorre localmente in cassato di 20 m nelle alluvioni e che è interessato da scorrimento in occasione di piogge intense o prolungate.

Le conoscenze sull'assetto idrogeologico dell'area sono dovute a studi eseguiti da Antonelli et. Alii (1994) che hanno studiato la circolazione idrica all'interno dell'anfiteatro morenico individuando un acquifero principale molto profondo che trae origine dalla falda di subalveo atesina che si disperde all'interno della zona morenica prima di giungere alla soglia rocciosa di Ceralno.



Carta del deflusso sotterraneo Luglio 1992 (Fonte: Antonelli R. et alii)

Vi sono poi dei livelli acquiferi che si formano per trattenuta delle acque di percolazione da parte dei potenti banchi limo-argillosi intercalati all'interno della successione fluvio-glaciale quaternaria e che danno luogo a locali emergenze sorgentizie lungo la scarpata che collega la piana morenica di Rivoli con il fondo della val d'Adige.

4.0 MODELLO SISMOTETTONICO

4.1 Sismicità regionale

L'area gardesana è caratterizzata da sismicità moderata legata all'attività di strutture sismogenetiche appartenenti al sistema delle Giudicarie rappresentato da una serie di thrust vergenti verso est formati dalla riattivazione di faglie mesozoiche determinate dalla messa in posto del plutone dell'Adamello avvenuto durante l'Eocene,

In base alla zonazione sismogenetica ZS9 elaborata dall'INGV (Meletti e Valensise, 2004) il sito in esame si trova nella zona sismogenetica 906 che è caratterizzata da zone sorgente che danno terremoti di magnitudo massima $M_w = 6.6$ ed epicentri ubicati a profondità media di circa 8 km.

Gli eventi più significativi che di recente che hanno interessato l'area sono il terremoto di Salò nel 2004 di magnitudo 5,7 e terremoti di magnitudo 4,8 hanno interessato la sponda veronese del Garda e che sono stati associati ad un sovrascorrimento emergente sul fianco orientale del M. Baldo.

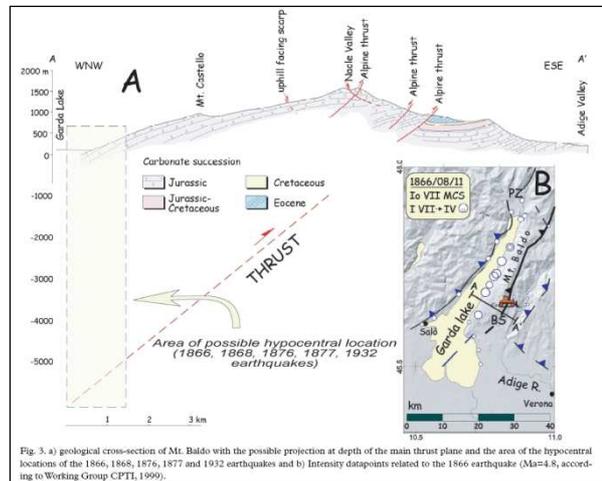
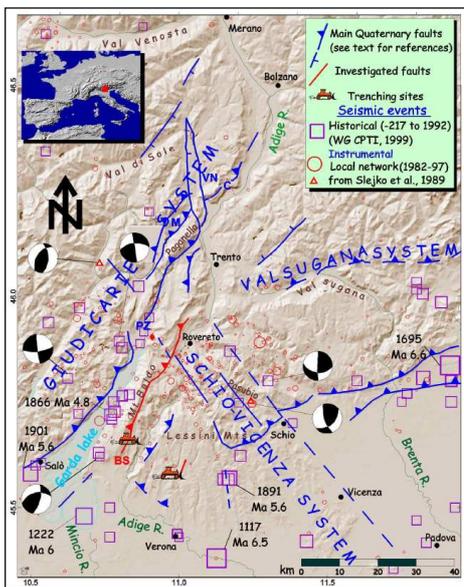


Fig. 3. a) geological cross-section of Mt. Baldo with the possible projection at depth of the main thrust plane and the area of the hypocentral locations of the 1866, 1868, 1876, 1877 and 1932 earthquakes and b) Intensity datapoints related to the 1866 earthquake ($M_w=4.8$, according to Working Group CPTI, 1999).

Nella tabella sono riportati I terremoti storici registrati in un raggio di 30 km dal sito di indagine ricavati dal Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, 2004 (CPTI04).

CPTI04 - Risultato dell'interrogazione per parametri

Interrogazione effettuata sui seguenti parametri:

Area circolare con centro C (45.58, 10.81) e raggio 30 km

N	Tr	Anno	Me	Gi	Or	Mi	Se	AE	Rt	Np	Imx	Io	TI	Lat	Lon	TL	Maw	Daw	TW	Mas	Das	TS	Msp	Dep	ZS9	TZ	Ncft	Nnt	Nopt
47	DI	1222	12	25	11			Basso bresciano	CFTI	40	90	85	M	45.48	10.68	A	6.05	0.13	6.05	0.13	6.05	0.13	6.05	0.13	906	G	109	249	47
89	DI	1334	12	4				Verona	CFTI	4	55	55		45.43	11	A	4.63	0.13	4.00	0.20	4.25	0.19	906	G	146	232	89		
107	DI	1365	9	21	5	45		Verona	CFTI	2	55	55		45.43	11	A	4.63	0.13	4.00	0.20	4.25	0.19	906	G	160	233	107		
125	DI	1402						VERONA	DOM	1	60	60		45.438	10.994	A	4.83	0.26	4.30	0.39	4.53	0.36	906	G		234	125		
146	DI	1445	3	21	13	30		VERONA	DOM	3	55	55		45.438	10.994	A	4.63	0.13	4.00	0.20	4.25	0.19	906	G		237	146		
714	DI	1810	5	1				MALCESINE	DOM	1	60	60		45.764	10.809	A	4.83	0.26	4.30	0.39	4.53	0.36	906	G		257	714		
761	DI	1826	6	24	12	15		SALO'	DOM	19	55	55		45.6	10.517	M	4.74	0.11	4.16	0.17	4.40	0.16	906	G		258	761		
960	DI	1866	8	11	23			MONTI BALDO	DOM	38	70	70		45.727	10.783	A	5.17	0.30	4.80	0.45	4.99	0.42	906	G		261	960		
966	DI	1868	2	20	20			GARDA OR.	DOM	3	65	60		45.709	10.774	A	4.83	0.26	4.30	0.39	4.53	0.36	906	G		262	966		
1005	DI	1876	4	29	10	49		Monte Baldo	CFTI	25	75	70		45.75	10.778	A	4.99	0.13	4.53	0.19	4.74	0.18	906	G	424	263	1005		
1021	DI	1877	10	1	7	27		MALCESINE	DOM	4	70	65		45.764	10.809	A	5.03	0.33	4.60	0.49	4.80	0.45	906	G		264	1021		
1040	DI	1879	2	14				GARGNANO	DOM	6	55	55		45.607	10.536	A	4.63	0.13	4.00	0.20	4.25	0.19	906	G		265	1040		
1082	DI	1882	9	18	19	25		Monte Baldo	CFTI	7	70	70		45.72	10.77	A	5.17	0.30	4.80	0.45	4.99	0.42	906	G	433	266	1082		
1170	DI	1891	6	7	1	6	14	Valle d'Illasi	CFTI	403	90	85		45.57	11.17	A	5.71	0.05	5.61	0.07	5.61	0.07	906	G	442	242	1170		
1171	DI	1891	6	15				PESCHIERA	DOM	35	60	60		45.43	10.767	A	4.83	0.26	4.30	0.39	4.53	0.36	906	G		266	1171		
1181	DI	1892	1	5				GARDA OCC.	DOM	100	75	65		45.591	10.482	A	4.96	0.12	4.49	0.18	4.70	0.17	906	G		267	1181		
1196	CP	1892	8	9	7	58		TREGNAGO	POSS85	70				45.567	11.167	A	5.17	0.30	4.80	0.45	4.99	0.42	906	G		243	1196		
1209	CP	1894	2	9	12	48	5	TREGNAGO	POSS85	70				45.567	11.15	A	5.17	0.30	4.80	0.45	4.99	0.42	906	G		244	1209		
1241	CP	1895	10	12	1	45		M.ALTISSIMO NAGO	POSS85	60				45.767	10.833	A	4.83	0.26	4.30	0.39	4.53	0.36	906	G		268	1241		
1305	DI	1898	11	16				SALO'	DOM	23	60	55		45.636	10.458	A	4.63	0.13	4.00	0.20	4.25	0.19	906	G		269	1305		
1353	DI	1901	10	30	14	49	58	Salo'	CFTI	191	80	80		45.58	10.5	A	5.67	0.07	5.55	0.11	5.55	0.11	906	G	457	270	1353		
1872	DI	1932	2	19	12	57	11	Monte Baldo	CFTI	21	80	75		45.63	10.73	A	5.01	0.10	4.56	0.15	4.77	0.14	906	G	500	273	1872		
1916	CP	1936	6	22	3	44	55	CASTELNUOVO	POSS85	60				45.5	10.767	A	4.83	0.26	4.30	0.39	4.53	0.36	906	G		274	1916		
2144	DI	1960	2	19	2	30		GIUDICARIE	DOM	50	60	60		45.806	10.625	A	4.83	0.26	4.30	0.39	4.53	0.36	906	G		276	2144		
2277	CP	1970	4	19	18	16	32	GAVARDO	POSS85	60				45.65	10.45	A	4.56	0.15	3.90	0.22	4.16	0.20	906	G		277	2277		
2351	DI	1975	1	11	15	54		GARDA OR.	DOM	13	55	55		45.621	10.733	A	4.58	0.11	3.93	0.16	4.18	0.15	906	G		278	2351		
2458	DI	1987	5	24	10	23	25	GARDA	EMING	29	60	60		45.722	10.661	A	4.66	0.15	4.24	0.20	4.47	0.18	906	G		9007	2462		

Numero di record estratti: 27

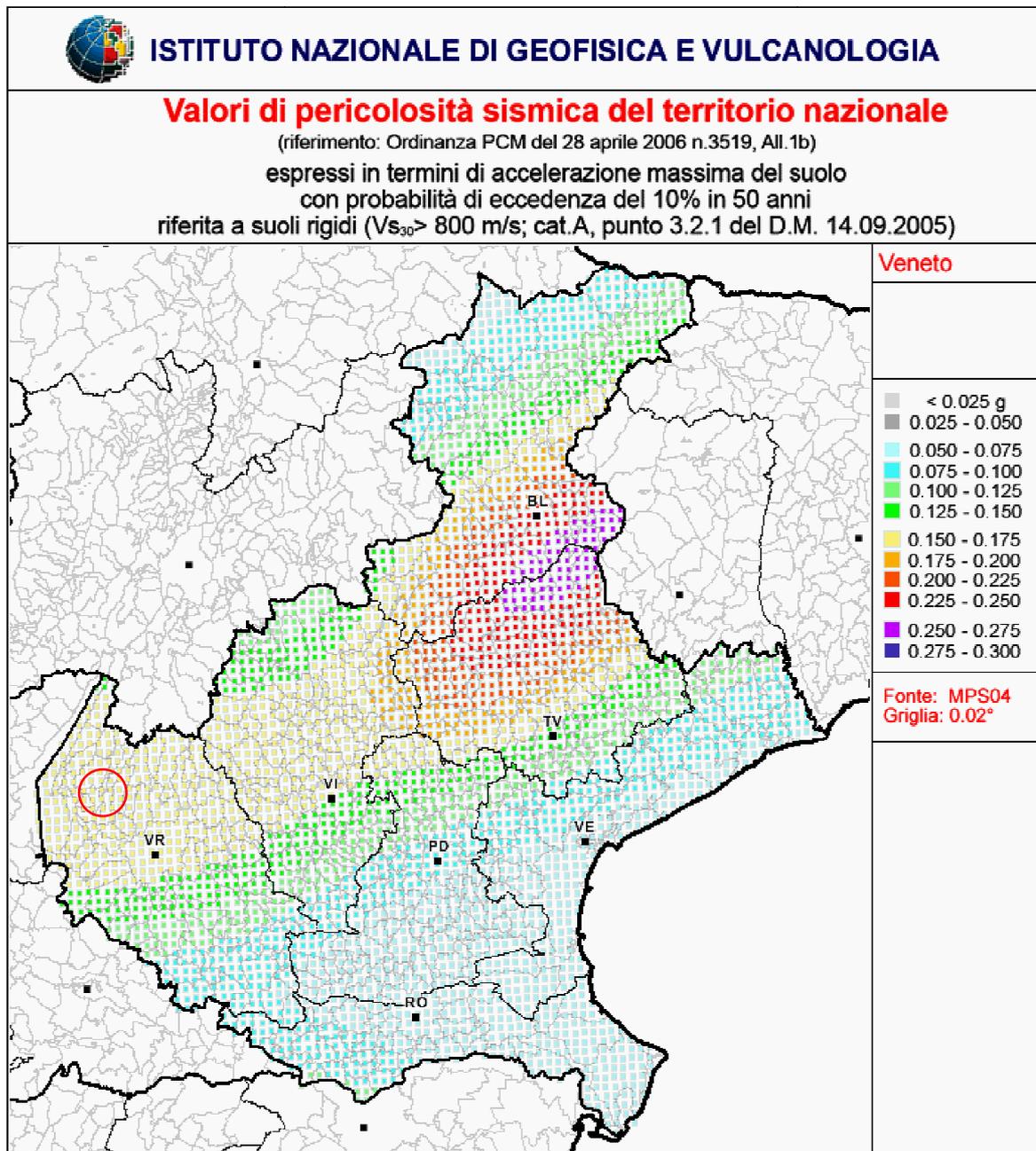
La massima intensità macrosismica (I_{max}) osservata nella zona di Rivoli Veronese, riferita a eventi sismici con tempo di ritorno di 475 anni è pari a VIII MCS (M. Stucchi e G. Valensise, 1996).

4.2 Pericolosità sismica

Con l'OPCM n. 3274 del 20.03.2003 il comune di Rivoli Veronese è stato classificato a bassa sismicità (zona 3); tale classificazione è stata adottata anche dalla Regione Veneto con Deliberazione del Consiglio Regionale n. 67 del 3/10/2003.

Con l'Ordinanza P.C.M. del 28 aprile 2005 n. 3519, All. 1b (Gruppo di lavoro MPS, 2004) è stata introdotta la mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita a suoli rigidi ovvero a suolo caratterizzati da valori del parametro $V_{s,30}$ maggiori di 800 m/s che ha abrogato la precedente classificazione sismica basata su zone.

Secondo tale mappa, che è stata adottata dal D.M. 14/01/2008, il comune di Rivoli Veronese è caratterizzato da valori compresi fra 0,150÷0,175.



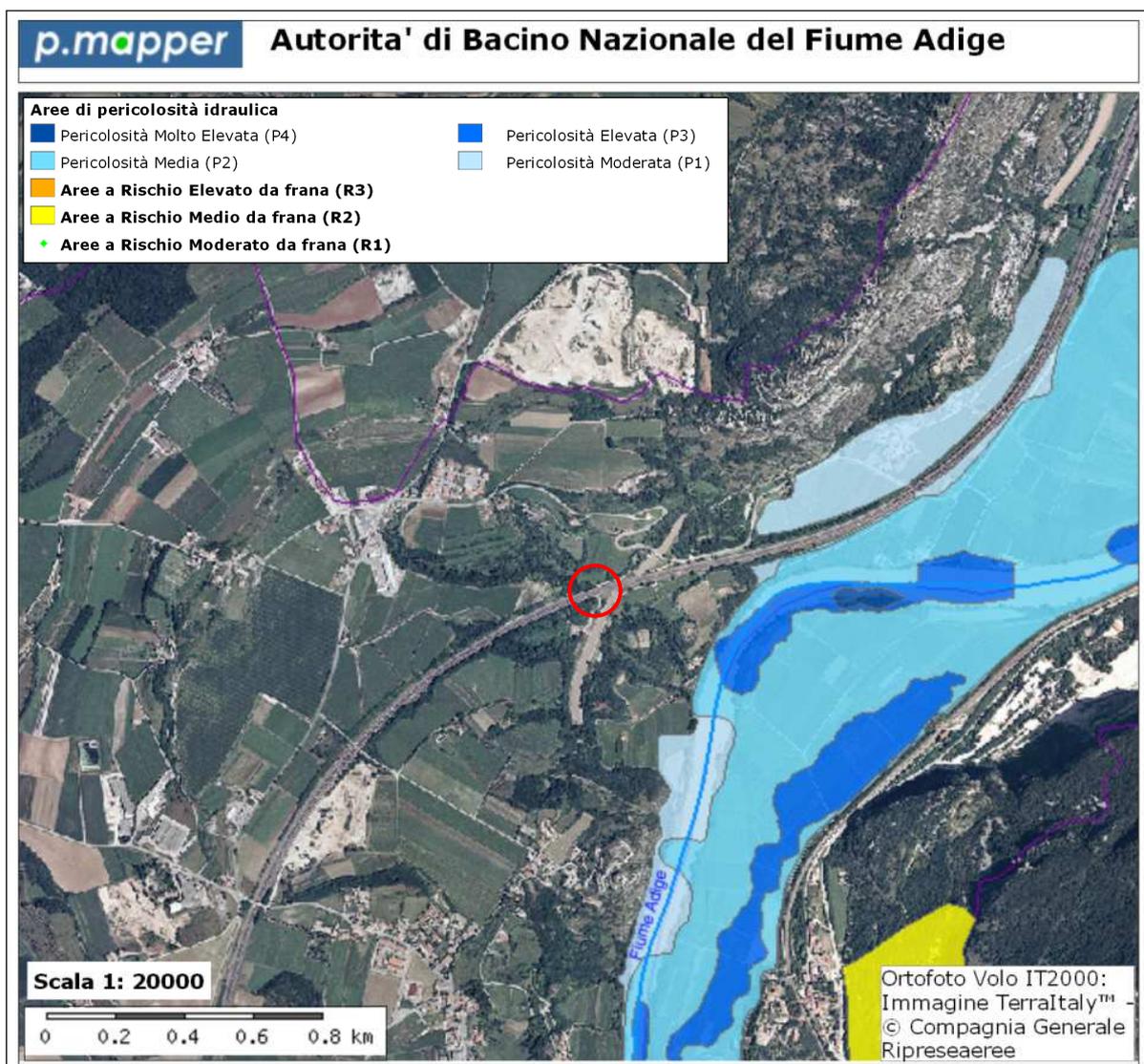
5.0 CONCLUSIONI E INQUADRAMENTO DEI PROBLEMI GEOLOGICI

Il sito d'indagine si trova nel settore interno dell'anfiteatro morenico di Rivoli Veronese ubicato allo sbocco della Valle Igarina.

Esso è costituito da formazioni continentali di età quaternaria (Pleistocene) di origine glaciale costituita da morene ghiaioso-fangose ferrettizzate, depositi grossolani ghiaioso sabbiosi depositi dagli scaricatori glaciali e da sedimenti fini di natura glacio-lacustre comprendenti limi e argille.

In relazione alla documentazione esistente, ai piani d'area consultati e alle risultanze dell'indagine geologica, si elenca di seguito tutto quanto può essere un utile riferimento decisionale per il progettista.

Il Piano di Assetto Idrogeologico elaborato dall'Autorità di Bacino del Fiume Adige evidenzia per il sito indagato non è interessato da rischi potenziali di frana, crollo massi, erosione o di esondazione.



Il sito si trova in un'area a bassa sismicità caratterizzata da eventi di magnitudo massima inferiore a 5 e massima intensità pari a VIII° MCS per eventi con tempo di ritorno di 475 anni.

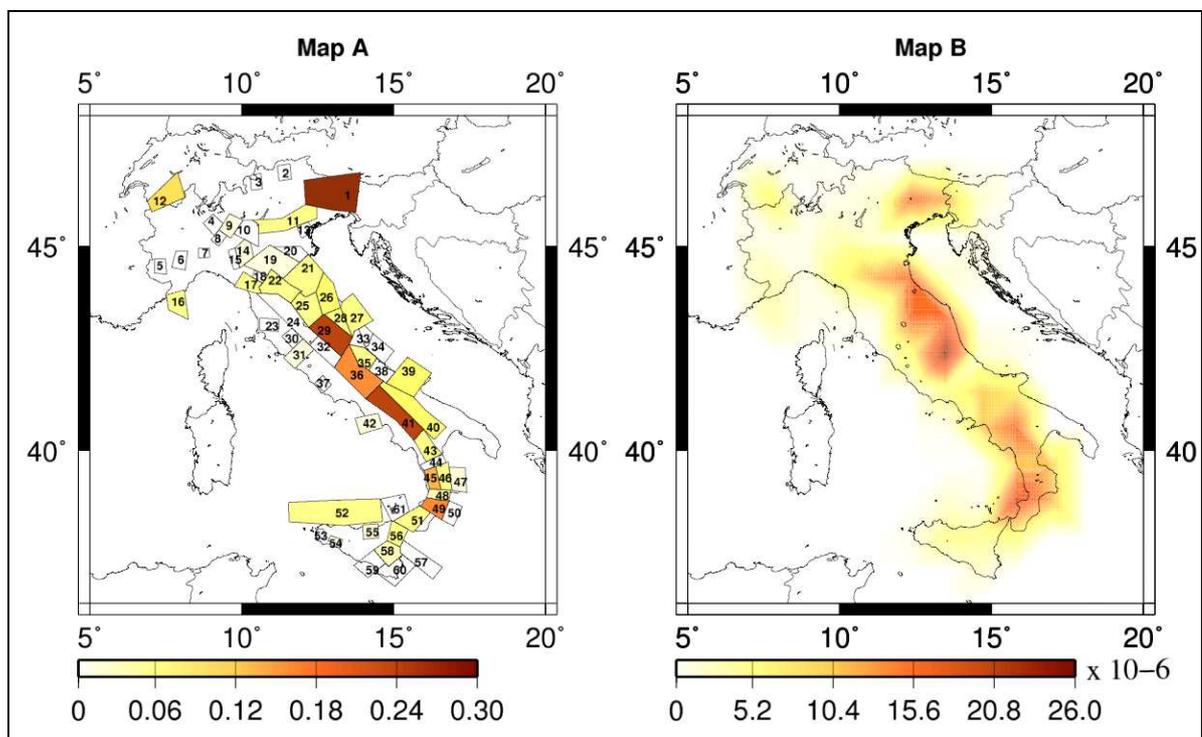
La pericolosità sismica è bassa con valori di accelerazione su substrato rigido variabili da 0,15 a 0,175g.

Si riportano due mappe (mappa A e mappa B) che esprimono la probabilità statistica di insorgenza di un evento sismico con intensità maggiore di 5.5 nei prossimi 10 anni in Italia (Faenza et al. 2003 e Cinti et al. 2004).

Le mappe di probabilità vengono aggiornate ogni 1° di gennaio e dopo il verificarsi di un evento nuovo target.

MAPPA A: riporta la probabilità di occorrenza di almeno un evento con M 5.5 + per i prossimi 10 anni in ogni zona sismogenetica ipotizzata omogenea rispetto all'orientamento dei campi di stress cinematico.

MAPPA B: il procedimento statistico viene applicato a una griglia regolare spaziale; la mappa riporta la probabilità di occorrenza di almeno un evento con M 5.5 + per i prossimi 10 anni per unità di superficie (Km²).



Si evince che nella zona di interesse la probabilità che si verifichi un evento con magnitudo >5.5 risulta compresa fra il 5-10%.

San Bonifacio, 15/01/2012

IL TECNICO

Dr. Geol. Franco Di Toro
(Isr. O.R.G.V. N°368)

BIBLIOGRAFIA

- Antonelli R. et alii (1994) – Una ricerca integrata tra l'alta pianura veronese e l'anfiteatro Morenico del Garda per il riconoscimento di risorse idriche alternative e della loro vulnerabilità. Primi risultati e prospettive di sviluppo. Quaderni di Geologia Applicata n. 2/1994.
- Carraro R. et alii (1969) – Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000, F. 48 "Peschiera del Garda". Serv. Geol. d'Italia.
- Basili R., G. Valensise, P. Vannoli, P. Burrato, U. Fracassi, S. Mariano, M.M. Tiberti, E. Boschi (2008). The Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), version 3: summarizing 20 years of research on Italy's earthquake geology, *Tectonophysics*.
- Boschi, E., E. Guidoboni, G. Ferrari, D. Mariotti, G. Valensise e P. Gasperini (eds) (2000). Catalogue of Strong Italian Earthquakes, *Ann. Geofis.*, 43 (4), pp. 268.
- Cinti F.R., Faenza L., Marzocchi W., Montone P. (2004). Probability map of the next M 5.5 earthquakes in Italy. *Geochemistry-Geophysics-Geosystems*. Vol.5, Number 11.
- DISS Working Group (2009). Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), Version 3.1.0: A compilation of potential sources for earthquakes larger than M 5.5 in Italy and surrounding areas. <http://diss.rm.ingv.it/diss/>, © INGV 2009 - Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia - All rights reserved.
- Faenza L., Marzocchi W., Boschi E. (2003). A non-parametric hazard model to characterize the spatio-temporal occurrence of large earthquakes; an application to the Italian catalogue. *Geophys. J. Int.* (2003) 155, 521–531.
- Molin D., Stucchi M. e Valensise G. (1996). Massime intensità macrosismiche osservate nei comuni italiani valutate a partire dalla banca dati macrosismici del GNDDT e dai dati del Catalogo dei Forti Terremoti in Italia di ING/SGA
- Slejko D. et alii (1989): Seismotectonics of the Eastern Southern-Alps: a review. *Bollettino di Geofisica Teorica ed Applicata*, Vol. XXXI, n. 122, Osservatorio Geofisico Sperimentale, Trieste.
- Stucchi et Al. (2007) — DBMIO4, il database delle osservazioni macrosismiche dei terremoti italiani utilizzate per la compilazione del catalogo parametrico CPTIO4. *Quad. di Geofisica*, INGV.
- Venzo S., 1961. Rilevamento geologico dell'anfiteatro morenico del Garda. Parte II. Tratto orientale Garda-Adige e anfiteatro atesino di Rivoli Veronese. *Memorie della Società italiana di Scienze naturali e Museo civico di Storia naturale Milano*, 16 (1): 1-64.